

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

vor Ihnen liegt nunmehr die bereits dreizehnte Ausgabe des E-Journals **Anwendungen und Konzepte in der Wirtschaftsinformatik (AKWI)**.

Wir als Herausgeber möchten Sie nochmal darauf hinweisen, dass die älteren Ausgaben dieses Journals nach dem technischen Upgrade der Journal-Plattform immer noch im Archiv des Journals in kumulierter Form auffindbar sind. Des Weiteren möchten wir die geplante Einführung einer neuen Rubrik „**Unternehmenspraxis**“ ankündigen, die sich noch stärker an Praktiker richten soll und dann natürlich unter Zuhilfenahme anderer Kriterien begutachtet werden wird.

Diese Ausgabe besteht aus 11 vollständigen Artikeln sowie 6 Zusammenfassungen von ausgewählten Abschlussarbeiten, wobei die Themenauswahl diesmal sehr stark von den Themenfeldern des Geschäftsprozessmanagements sowie der Data-Science geprägt wird.

Im Bereich des Geschäftsprozessmanagements spiegelt sich die gestiegene Relevanz des Themas der „**Robotic Process Automation**“ (RPA) diesmal stark in der Präsenz bei den vorliegenden Beiträgen dieses Bereichs wieder. Sie finden einen Artikel, der sich mit der Anwendung der RPA im Bereich der KMUs in Kombination mit einem ERP-System befasst, während ein weiterer Artikel neben der RPA-Komponente zusätzliche Prozessautomatisierungskomponenten hinzunimmt. Ergänzt wird dieser Themenbereich um einen Artikel zur Entwicklung eines RPA-Frameworks, welches das Ziel besitzt, eine Grundlage zur Anwendung von RPA in Unternehmen zu schaffen. Ergänzt wird der Bereich des Prozessmanagements um einen Artikel zur Implementierung operativer Exzellenz, bei dem auch das Thema der Prozesssimulation eine Rolle spielt.

Im Bereich der Data-Science finden Sie unter den Beiträgen einen Artikel zum Anwendungsbereich des Wertpapierhandels sowie einen zur Anwendung von KI/ Big Data im Bereich der technischen Sauberkeit. Letzteres ist im Umfeld einer industriellen Fertigung eine wichtige Unterstützungsfunktion zur Prozessautomatisierung. Abgerundet wird dieser Themenbereich mit einem Artikel zu KI-Anwendungen sowie einem Artikel zum Thema der Simulation im Logistikumfeld. Hier wird dargestellt, wie die Auswirkungen eines wesentlichen Eingriffs in die Produktionsstrategie durch ein Simulationsmodell prognostiziert werden können.

Neben diesen beiden Bereichen finden Sie noch zwei Artikel aus dem Bereich der betrieblichen Anwendungen, wobei in einem Artikel ein Web-Portal die Abläufe in einem ERP-System verbessert und ein anderer Artikel den Einsatz von Apps zur Verbesserung der Logistik beschreibt.

Über Ihr Interesse an der Zeitschrift freuen wir uns und wünschen Ihnen Freude bei der Lektüre.

Regensburg, Fulda, Wildau und Luzern, im Juli 2021.

Frank Herrmann, Norbert Ketterer, Konrad Marfurt und Christian Müller



Christian Müller



Konrad Marfurt



Norbert Ketterer



Frank Herrmann

ENTWICKLUNG, BEWERTUNG UND KOMMUNIKATION EINES FRAMEWORKS ZUR DARSTELLUNG DES UMFANGS VON RPA

Philipp Hucht

Hochschule München
Lothstraße 64
80335 München
E-Mail: philipp@hucht.de

Prof. Dr. Jörg Puchan

Hochschule München
Lothstraße 64
80335 München
E-Mail: puchan@hm.edu

SCHLÜSSELWÖRTER

Robotic Process Automation, Framework, Design Science Research

ABSTRACT

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Entwicklung und Validierung eines Robotic Process Automation (RPA) Frameworks unter Anwendung der Design Science Research (DSR) Methode. In den von Hevner formulierten DSR Cycles (siehe Abbildung 1) erfolgt die Forschungsarbeit zur Entwicklung des RPA-Frameworks im Design Cycle. Das erschaffene RPA-Framework wird dabei durch Experten bewertet und das daraus resultierende Feedback genutzt, um dessen weitere Entwicklung zu verbessern. Der Relevance Cycle definiert die Anforderungen an die Forschung und legt den Kontext fest, in denen das erschaffene Artefakt RPA-Framework genutzt wird (Hevner 2007:3).

Der Rigor Cycle stellt bei der Entwicklung des RPA-Frameworks die Versorgung mit bereits erschaffenem Wissen sicher, welches aus vorhandenen Artefakten, Prozessen sowie dem aktuellen Stand der Forschung im Anwendungsgebiet besteht (Hevner 2007:3).

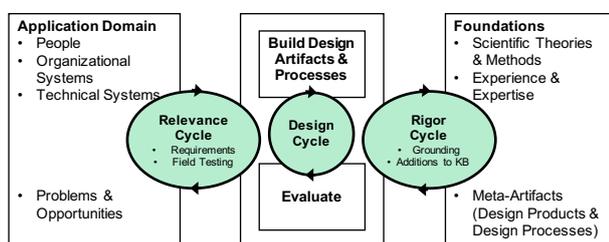


Abbildung 1 Design Science Research Cycles (eigene Darstellung in Anlehnung an Hevner 2007:2)

MOTIVATION UND LÖSUNGSANSATZ

Trotz wachsenden Interesses an dem Thema RPA (Von Heimburg 2020:3) ist der aktuelle Stand der Forschung

im Kontext der Unternehmensorganisation noch lückenhaft. Es ist nicht immer ersichtlich, weshalb RPA in den vergangenen Jahren an immer größerer Popularität gewonnen hat. Auch ist es für Anwender der Technologie schwer einzuschätzen, für welche Bereiche und Anwendungen RPA geeignet ist. Vor allem Unternehmen, die sich neu mit der Technologie RPA beschäftigen, fehlt es häufig an einer Vision und einer passenden RPA-Strategie (Brettschneider 2020:1104). Ein Gesamtüberblick über das Thema RPA, welcher notwendig ist, um eine RPA-Strategie zu entwickeln, sowie ein Überblick über die Funktionalitäten und Möglichkeiten der Technologie sind nicht vorhanden. Dies erschwert es potenziellen Nutzern, eine RPA-Strategie zu entwerfen und zudem eine geeignete Softwarelösung für ihr Unternehmen zu finden.

FORSCHUNGSMETHODIK UND VORGEHENSWEISE

Methodische Grundlage zur Entwicklung und Bewertung des RPA-Frameworks ist der DSR Prozess, welcher zum einen eine ausreichende wissenschaftliche Fundierung liefert und zum anderen die Gestaltungsorientierung des Forschungsvorhabens unterstützt. Die Vorgehensweise bei der Erstellung des RPA-Frameworks orientiert sich an dem Prozessmodell (siehe Abbildung 2) für die Durchführung von DSR von Chatterjee, Peffers, Rothenberger und Tuunanen. Der Prozess baut auf den Theorien von Hevner (Hevner u. a. 2004:80 ff.) auf und besteht aus den sechs Schritten „problem identification and motivation“, „definition of the objectives and solutions“, „design and development“, „demonstration“, „evaluation“ und „communication“ (Peffers u. a. 2008:44).

Der Prozess in diesem DSR-Projekt wird durch die vorliegende Publikation des RPA-Frameworks abgeschlossen.

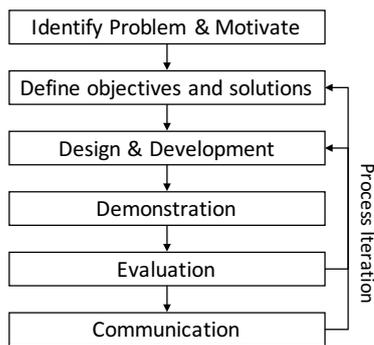


Abbildung 2 Design Science Research Methodology Process Model

VERWANDTE ANSÄTZE (RELATED RESEARCH)

Die systematische Literaturrecherche und Analyse der vorhandenen Literatur sind ein wesentlicher Schritt und Grundlage für die Entwicklung des RPA-Frameworks (Baker 2000:219).

Die durchgeführte Recherche orientiert sich an dem Framework zur Literaturrecherche von Brocke (2009). Der Fokus der Recherche liegt auf theoretischem Wissen und Forschungsergebnissen auf dem Gebiet RPA und hat das Ziel, verschiedene Aspekte von RPA zusammenzuführen und diese in einem Framework zu synthetisieren. Zur Konzeptualisierung der Literaturrecherche wird das Instrument „Concept Mapping“ verwendet, unter dem der Prozess „des grafischen Darstellens von Wissensbeständen bzw. Beziehungen zwischen Begriffen“ (Graf 2009:66) verstanden wird.

Bei der Literaturrecherche werden vor allem die Begriffe „Robotic Process Automation“ und „Software“ sowie deren Kombination verwendet. Neben den aufgeführten Keywords zum Thema RPA wird auch das Keyword „Design Science Research Method“ als Suchbegriff verwendet, um Literatur zu der verwendeten Methode zu analysieren.

Folgende Datenbanken wurden für die Literaturrecherche verwendet:

Titel der Datenbank	Suchterm
IEEE Xplore / Electronic Library Online (IEL)	((("All Metadata":Robotic Process Automation) AND "All Metadata":Functionality) AND "All Metadata":Software)
SpringerLink	Result(s) where the title contains "'Robotic Process Automation" AND Software'
ZDE Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik	Result(s) for "'Robotic Process Automation" AND Software

WISO	Result(s) where the abstract contains "'Robotic Process Automation" AND Software
------	--

Tabelle 1 Suchterm der jeweiligen Suchanfragen

Bei einem Großteil der bisher veröffentlichten Literatur zum Thema RPA handelt es sich um einführende Texte und Erläuterungen der Technologie. Diverse Fallstudien zielen auf die Anwendung von RPA in speziellen Unternehmensbereichen ab. Langmann (2020) dokumentiert das Thema leicht verständlich und praxisnah. Er gibt einen Überblick über notwendige Voraussetzungen, die Funktionsweise sowie einzelne Schritte für die Einführung von RPA. Auch Koch und Fedtke (2020) konzentrieren sich neben der Darstellung von RPA-Grundlagen schwerpunktmäßig auf die erfolgreiche Einführung und den Betrieb von RPA-Software. Van der Aalst et al. (2018) vergleichen in ihrem Paper RPA vor allem mit „Straight Through Processing“ (STP). Am Ende ihrer Veröffentlichung stellen sie zudem weitere Forschungsfragen auf, wie beispielsweise die Frage nach Kriterien zur Auswahl von passenden Prozessen für RPA. Barton et al. (2018) betrachten allgemeiner die Digitalisierung in Unternehmen und hier unter anderem auch RPA als neuen Ansatz zur Prozessdigitalisierung. Allweyer (2016) geht neben Merkmalen von RPA-Systemen, Einsatzbereichen und Nutzenpotenzialen von RPA auch auf mögliche Auswirkungen von RPA auf Mitarbeiter und Arbeitsplätze ein (Allweyer 2016).

Die Literatur, welche speziell zur Beantwortung der Forschungsfrage beiträgt, beschäftigt sich detaillierter mit den existierenden Softwarelösungen. Issac, Muni und Desai (2020) analysieren hierfür in ihrem Paper die RPA-Tools UiPath, BluePrism und Automation Anywhere. Weitere Arbeiten gehen genauer auf die einzelnen Produktfeatures von RPA-Software ein. Gubta, Rani und Dixit (2020) beleuchten in ihrer Studie aktuelle Trends in der Prozessautomatisierung und gehen auf die bestehenden RPA-Tools ein. Weitere Literatur beschäftigt sich mit der Implementierung und Integration von RPA in einer Organisation. In ihrem Beitrag „A Consolidated Framework for Implementing Robotic Process Automation Projects“ stellen Herm, Janiesch und Helm (2020) ein Framework zur Implementierung von RPA in einer Organisation vor, welches die drei Phasen „Initialisation“, „Implementation“ und „Scaling“ enthält.

ROBOTIC PROCESS AUTOMATION

RPA ist eine von mehreren Technologien zur Prozessautomatisierung, bei der sogenannte Softwareroboter manuelle Tätigkeiten automatisiert ausführen (Barton u. a. 2018:113). Der Begriff „Robotic“ bezieht sich in diesem Kontext nicht auf physische Maschinen, sondern vielmehr auf die RPA-Software oder den von dieser ausgeführten Bot (Smeets u. a. 2019:8). Das Wort „Process“ beschreibt das zu automatisierende Objekt. Unter einem Prozess wird ein „Satz zusammenhängender oder sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben zum Erzielen eines vorgesehenen Ereignisses verwendet“ (DIN Deutsches Institut für Normung e. V 2015:33), verstanden. Dabei sind die RPA-Bots in der Lage, sowohl gesamte Geschäftsprozesse als auch einzelne Prozessschritte automatisiert durchzuführen (Langmann & Turi 2020:6). Erkennbar an dem Begriff „Automation“ übernimmt bei RPA ein „virtueller Assistent“ die menschliche Interaktion mit einem Softwaresystem, indem er die gleichen Schritte wie der Benutzer über die Oberfläche der Anwendung (Graphical User Interface (GUI)) durchführt. Der Roboter ahmt ausschließlich das nach, was die Entwickler ihm vorgegeben haben (Koch & Fedtke 2020:2). Vor allem Routineaufgaben und strukturierte, wiederkehrende Prozesse mit einem regelbasierten Charakter können durch RPA automatisiert werden (Langmann & Turi 2020:6). Häufig übernehmen die RPA-Tools Aufgaben der Datenübertragung. Über die GUI zweier Anwendungen interagieren die Tools und folgen dabei einer vorgegebenen, strukturierten Prozedur (Schepller & Weber 2020:1).

Über die Zeit haben sich verschiedene Ansätze zur Automatisierung mittels RPA entwickelt (Taulli & Safari 2020:6). Grundsätzlich kann RPA in die Funktionsweisen Attended RPA und Unattended RPA unterteilt werden.

Unter einem „Attended Software-Roboter“ wird ein Roboter verstanden, welcher durch den Benutzer ausgelöst wird und einfache, sich wiederholende Aufgaben erledigt (UiPath 2020:5). In der Literatur wird Attended RPA auch als Robotic Desktop Automation (RDA) bezeichnet (Langmann & Turi 2020:5). Der Roboter läuft hierbei auf dem Bildschirm des Computers und ahmt, ähnlich einem Excel-Makro, die Tätigkeit des Benutzers nach (Langmann & Turi 2020:5).

Im Vergleich zu Attended RPA führt ein „Unattended Software Roboter“ einen gesamten Prozess selbständig

und automatisiert aus. Unabhängig von Mitarbeitern starten die Bots nach einem definierten Zeitplan oder durch einen bestimmten Auslöser und folgen dabei einem regelbasierten Prozess (Automation Anywhere 2020).

ROBOTIC PROCESS AUTOMATION FRAMEWORK

Das oberste Ziel des Frameworks ist es, einen Gesamtüberblick über das Themengebiet RPA zu geben und „als relevant deklarierte Elemente und Beziehungen eines Originals auf einer hohen Abstraktionsebene nach einer gewählten Strukturierungsweise“ zu gliedern (Meise 2001:62). Dabei werden auf einer untergeordneten Detaillierungsebene die Bezüge zu den einzelnen Elementen und deren Beziehungen untereinander offengelegt. Die Vorgehensweise bei der Erstellung des RPA Frameworks (siehe Abbildung 3) beginnt mit der Festlegung der Strukturierungsweise.

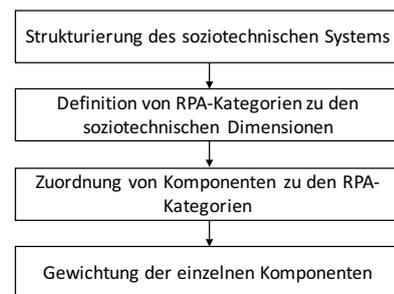


Abbildung 3 Vorgehensweise bei der Erstellung des RPA-Frameworks

Erschaffene Artefakte, wie das RPA-Framework, sollten generelle Anforderungen erfüllen, die auf dem jeweiligen Kontext basieren, in dem das Artefakt genutzt wird.

Aier und Fischer analysierten in ihrem 2011 veröffentlichtem Paper „Criteria of Progress for Information Systems Design Theories“ die Literatur nach möglichen Gütekriterien für erschaffene Artefakte in einem DSR-Projekt, die in folgender Tabelle aufgeführt sind.

	Construct	Model	Method	Instantiation
Completeness	x	x		
Ease of use	x		x	
Effectiveness				x
Efficiency			x	x
Elegance	x			
Fidelity with real world phenomena		x		
Generality			x	
Impact on the environment and on the artifacts' users				x
Internal consistency		x		
Level of detail		x		
Operationality			x	
Robustness		x		
Simplicity	x			
Understandability	x			

Tabelle 2 Gütekriterien für erschaffene Artefakte

Diese Kriterien bilden die Basis bei der Erstellung des RPA-Frameworks und werden in Zusammenarbeit mit den Experten berücksichtigt und im Anschluss im Zuge der Evaluierung durch die RPA-Experten bewertet.

STRUKTURIERUNG DES SOZIO-TECHNISCHEN SYSTEMS

Bei der Betrachtung des Gesamtumfangs von RPA wird deutlich, dass neben der technischen Komponente mit den einzelnen Funktionen der Software auch der Interaktion mit den Anwendern und deren Organisation im Team eine bedeutende Rolle zukommt. Solche soziotechnischen Systeme lassen sich durch Modelle beschreiben und darstellen. Ein geeignetes Modell, um das soziotechnische System ausreichend zu beschreiben, ist das MTO-Modell (siehe Abbildung 4).

MTO steht für Mensch, Technik und Organisation und ist ein Verfahren zur Analyse von Unternehmen, welches am Institut für Arbeitspsychologie der ETH Zürich zur Untersuchung von Unternehmen entwickelt wurde (Latniak 1999:183). Die Methodik ist unter anderem für die Strukturierung des RPA-Frameworks geeignet, da sie systematisch ausgearbeitet und erprobt ist sowie eine durchgängige arbeitswissenschaftlich-theoretische Fundierung in Form des soziotechnischen Systemansatzes bietet (Latniak 1999:182).

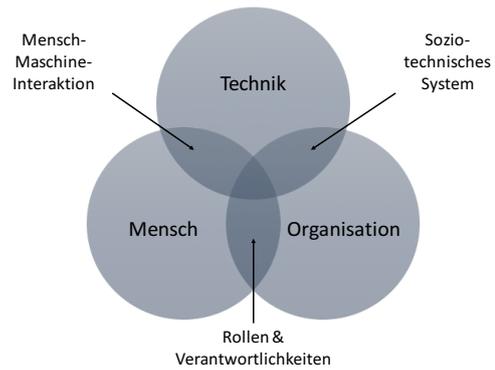


Abbildung 4 MTO-Modell

DEFINITION VON RPA-KATEGORIEN UND ZUORDNUNG VON KOMPONENTEN

Zu den einzelnen Bereichen des MTO-Modells Mensch, Technik und Organisation, welche alle eine wichtige Rolle im Bereich RPA spielen, werden passende Themenfelder gebildet, nach denen der Gesamtumfang von RPA gegliedert werden kann. Dafür werden aufbauend auf der analysierten Literatur Themenfelder definiert, welche später in Zusammenarbeit mit den RPA-Experten weiterentwickelt werden. Der erste Themenbereich des MTO-Modells ist der Mensch.

Dabei nehmen die Personen im Kontext einer Organisation entsprechende Rollen und Verantwortlichkeiten ein. Je nach Rolle agieren die Menschen mit den gegebenen Technologien, wie RPA, in der Organisation.

Dies stellt die Mensch-Maschine-Interaktion als Schnittstelle zwischen den Themenbereichen Mensch und Technik dar. Da RPA eine von mehreren Technologien zur Prozessautomatisierung darstellt, nimmt der zweite Bereich Technik eine zentrale Rolle im RPA-Framework ein. Der dritte Themenbereich des MTO-Modells ist die Organisation, welches das Ziel hat, die Ressourcen, Mitarbeiter und deren Kompetenzen bestmöglich auf die Unternehmensziele auszurichten (Gross 2019).

MTO-Modell	RPA-Framework
Mensch	Responsibilities
Technik	Bot Builder <ul style="list-style-type: none"> • RPA Functions • Process Related • Programming Options • Integration • Tool Bot Runner <ul style="list-style-type: none"> • Types • Licenses • Logging Monitoring & Controlling Proof of Concept
Organisation	Organisation RPA Strategy RPA Implementation
Sozio-Technisches System	Process Analysis Process Characteristics Process Prioritization Ecosystem Pre-conditions
Rollen & Verantwortlichkeiten	Responsibilities
Mensch-Maschine-Interaktion	Cognitive Capabilities

Tabelle 3 Überführung des MTO-Modells in RPA-Kategorien

Die aus dem MTO-Modell abgeleiteten RPA-Kategorien bekommen im RPA-Framework detaillierte Komponenten zugeordnet (siehe Tabelle 3). Als Beispiel dient die RPA-Kategorie RPA-Functions, welche der Dimension "Technik" zugeordnet werden kann. Anwenden des Frameworks wird dadurch ermöglicht, sich schnell über die RPA-Kategorien im RPA-Framework zurechtzufinden und anschließend die vorhandenen Funktionen von RPA-Software im Detail zu betrachten.

SKALIERUNG VON RPA IM KONTEXT DER EIGENEN ORGANISATION

Unter der Skalierbarkeit einer IT-Anwendung wird die Fähigkeit verstanden, „sich den wachsenden oder auch schrumpfenden Anforderungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit auf Hardware- und Software-Ebene anpassen zu können“ (Geißler 2019). Das entwickelte RPA-Framework kann in diesem Zusammenhang je nach Art der Organisation und Umfang, in dem RPA genutzt wird oder werden soll, unterschiedlich angewendet werden. Dabei ist es möglich, dass sich der reale Nutzen des Frameworks je nach Anwendung verschiebt. Im unternehmerischen Kontext spielen dabei die Größe, die Art und die Ziele des Unternehmens eine entscheidende Rolle.

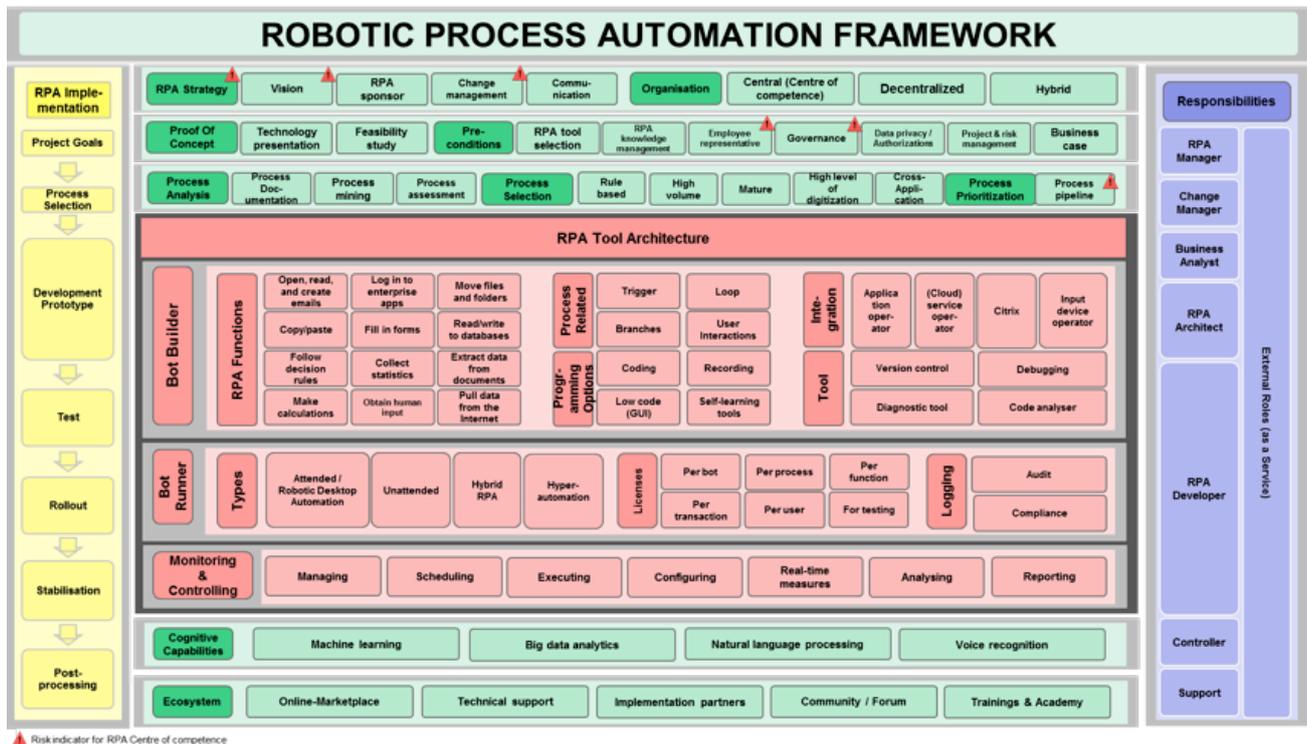


Abbildung 5 RPA-Framework

ANWENDUNG DER ERGEBNISSE

Vor der finalen Evaluation durch die RPA-Experten werden die Kontexte für die Bewertung definiert und durch die Anwendung des Frameworks dessen Nutzen demonstriert.

Dafür wird der Situationszusammenhang definiert, in dem das RPA-Framework betrachtet und bewertet wird. Je nach festgelegtem Kontext gibt es unterschiedliche Herausforderungen und Probleme, bei dem das entwickelte RPA-Framework unterstützen kann. Zur Bewertung des Frameworks werden drei Kontexte definiert (siehe Abbildung 6), aus denen das Framework evaluiert wird. Somit wird sichergestellt, dass es anschließend in einem großen Geltungsbereich gültig ist.

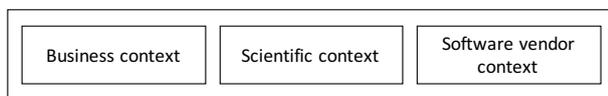


Abbildung 6 Kontext für die Bewertung

Der **Business context** bildet das Thema RPA aus Anwendersicht ab. Dies können Personen in einer Organisation sein, die mit der Technologie bereits arbeiten, diese implementieren oder sie in Zukunft verwenden möchten. Einem Viertel der in einer Studie untersuchten Unternehmen fehlt es an einer Vision und einer Strategie für die Automatisierung (O A 2019).

Der **Scientific context** betrachtet das RPA-Framework aus Sicht der Wissenschaft und Lehre. Auch in diesem Kontext gibt es Ziele und Herausforderungen, bei denen das RPA-Framework Nutzen stiften kann. Die Anwendungs- und Praxisorientierung in der Forschung und Lehre, Weiterbildung und Transfer ist ein besonderes profilbildendes Merkmal der Fachhochschulen in Deutschland (Cai u. a. 2020:1). In dem Kontext ist die Hochschule München ein möglicher Anwender des RPA-Frameworks in der Wissenschaft und Lehre. Ein definiertes, strategisches Ziel der Lehre an der Hochschule München ist es, Studierende zukunftsorientiert auszubilden und „[...] auf eine durch Digitalisierung geprägte Wirtschaft und Gesellschaft [...]“ (Leitner 2018) vorzubereiten.

Der dritte Kontext, in welchem das RPA-Framework einen Nutzen bringen soll, ist der **Software vendor context**, also das Umfeld der Hersteller von entsprechender RPA-Software. In diesem Kontext wird nicht zwischen Spezialanbietern und Unternehmen, die eine RPA-Lösung in ihrer Suite integriert haben, differenziert. Auch diese Hersteller haben mit Herausforderungen zu kämpfen, bei denen das RPA-

Framework einen Nutzen bieten kann. Wie auch andere Softwareanbieter stehen die RPA-Anbieter unter Konkurrenzdruck von Mitbewerbern und werden mit steigenden Erwartungen der Kunden konfrontiert (Systems 2019).

Weitere Kontexte, wie die private Nutzung der Technologie RPA, werden nicht betrachtet.

EINORDNUNG VON SOFTWAREANBIETERN IN DAS RPA-FRAMEWORK

Gemäß dem DSR-Prozessschritt „Demonstrate“ wurde das entwickelte RPA-Framework angewendet, um bestehende Softwareanbieter zu analysieren und diese hinsichtlich deren Software zu untersuchen und zu vergleichen. Die Anwendung des Frameworks und der Vergleich der Software fanden im Rahmen eines studentischen Projekts an der Hochschule München statt.

EVALUIERUNG DES RPA-FRAMEWORKS

Die Vorgehensweise bei der Bewertung des RPA-Frameworks gliedert sich in vier aufeinander aufbauende Schritte.

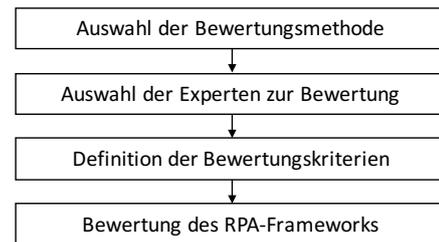


Abbildung 7 Vorgehensweise bei der Bewertung

Erschaffene Artefakte als Ergebnis in einem DSR-Projekt können durch verschiedene Bewertungsmethoden evaluiert werden.

AUSWAHL DER BEWERTUNGSMETHODE

Die Auswahl der passenden Bewertungsmethode ist abhängig vom Ergebnis des DSR-Projektes. Bestimmte Methoden eignen sich dabei für bestimmte Artefakte besser als für andere Ergebnisformen (Peffer & Desrist 2012:402).

Peffer et. al. analysierten 148 Design Science Forschungsartikel, die in einer Reihe von Fachzeitschriften veröffentlicht wurden, hinsichtlich der verwendeten Bewertungsmethode (siehe Tabelle 4).

	Logical Argument	Expert Evaluation	Technical Experiment	Subject-Based Experiment	Prototype	Action Research	Case Study	Illustrative Scenario	none	Total
Algorithm	1		60	1				3		65
Construct	3		3	2	2			2		12
Framework	1	1			1		1	4	1	9
Instantiation			5	1	1			1		8
Method	2		14	4			7	6		33
Model	3		10		2	2		4		21
Total	10	1	92	8	6	2	8	20	1	

Tabelle 4 Verteilung der Bewertungsmethoden auf die Ergebnisformen (Peffer & DESRIST 2012:403)

Zum einen wird das Framework durch eine Beurteilung von Experten auf dem Gebiet RPA bewertet und zum anderen der Nutzen des Frameworks durch dessen Anwendung in einer synthetischen Situation veranschaulicht.

EXPERTEN-BEWERTUNG

Um den Nutzen des RPA-Frameworks für den jeweiligen Kontext zu bewerten, werden RPA-Experten aus dem jeweiligen Kontext herangezogen.

AUSWAHL DER EXPERTEN ZUR BEWERTUNG

Business Context – Frau C. Koch

Christina Koch ist Autorin des Buches „Robotic Process Automation – Ein Leitfaden für Führungskräfte zur erfolgreichen Einführung und Betrieb von Software-Robots im Unternehmen“. In ihrer Rolle als Projektleiterin bei einem DAX-Konzern leitete sie in über zehn Jahren vielzählige Großprojekte, zuletzt die konzernweite Einführung von RPA (Koch & Fedtke 2020:VII).

Scientific Context – Prof. Dr. C. Langmann

Prof. Dr. Christian Langmann hat die Professur für Controlling und Rechnungswesen an der Hochschule München inne. Schwerpunktmäßig beschäftigt er sich mit der Prozessoptimierung und der digitalen Transformation des Controllings und Rechnungswesens (Langmann 2020). 2020 veröffentlichte er das Buch „Robotic Process Automation (RPA) - Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen - Voraussetzungen, Funktionsweise und Implementierung am Beispiel des Controllings und Rechnungswesens“.

Software Vendor Context – Herr Dr. M. Müller & Herr R. Ullbrich

Dr. Matthias Müller arbeitet als Automation Advisor beim RPA-Softwareanbieter UiPath. Zu seinen Aufgaben gehört es, Kunden und Partnern das Potenzial von RPA zur Lösung von Geschäftsproblemen aufzuzeigen und sie im Umgang mit dieser innovativen Technologie zu unterstützen.

Ricardo Ullbrich ist als Partner Solution Consultant in der Region DACH bei dem RPA-Softwareanbieter Blue Prism dafür verantwortlich, mit Partnern die bestehenden Kunden zu betreuen, neue Projekte zu akquirieren und den Wissenstransfer rund um das Thema RPA zu unterstützen (Haider o. J.).

DEFINITION DER BEWERTUNGSKRITERIEN

Vor der Veröffentlichung des entwickelten RPA-Frameworks muss der Nutzen, die Qualität und die Wirksamkeit des Frameworks nachgewiesen werden (Hevner u. a. 2004:85). Dazu werden geeignete Kriterien definiert. Basierend auf den in Tabelle 2 dargestellten Gütekriterien wurden folgende Bewertungskriterien für das RPA-Framework definiert: Nutzen, Vollständigkeit, Konsistenz, Geltungsbereich, Wiedergabetreue, Eleganz und Anpassbarkeit.

BEWERTUNG DES RPA-FRAMEWORKS

Das RPA-Framework wird im Rahmen einer iterativen Bewertung von den Experten evaluiert und anschließend mit dem jeweiligen Feedback optimiert.

Auch dieser Schritt findet sich im DSR-Prozessmodell wieder (siehe Abbildung 8), indem eine Iterationsschleife von der „Evaluation“ zurück zum Schritt „Design & Development“ geführt wird. Nach jedem Bewertungszyklus wird erneut entschieden, ob zu dem dritten Schritt im DSR-Prozess zurückgegangen wird, um das RPA-Framework zu verbessern, oder ob das Ergebnis im letzten Schritt kommuniziert wird und weitere Verbesserungen erst in Folgeprojekten stattfinden (Peffer u. a. 2008:13).

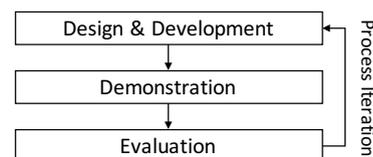


Abbildung 8 Bewertungs-Zyklen laut DSRM Prozessmodell

Folgende Grafik zeigt das Gesamtergebnis der Bewertung, in dem die Mittelwerte aller Experten berechnet wurden. Die maximale zu erreichende Punktzahl für jedes Bewertungskriterium ist 5.

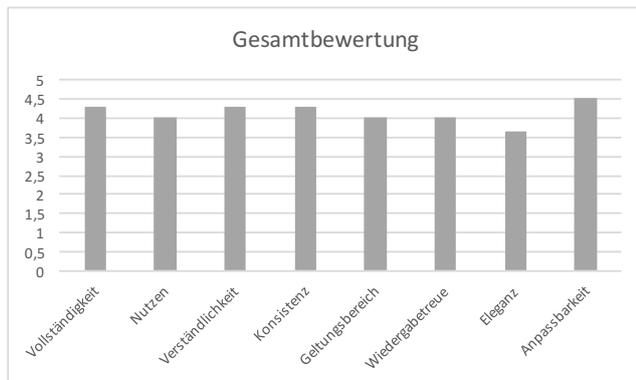


Abbildung 9 Gesamtbewertung (Mittelwerte)

ILLUSTRATIVE SCENARIO

Neben der durchgeführten Experten-Bewertung wurde das Framework durch die Bewertungsmethode „Illustrative Scenario“ bewertet. Darunter wird die Anwendung eines Artefakts auf eine synthetische oder reale Situation verstanden mit dem Ziel, die Eignung oder den Nutzen des Artefakts zu veranschaulichen.

DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND DES VORGEHENS

Mit der Entwicklung des vorgestellten RPA-Frameworks wurde ein bislang fehlender Überblick und somit eine Grundlage für die Anwendung von RPA in Organisationen geschaffen. Das Framework kann in Zukunft Unternehmen, Wissenschaftlern und Softwareanbietern bei bestehenden Herausforderungen helfen. Dafür kann es je nach Reifegrad der Organisation für die jeweiligen Bedürfnisse weiterentwickelt oder auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Den Anwendern von RPA wird es helfen, sich schneller in die Technologie einzuarbeiten und den potenziellen Leistungsumfang von RPA und den dazugehörigen Tools einzuschätzen. Für Organisationen, die sich erstmals mit der Technologie auseinandersetzen, ist das Framework möglicherweise zu umfangreich, während es für Organisationen, die RPA bereits voll umfänglich nutzen, noch weiter detailliert werden kann.

Bei der Vorgehensweise zur Entwicklung des RPA-Frameworks stellte sich die DSR-Methode als sehr geeignet heraus. Auf die recherchierte Literatur aufbauend konnte mit dem Prozess das RPA-Framework in Abstimmung mit den Experten entwickelt und anschließend evaluiert werden. Die erprobte

Methodik ist leicht verständlich und zudem für Außenstehende nachvollziehbar.

Durch die Evaluation des RPA-Frameworks durch Experten auf dem Gebiet RPA konnte der Nutzen und die Qualität des RPA-Frameworks bestätigt werden. Für eine stärkere empirische Validierung wäre eine Bewertung einer größeren, repräsentativen Stichprobe sinnvoll.

REFERENCES

Allweyer, Thomas 2016. Robotic Process Automation – Neue Perspektiven für die Prozessautomatisierung. Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik: 12.

Automation Anywhere 2020. *What's the difference between attended and unattended RPA?* Automation Anywhere. <https://www.automationanywhere.com/rpa/attended-vs-unattended-rpa> [25.8.2020].

Baker, Michael J. 2000. Writing a Literature Review. *Mark. Rev.* 1/2:219–247.

Barton, Thomas, Müller, Christian & Seel, Christian (Hg.) 2018. Digitalisierung in Unternehmen: von den theoretischen Ansätzen zur praktischen Umsetzung. *Angewandte Wirtschaftsinformatik*. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Brettschneider, Jennifer 2020. Bewertung der Einsatzpotenziale und Risiken von Robotic Process Automation. *HMD Prax. Wirtsch.* 57/6:1097–1110.

Cai, Jingmin u. a. 2020. *Jahrbuch Angewandte Hochschulbildung 2018 Deutsch-chinesische Perspektiven und Diskurse*. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27273-9> [30.5.2021].

DIN Deutsches Institut für Normung e. V 2015. DIN EN ISO 9000 Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2015).

Geißler, Otto 2019. *Was ist Skalierbarkeit?*. <https://www.datacenter-insider.de/was-ist-skalierbarkeit-a-852037/> [3.6.2021].

Graf, Dittmar 2009. Concept Mapping als Instrument zur Wissensdiagnostik. <https://www.meinunterricht.de/arbeitsblaetter/deutsch/kommunikation/dokument/concept-mapping-als-instrument-zur-wissensdiagnostik/> [17.8.2020].

Gross, Michaela 2019. Unternehmensorganisation - Erklärungen & Beispiele. *Unternehmerlexikon.de*. <https://www.unternehmerlexikon.de/unternehmensorganisation/> [18.1.2021].

Haider, Farhan *Was macht RPA und Blue Prism Aus? – Antworten aus dem Team von Blue Prism - Exklusiv Interview mit Ricardo Ullbrich*. Synpulse Magazine -. https://themagazine.synpulse.com/de/2019_11_14_rpa-und-blue-prism/ [27.1.2021].

Hevner, Alan 2007. A Three Cycle View of Design Science Research. *Scand. J. Inf. Syst.* 19/.

Hevner, Alan u. a. 2004. Design Science in Information Systems Research. *Manag. Inf. Syst. Q.* 28/1:75.

Koch, Christina & Fedtke, Stephen 2020. *Robotic Process Automation - ein Leitfaden für Führungskräfte zur erfolgreichen Einführung und Betrieb von Software-Robots im Unternehmen*. Place of publication not identified: MORGAN KAUFMANN.
<http://public.eblib.com/choice/PublicFullRecord.aspx?p=6202750> [29.9.2020].

Langmann, Christian 2020. Person - Prof. Dr. Christian Langmann. Prof. Dr. Christian Langmann | Dr. Langmann Consulting & Training. <https://www.c-langmann.de/person> [26.11.2020].

Langmann, Christian & Turi, Daniel 2020. *Robotic Process Automation (RPA) – Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen - Voraussetzungen, Funktionsweise und Implementierung am Beispiel des Controllings und Rechnungswesens*. Place of publication not identified: GABLER.

Latniak, Erich 1999. Erfahrungen mit dem betrieblichen Einsatz arbeitswissenschaftlicher Analyseinstrumente. *Arbeit* 8/2:179–196.

Leitner, Martin 2018. HEP - Hoschulentwicklungsplan 2018. https://w3-mediapool.hm.edu/mediapool/media/dachmarke/dm_lokal/hm/verffentlichungen_1/hep/HEP.pdf [10.12.2020].

Meise, Volker 2001. Ordnungsrahmen zur prozessorientierten Organisationsgestaltung: Modelle für das Management komplexer Reorganisationsprojekte. *Schriftenreihe Studien zur Wirtschaftsinformatik 10*. Hamburg: Kovač.

O A 2019. Predictions 2020: Strike Teams And New Services Drive Automation. Forrester. <https://go.forrester.com/blogs/predictions-2020-automation/> [10.12.2020].

Peppers, Ken u. a. 2008. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *J. Manag. Inf. Syst.* :45–77.

Peppers, Ken & DESRIST (Hg.) 2012. Design science research in information systems: advances in theory and practice ; 7th international conference, DESRIST 2012, Las Vegas, NV, USA, May 14 - 15, 2012 ; proceedings. *Lecture notes in computer science 7286*. Heidelberg: Springer.

Scheppler, Björn & Weber, Christian 2020. Robotic Process Automation. *Inform. Spektrum* 43/2:152–156.

Smeets, Mario, Erhard, Ralph & Kaubler, Thomas 2019. *Robotic Process Automation (RPA) in der Finanzwirtschaft: Technologie - Implementierung - Erfolgsfaktoren für Entscheider und Anwender*. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26564-9> [26.8.2020].

Systems, Firma AmdoSoft 2019. Neue Herausforderungen für RPA Anbieter. *Software-Journal*. <https://www.software-journal.de/2019/06/21/neue-herausforderungen-fuer-rpa-anbieter/> [26.1.2021].

Taulli, Tom & Safari, an O'Reilly Media Company 2020. *The Robotic Process Automation Handbook A Guide to Implementing RPA Systems*. <https://learning.oreilly.com/library/view/-/9781484257296/?ar> [4.8.2020].

Thompson, Marty 2019. Effective Business Process Automation: The Hybrid RPA Approach. Clear Software. <https://clearsoftware.com/hybrid-business-process-automation/> [14.9.2020].

UiPath 2020. *Attended, unattended und hybrid - Automation eGuide | UiPath*. <https://www.uipath.com/de/lp/solutions/whitepapers/attended-unattended-hybrid> [25.8.2020].

Von Heimburg, York 2020. Studie Robotic Process Automation 2020 - Die wichtigsten Ergebnisse. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewifq5PBqJDrAhUx4UKHYTCAj0QFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.blueprism.com%2Fuploads%2Fresources%2Fwhitepapers%2FIDG-Studie2020-RPA_WP_blueprism_4-2.pdf&usg=AOvVaw1v2IXIe0vJbQuGqE0aHMK0 [10.8.2020].

AUTHORS BIOGRAPHIES

PHILIPP HUCHT ist Absolvent des Masterstudiengangs Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule München. Sein Interessenschwerpunkt liegt im Prozess- und Risikomanagement, worin er auch bereits erste Berufserfahrungen sammeln konnte.

JÖRG PUCHAN ist Professor für angewandte Informatik in der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule München. Seine Tätigkeitsschwerpunkte in der Forschung und Lehre liegen in den Bereichen IT-Management und Informatik in der Wirtschaft sowie der angewandten Informatik.

BUSINESS JETS – A PROFOUND ESTIMATION OF HOURLY OPERATING COSTS DEPENDING ON AIRCRAFT CLASS

Matthias Bieberbach
Department of Industrial Engineering
Tor Vergata University of Rome
I-00133 Rome, Italy
E-Mail: matthias.bieberbach@t-online.de

KEYWORDS

Business aviation, cost aspects, aircraft class.

ABSTRACT

Compared to airlines with a fixed schedule and direct flights only on busy routes, business jets provide an alternative to transport business leaders and other personnel on short-term notice and by direct air transport to nearly any destination worldwide. As hardly any specific numbers contributing to the total hourly rate are published in standard literature, this paper will analyze and unite data from all sorts of alternative resources, especially industry reports, publications of market operators and numerous branch publications on the internet. Some cost aspects adding up to the total hourly rate will be described more precisely, whereas other values will be presented in tables without detailed derivation for the purpose of keeping the extent of this paper within the required limit. However, it has been deemed important not to pool cost aspects but to demonstrate the full variety of all major influencing costs. Interested readers are encouraged to contact the author directly for additional information available in course of his doctoral thesis. The numbers presented within this study are part of this thesis and serve as the basis of a more detailed and individual evaluation whether it is economically reasonable for a corporation to operate an own aircraft rather than using third-party flight services.

CLASSIFICATION OF BUSINESS JETS

“Starting from Small Compact Light Jets, sometimes referred to as VLJs (Very Light Jets), informal classifications range up to what in industry lingo are called bizliners” (Gollan 2015). The common classification of airliners into short-range, medium-range and long-haul aircraft has been further refined in the business aircraft industry. While VLJs offer new perspectives in the operation of jet-driven aircraft, bizliners extend the upper demarcation of conventional business jets (Tremesberger 2008). Manufacturers and specialist companies offer individual cabin outfitting options (Harrison 2011; Hegmann 2016). Aspects such

as takeoff mass, performance, range, avionics and cabin size play a major role regarding the following classifications now agreed upon and used internationally (Erdmann et al. 2005; Tremesberger 2008; Gollan 2015). The table below will provide an overview of the mentioned class division (Erdmann et al. 2005; Tremesberger 2008; Sterzenbach et al. 2009; Bean 2018a; Hebert 2019; Picheta 2018):

Table 1: Classification of business jets

Class	MTOM [lbs]	Number of seats	Range [NM]
Very light / Entry	5.500 – 13.000	4 – 7	1100 - 1300
Light	13.000 – 20.000	6 – 8	1400 - 2000
Light medium	20.000 – 33.000	7 - 9	1940 - 2700
Medium	33.000 – 50.000	8 – 12	2000 - 3400
Long-range	50.000 – 80.000	5 - 19	3100 - 4500
Ultra long-range	80.000 - 115.000	5 -19	5000 - 7700
Bizliner	> 100.000	8 – 120	up to 11645

The following paragraphs will provide more detailed information on the respective classes.

Very light / Entry class

Being the smallest available jet-driven aircraft, representatives of this class are the main competitors for piston and turbo-prop aircraft (Erdmann 2005). This class constitutes a very young and technologically innovative class with a large potential due to very good performance figures offering access to short runways as well as the possibility of being piloted by a single person (Biermann 2007; Budd and Graham 2009). Therefore, very light jets have a huge potential for usage especially by air taxi operators (Biermann 2007) and are subject of development of many designs (Duchaine 2010),

including limited cabin amenities. Typical examples of this class are Cirrus Vision, ONE Aviation Eclipse and Honda HondaJet (Clarke 2018; Cox 2008).

Light class

This class represents the biggest segment in the market regarding fleet size (Kern 2008). Main advantages are as well performance capabilities in terms of takeoff and landing distances and therefore access to many small airfields (Erdmann 2005). Offering more in-cabin comforts, typical examples of this class are Embraer Phenom 300, Citation Citation CJ 1-4, Hawker 400 and Learjet 40/45.

Light-medium / Medium class

Aircraft of the light-medium category constitute the second largest share of the business jet fleet (Kern 2008). The rise of fractional ownership model has originally boosted the demand for medium class aircraft (Tremesberger 2005). Providing toilets and an environment for working, aircraft such as the Learjet 60, Falcon 2000 and the Bombardier Challenger 300 series are the most popular aircraft within this category with the bigger ones among them already providing limited intercontinental range (Erdmann 2005).

Long-range class

Featuring larger cabin sizes with further increased amenities and various options of customization (Hegmann 2016), long-range aircraft can cover flight times of ten hours and above (Padfield 2012), thus connecting Europe with any destination in North America or South Africa. The market is dominated by three manufacturers (Erdmann 2005; Tremesberger 2008): Bombardier (Challenger 650, Global 5000), Dassault (Falcon 7X) and Gulfstream (Gulfstream 350/450).

Ultra long-range class

This segment sets a new benchmark regarding performance and luxury as well as costs. Bombardier and Gulfstream have developed its top-of-the-range models for almost unlimited intercontinental travel (Tremesberger 2005). Featuring amenities such as high-speed internet for video conferences (Bombardier 2018a), distinct sleeping areas and optional bathrooms including showers (Harrison 2013), the Bombardier 7500 and Gulfstream 650ER promise a comfortable journey no matter how long it will take (Rimmer 2018).

Bizliner

The level of comfort on the above-mentioned aircraft can only be beaten by even more space (Mose 2014). On

that basis, common airline manufacturers Airbus, Boeing and Embraer offer established airliners fitted with individual cabin interiors. They “feature private bedrooms, showers, board tables, media rooms and plenty of legroom to spread out in leather lounge chairs” (Gollan 2015). Standard single aisle aircraft as the Airbus 320 series and the Boeing 737 are the most common types in this class (Mose 2014; Tremesberger 2008), but beyond economical considerations regarding the operation, any airliner of any category (Hegmann 2016) can be converted and equipped according to personal requirements (Picheta 2018).

For easier reference, this paper will use only four combined classes of aircraft and respective abbreviations: Very light to light-medium (L), Medium (M), Long-range / Ultra long-range (LR) and Bizliner (BL).

TOTAL OPERATING COST ASPECTS

Seen from an economic view, “aircraft should be evaluated as business tools, just like a computer. They should justify their presence or be discarded” (Southwick 2017). This chapter will define a detailed view on the specific cost aspects contributing to a total hourly rate regarding pure operating costs. As this paper aims to provide reliable average values, a typical user profile has been applied and costs adapted accordingly. Many of the costs can easily be expressed in an hourly rate, such as fuel consumption, whereas average ground costs will vary with leg length. Other costs, such as crew salaries, are independent from any flight event and have a fixed value per year. At the end of this study, all these values will be entered into a matrix providing hourly rates for various yearly flight hour volumes. As aviation is a global business, all costs will be indicated in USD. Those costs contributing to business jet operating costs, like any costs in general, are distinguished between fixed and variable costs. “Fixed costs are those that, in the short term, stay constant as changes in sales volume occur” (Tennent 2008). So, independent from the amount of applicable flight hours (Cannon and Richey 2012), these costs have to be covered and are “not escapable within one scheduling period” (Doganis 2002). Examples for fixed costs are depreciations, scheduled maintenance costs and salaries (Castro 2011; Mensen 2003) and they “do not vary in the short or medium term” (Seristö 1995) or with “level of activity” (McKnight 2010). Conversely, variable costs are “immediately escapable costs” (Doganis 2002) which are directly connected to a specific flight event (McKnight 2010) and once they occur, cannot be influenced or foreseen during a scheduling period (Cannon and Richey 2012; Mensen 2003).

In the ensuing subchapters, each contributor will be explained and respective numbers being retrieved. At the end of each of these subchapters, the same format of table will be shown, presenting costs of this particular subchapter divided into the discussed aircraft classes. As a final result of this study, all these values will be added and then broken down to an average hourly rate for several sets of yearly flight hours.

Crew salaries

On most aircraft a crew consists of two pilots and one flight attendant. On long-range flights, a third pilot might be necessary due to flight duty regulations, whereas some smaller aircraft air certified for single pilot operation (Horne 2017; Shook 2018). One of the arguments discussed above for using business jets has been flexibility for the user, which however is highly connected to the amount of crew employed and therefore is an important factor for total costs. Considering typical mission profiles and respective industry standard crewing factors for the respective classes and its operational potential, the following number of crew members does reflect industry standard:

Table 2 – Required amount of crew

Aircraft class	Number of captains	Number of first officers	Number of cabin crew
L	1	1	1
M	2	1	1
LR	3	2	2
BL	4	2	2

Standard industry monthly salaries for crew very much depend on aircraft size and are reflected in the following table (bizjetjobs.com 2019; aviationjobsearch 2019; Sparks 2018; Sherpareport 2013; Young-Brown 2016; Sherpareport 2014; betteraviationjobs.com; Wyndham 2020a; Raouna 2014):

Table 3 – Crew salaries per month

Aircraft class	Captain salary	First officer salary	Cabin crew salary
L	7.000	4.000	Not applicable
M	9.000	6.500	3.000
LR	12.000	8.000	5.000
BL	11.000	7.500	5.000

Combining data from table 2 and 3, accumulated yearly salary costs are as follows:

Table 4 – Crew salaries per year

Aircraft class	Yearly total crew salaries
L	132.000
M	330.000
LR	888.000
BL	636.000

Crew additional costs

Depending on type and frequency of operation, additional costs for crew will apply, such as costs for accommodation, crew travel (Grün and Wills 2018; Krautscheid and Sauter-Servaes 2016; Schober et al. 2018, kiwi.com 2017) and daily allowances. A typical operational and crewing scenario as per the previous chapter with associated industry rates leads to the following yearly costs:

Table 5 – Crew additional costs

Aircraft class	Yearly total crew auxiliary costs
L	39.600
M	108.000
LR	421.200
BL	314.400

Training costs

Pilot licences must be renewed each year, usually requiring a theoretical and practical training, including a check flight. This can either be done by certified in-house training or at an approved training facility (Cannon and Richey 2012). Like crew salaries, costs rise with size and complexity of the respective aircraft type, except for bizliners. As bizliners are built based on common airliners, there are way more training facilities available worldwide and due to a higher number of offers compared to pure business jets, prices are significantly lower. Recurrent costs for aircraft types well established in the aviation sector (Sparks 2018), the average value for respective recurrent trainings has been selected to be 10.000€.

The following table presents standard industry values for the minimum recurrent training required per year and pilot (Wyndham 2020a; Wyndham 2020b; Wyndham 2020c, Wyndham 2020d):

Table 6 – Recurrent costs

Aircraft class	Yearly recurrent costs per pilot
L	15.000
M	26.000
LR	43.000
BL	5.000

Using the scenario allocation as before and adding cabin crew (Corporate Flight Training 2020) as well as crew emergency training (Faruqi 2020), the following table presents the total yearly training costs per aircraft class:

Table 7 – Total yearly training costs

Aircraft class	Scenario number	Yearly total crew training costs
L	1	32.400
M	2	82.350
LR	4	266.700
BL	3	34.900

Key flight department personnel

A certain number of key positions must be filled within a flight department due to legal requirements, such as flight operations manager, training manager, safety manager and others (Cannon and Richey 2012). These positions can be filled with pilots who are employed anyway. Assuming two nominated persons and using adapted researched salary surcharges (bizjetjobs.com 2019), the total yearly costs for such a minimum flight department personnel will be as the following table:

Table 8 – Salary surcharges

Aircraft class	Yearly costs for management personnel
L	16.200
M	21.600
LR	34.560
BL	36.720

Administration costs

Even though administration is highly likely to vary with the individual operational setup, a lump value of 5.000 USD per year is realistic for a small office and basic IT equipment.

Fuel costs

The following table represents average fuel consumption per aircraft class for a sector length consistent to respective aircraft class (Young-Brown 2015; Chase 2015):

Table 9 – Average fuel consumption of aircraft classes

Aircraft class	Fuel consumption [gal/h]
L	135
M	280
LR	500
BL	700

Even though the price for jet fuel as traded by refineries is quite stable around the world (IATA 2021), “taxes, fees and markups do vary and are the reason for disparities in retail prices” (Thurber 2008). Except for states within Central Europe, where jet fuel for commercial flights is exempted from some taxes (Woods 2012), prices are the same for private and commercial operation. For this study, an operation within or mainly out of Europe will be considered and therefore an equally blended price between commercial and private operation (Fuelworx 2021) will be used to derive the values for the following table:

Table 10 – Fuel cost per hour

Aircraft class	Fuel costs per flight hour
L	498
M	1032
LR	1843
BL	2580

Ground costs

These costs are the sum of all services on the ground, including passenger handling, toilet and potable water services as well as crew support and apply per flight event. The following values for average ground fees per flight hour have been researched for a flight profile consistent with the respective aircraft class (JetNet 2021; Operations Planning Guide 2018):

Table 11 – Ground cost per hour

Aircraft class	Average ground fees per flight hour
L	50
M	120
LR	250
BL	400

Flight planning and dispatch

Costs for slot bookings, overflight permits and route planning (Cordes 2007) are usually charged by specialized service providers per flight event. Combining respective prices (Schaller 2021) with an average sector length of 50% of the maximum endurance in terms of time of the respective aircraft class (Ellis 2019), the following costs per flight hour apply:

Table 12 – Costs for flight planning per hour

Aircraft class	Flight planning costs per leg	Average sector length [hrs]	Average flight planning costs per hour
L	60	1,5	40
M	120	2,5	48
LR	250	6	42
BL	250	5	50

Aircraft software and databases

A profound flight operation requires modern digital aircraft documentation and support software, such as performance calculations and chart as well as performance and navigation databases. Average costs for software licences and databases satisfying basic requirements are as per the following table (Sherpareport 2013; Sherpareport 2014; Young-Brown 2016; Copley 2018; Operations Planning Guide 2018):

Table 13 – Software costs per year

Aircraft class	Yearly license and database fees
L	5.000
M	40.000
LR	63.000
BL	63.000

CAMO management

Each aircraft has to be taken care of by a CAMO department whose task it is to constantly monitor and maintain the airworthiness of an aircraft according to certified manufacturer instructions (De Florio 2006), organizing and documenting all scheduled and unscheduled maintenance and keeping all certification papers as per the respective state of registry up to date (Cannon and richey 2012). A market salary for a well-trained CAMO manager including necessary software

can be estimated at 95.000 USD (Avjobs.com 2020; Wyndham 2020a; Wyndham 2020d).

Maintenance costs

Maintenance events are referred to as both, scheduled and unscheduled actions. Scheduled maintenance is required to maintain the aircraft in serviceable condition (Ahmadi 2010) and depends on either total flight hours, total cycles or total flight time of an aircraft and therefore can easily be predicted and planned (Hessburg 2000; Hölzel and Gollnich 2015). Contrary, unscheduled maintenance covers spontaneous malfunctions impeding aircraft operation (Ahmadi 2010), including AOG conditions which immediately ground an aircraft as per manufacturer provisions until the problem has been rectified (Wagner and Fricke 2006). The following table shows average total maintenance costs for the different aircraft classes as well as the share of included reserves for long-term engine overhauls (Operational Planning Guide 2018; Wyndham 2020a; Newby 2015; Sherpareport 2013; Wyndham 2020b; Wyndham 2020c; Young-Brown 2016; Wyndham 2020d; Copley 2018; JetNet 2021; Humeira et al. 2016; Aircraft Commerce 1999; Liberty Jet 2020):

Table 14 – Maintenance costs per hour

Aircraft class	Average total maintenance costs per flight hour	Average share of reserves included [%]
L	900	50
M	1500	50
LR	2000	65
BL	1500	60

Aircraft software and databases

Legal requirements call for respective insurances for each individual aircraft, varying with maximum takeoff mass and the number of approved passengers (Department of Transportation; European Council 2004). The next table presents yearly average insurance costs depending on aircraft class as a sum of realistic hull and liability insurance (Wyndham 2020a; Wyndham 2020b; Wyndham 2020c; Wyndham 2020d; Newby 2015; Sherpareport 2014; Operations Planning Guide 2018; JetNet 2021; Copley 2017):

Table 15 – Insurance costs per year

Aircraft class	Insurance fee per year
L	25.000
M	40.000
LR	75.000
BL	130.000

Total hourly costs

For a better overview and as a preparation for the matrix intended to break down all respective figures to hourly costs referring to a certain yearly flight hours volume, the following table will provide a summary of all cost factors discussed before:

Table 16 – Sum of hourly costs

Cost aspect	Aircraft class			
	L	M	LR	BL
Fixed costs per year				
Crew salaries	132.000	330.000	888.000	636.000
Add. costs	39.600	108.000	421.200	314.400
Training costs	32.400	82.350	266.700	34.900
Key personnel	16.200	21.600	34.560	36.720
CAMO	95.000	95.000	95.000	95.000
Insurance	25.500	40.000	75.000	130.000
Admini- stration	5.000	5.000	5.000	5.000
Software / DB	5.000	40.000	63.000	63.000
TOTAL	350.700	721.950	1.848.460	1.315.020
Variable costs per hour				
Fuel	498	1032	1843	2580
Flight planning	40	48	42	50
Ground	50	120	250	400
Mainte- nance	900	1500	2000	1500
TOTAL	1.488	2.700	4.135	4.530

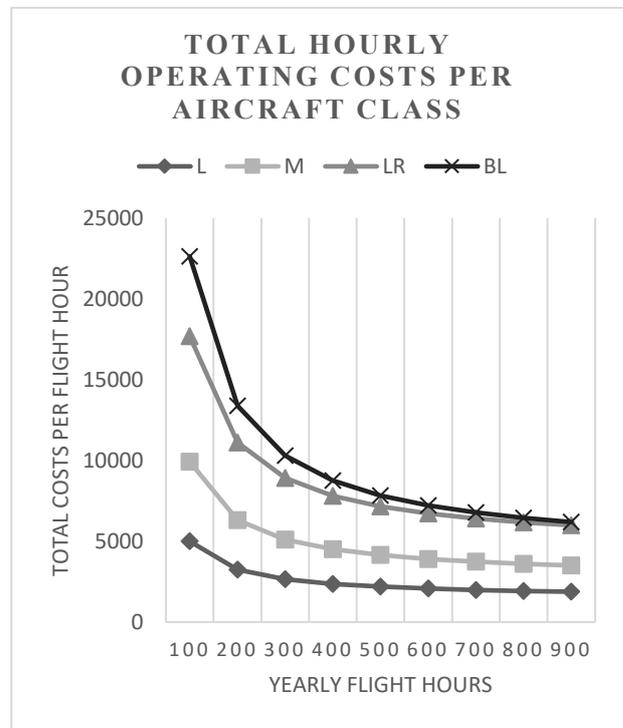
HOURLY RATES

The following matrix will combine all values from the previous chapters and derive an hourly rate for each aircraft class by summing up all applicable fixed and variable costs and dividing them by a set of yearly total flight hours per aircraft. It is important to state that these are pure operating costs and based on a user profile equivalent to respective aircraft design. Neither financing costs, costs for depreciation nor gains due to opportunity costs are considered at all at this point.

Table 17 – Total hourly rates

Yearly flight hours	Aircraft class			
	L	M	LR	BL
100	4995	9920	22620	17680
200	3242	6310	13377	11105
300	2657	5107	10297	8913
400	2365	4505	8756	7818
500	2189	4144	7832	7160
600	2073	3903	7216	6722
700	1989	3731	6776	6409
800	1926	3602	6446	6174
900	1878	3502	6189	5991

The following diagram clearly indicates the effect of the hourly rate decreasing with increasing flight volume.



Figures 1 – Total operating costs

The interesting effect of hourly costs showing a significantly lower rate of reduction with increasing flight hour volume for all aircraft classes considered, especially above 400 hours. This trend can be traced back to the fact that fixed costs per hour reduce when being spread over more hours, whereas variable costs only increase linear with yearly flight hours.

CONCLUSION

This study has provided a well-researched idea of pure operating costs of the major classes of business jets.

While there certainly are differences between specific types within these classes, the presented numbers do represent a clear magnitude. Researching apparently easy to find material does however pose a challenge in the context of the chosen topic as such data is not published within standard literature but needs to be drawn from industry-specific material which to a large extent is available on respective internet sources. This data set will be used for the superior objective of the associated doctoral thesis of finding the break-even flight hours above which the operation of an own business jet does pay off compared to external flight services of the same extent in regards of flight volume. Expanding the values presented in this study with cost reducing factors such as potential tax saving effects caused by depreciation (Bean 2018b) or opportunity costs caused by saved travel times and effective time to work enroute (Jorge-Calderón 2014) converted into monetary terms, the hourly rates as stated above have the potential to be lowered significantly and thus the break-even flight hours as well. Therefore, they are a vital element for the further progress of the respective PhD thesis.

AUTHOR BIOGRAPHIES



Matthias Bieberbach was born in Nuremberg, Germany and started his career within the German Air Force in 1997 as a cadet. As a young officer he graduated from the University

of the Federal Armed Forces in Munich with a diploma in aeronautical engineering before completing pilot training at Lufthansa's pilot school. While serving as a pilot for the German governmental squadron, he completed studies of business administration as an MBA at the University of Applied Sciences in Wildau. After his military career, he continued to work as full-time pilot with various operations as captain on the Bombardier Global Series. Aiming to top off his wide experience and exceptional combination of piloting, engineering and managerial experience, he is currently working on his PhD thesis at the Tor Vergata University of Rome. His e-mail address is: matthias.bieberbach@t-online.de and his professional profile can be found at linkedin.com/in/mbieberbach.

REFERENCES

- Ahmadi, A. 2010. *Aircraft scheduled maintenance programme development*. Luleå University of Technology
 Aircraft Commerce. 1999. "A320 maintenance cost analysis". In *Aircraft Commerce* No. 5, May/June 1999, p. 38 – 48

- Aviationjobsearch.com. 2019, "Salary report 2019". <https://blog.aviationjobsearch.com/wp-content/uploads/2020/02/AJS-Salary-report-2018-19-FINAL.pdf> [accessed 2020/11/26]
- Avjobs.com. 2020. "Aviation business operations salary, wages & pay". <https://www.avjobs.com/salaries-wages-pay/index.asp?c=businessops> [accessed 2020/12/11]
- Bean, L. 2018a. "The Bombardier Global 7000's ultra-long range just got longer". <https://robbreport.com/motors/aviation/bombardier-global-7000-ultra-long-range-jet-longer-range-2790181/> [accessed 2018/12/29]
- Bean, L. 2018b. "Jets and taxes: 5 things business jet owners need to know about the new tax law". <https://robbreport.com/motors/aviation/jets-and-taxes-5-things-business-jet-owners-need-to-know-about-the-new-tax-law-2773590/> [accessed 2021/05/15]
- Betteraviationjobs.com. 2020. "Corporate jet pilot salary study (2020)". <https://betteraviationjobs.com/news/corporate-jet-pilot-salary-study-2020/> [accessed 2020/11/27]
- Biermann, T. (2007), Wie fliegen wir morgen? – Neue Tendenzen im Luftverkehr. In *TFH Wildau – Wissenschaftliche Beiträge 2007*, p. 7-10
- Bizjetjobs.com. 2019. "2019 Pilot salary survey results". <https://bizjetjobs.com/pilot-salary-survey/#chief> [accessed 2020/11/24]
- Bombardier (2018a), "Ka-band". <https://businessaircraft.bombardier.com/sites/default/files/2018-10/GlobalKaBand.pdf> [accessed 2018/11/03]
- Budd, L. and B. Graham. 2009. "Unintended trajectories: liberalization and the geographies of private business flight". In *Journal of Transport Geography* Vol. 17(4), p. 285-292
- Cannon, J. and F. Richey. 2012. *Practical applications in business aviation management*, Plymouth
- Castro, R. 2011. *Corporate aviation management*, Carbondale
- Chase, M. 2015. "Boeing BBJ versus Airbus ACJ320". <https://www.avbuyer.com/articles/jets-comparison/boeing-bbj-versus-airbus-acj320-43110> [accessed 2021/01/05]
- Chase, M. 2019. "Bombardier Global 5000 vs. Dassault Falcon 7X". <https://www.avbuyer.com/articles/jets-comparison/bombardier-global-5000-vs-dassault-falcon-7x-112055> [accessed 2021/05/16]
- Clarke, C. 2018. "The very best light jets in the sky today". <https://www.popularmechanics.com/flight/g21098242/best-light-jet-airplanes/> [accessed 2018/12/28]
- Copley, N. 2017. "The costs to own and operate a Falcon 7X". <https://www.sherpareport.com/aircraft/costs-falcon-7x.html> [accessed 2021/03/13]
- Copley, N. 2018. "The costs to own and operate a Gulfstream G550". <https://www.sherpareport.com/aircraft/costs-own-g550.html> [accessed 2020/12/08]
- Cordes, A. 2007. "Job profile and training requirements for European flight dispatchers". <http://eufalda.org/wp-content/uploads/2016/11/Dispatch-Study.pdf> [accessed 2021/01/13]

- Corporate Flight Training. 2020. "VIP Flight Attendant Training". https://www.corporateflighttraining.com/courses/vip_flight_attendant_training/ [accessed 2020/11/24]
- Cox, B. 2008. "The day of the personal jet". <https://www.planeandpilotmag.com/article/the-day-of-the-personal-jet/> [accessed 2018/12/27]
- De Florio, F. 2006. *Airworthiness – An introduction to aircraft certification*, Oxford
- Department of Transportation. 1992. "Aircraft accident liability insurance – Minimum coverage". <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/14/205.5> [accessed 2021/01/16]
- Doganis, R. 2002. *Flying off course – The economics of international airlines*, New York
- Duchaine, G. 2010. "Vision du future". In *AIR – Magazine des gens d'affaires Volume 26*, Numéro 1, Février à Avril 2010, p. 14 – 17
- Ellis, C. 2019. "The cost of flight on a private jet in the USA". <https://www.aircharterserviceusa.com/about-us/news-features/blog/how-much-does-it-cost-to-charter-a-private-jet> [accessed 2020/12/11]
- Erdmann, C. et al. (2005), *Business Jets: Markt, Betreibermodelle, Eigentümer, Markttrends, Gebrauchtmarkt, HSH-Nordbank Branchenstudie*, Hamburg
- European Council. 2004. "Regulation (EC) No 785/2004 of the European parliament and of the council of 21 April 2004 on insurance requirements for air carriers and aircraft operators". <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0785&from=EN> [accessed 2021/01/16]
- Faruqi, F. 2020. RE: New message from „contact page“. Message to: Bieberbach, M., 2020/11/27
- Fuelworx. 2021. Data retrieved using access data on a commercial fuel price portal, temporarily assigned by a confidential supporter on special request. <https://prices.fuelworx.aero/login.php> [accessed 2021/01/12]
- Gollan, D. 2015. "A beginners guide to choosing your private jet". <https://www.forbes.com/sites/dougcollan/2015/11/15/a-beginners-guide-to-choosing-your-private-jet/#7b4ccdf55076> [accessed 2018/12/26]
- Grün, G.-C. and T. Wills. 2018. „Zug versus Flugzeug: Wie viel kostet Reisen wirklich?“. <https://www.dw.com/de/zug-versus-flugzeug-wie-viel-kostet-reisen-wirklich/a-45257207> [accessed 2021/01/15]
- Harrison, K. 2011. "Outfitting your aircraft's cabin". <https://www.bjtonline.com/business-jet-news/outfitting-your-aircrafts-cabin> [accessed 2018/12/26]
- Harrison, K. 2013. "Cabin Comforts". <https://www.bjtonline.com/business-jet-news/cabin-comforts-3> [accessed 2018/11/02]
- Hebert, J. 2019. "Business jet aircraft comparison: Gulfstream G700 vs Bombardier Global 7500". <https://magellanjets.com/private-aviation/business-jet-aircraft-comparison-gulfstream-g700-vs-bombardier-global-7500/> [accessed 2021/05/16]
- Hegmann, G. 2016. „Die extravaganten Wellness-Jets der Superreichen“. <https://www.welt.de/wirtschaft/article155975401/Die-extravaganten-Wellness-Jets-der-Superreichen.html> [accessed 2018/12/26]
- Hessburg, J. 2000. "Scheduled maintenance tasks". <https://www.aviationpros.com/home/article/10388703/scheduled-maintenance-tasks> [accessed 2019/02/06]
- Hölzel, N. and V. Gollnick. 2015. "Analysis of Prognostics and Condition-based Maintenance Concepts for Commercial Aircraft Considering Prognostic Errors". In *Proceedings of the Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society 2015*, p. 509 - 524
- Horne, T. 2017. "Single-pilot directory: The single pilot lineup". <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2017/august/pilot/turbine-single-pilot-directory> [accessed 2019/02/07]
- Humaira, N. et al. 2016. "Aircraft scheduled airframe maintenance and downtime integrated cost model". In *Advances in Operations Research, February 2016*, p. 1-12
- IATA. 2021. "Jet fuel price monitor". <https://www.iata.org/en/publications/economics/fuel-monitor/> [accessed 2021/01/05]
- JetNet. 2021. Data retrieved using access data on a commercial fuel price portal, temporarily assigned by a confidential supporter on special request. <https://www.jetnetevolution.com/Default.aspx> [accessed 2021/02/13]
- Jorge-Calderón, D. 2014. *Aviation investment*, Farnham
- Kern, J.-H. 2008. *Analyse der Wettbewerber auf dem Markt des kommerziellen Bedarfsflugverkehrs*, München
- Kiwi.com. 2017. "Flight price index 2017". https://www.kiwicomstories.com/wp-content/uploads/2017/05/Flight_Price_Index_2017_DE_EUR.pdf [accessed 2021/01/15]
- Krautscheid, T. and T. Sauter-Servaes. 2016. „Mythos Billigflieger – Systematischer Preisvergleich zeigt Preisvorteil der Bahn“. In *ETR Swiss, September 2016*, p. 144 – 147
- Liberty Jet. 2020. "Jet performance and specifications". <https://www.libertyjet.com/private-jet-fleet.aspx> [accessed 2020/12/08]
- Mose, J. 2014. "Buying your first bizliner". <https://www.bizavadvisor.com/buying-your-first-bizliner/> [accessed 2021/05/29]
- McKnight, P. 2010. "Airline economics". In *Gleich, R. / Wald, A. (2010), Introduction to aviation management*, p. 25-54
- Mensen, H. 2003. *Handbuch der Luftfahrt – I. Auflage*, Berlin
- Newby, N. 2015. "The costs to own and operate a Cessna CJ3". <https://www.sherpareport.com/aircraft/costs-cessna-cj3.html> [accessed 2020/12/08]
- Operations Planning Guide. 2018. "How to use the operating costs guide". In *Business & Commercial Aviation 08/2018, Vol. 114*, p. 42 - y
- Padfield, R. 2012. "Jets for the long haul". <https://www.barrons.com/articles/SB50001424053111903935304577380262461370738> [accessed 2018/12/28]

- Picheta, R. 2018. "Boeing launches business jet capable of world's longest flight". <https://edition.cnn.com/travel/amp/boeing-business-jet-longest-flight-scli-intl/index.html> [accessed 2018/12/28]
- PPS Flight Planning. 2021. "Solutions – Flight service providers". <https://ppsflytplaning.com/solutions/flight-service-providers/> [accessed 2021/01/16]
- Raouna, K. 2014. "How to become a private flight attendant". <https://www.careeraddict.com/become-a-vip-flight-attendant> [accessed 2019/02/07]
- Rimmer, D. 2018. "Bombardier launches new ultra-long-range jets". <https://www.thebalancecareers.com/bombardier-launches-new-ultra-long-range-jets-282805> [accessed 2018/12/29]
- Savard, D. 2016. "TrainingPort.net renews multi-year online crew training agreement with AirSprint Inc.". <https://infoaeroquebec.net/trainingport-net-renews-multi-year-online-crew-training-agreement-with-air-sprint-inc/> [accessed 2020/11/16]
- Schaller, D. 2021. RE: PhD-Thesis, Anfrage, message to: Bieberbach, M., 2021/01/21
- Schober, A. et al. 2018. „Billigflieger auf Flughöhe Null – Bahn gewinnt europäischen Preisvergleich“. In *ETR Swiss, Oktober 2018*, p. 70 - 74
- Seristö, H. (1995), *Airline Performance and costs*, Helsinki
- Sheffield, School of Aeronautics. 2021. "Why does the aircraft dispatcher salary start so low?". <https://www.sheffield.com/articles/aircraft-dispatcher-salary-start> [accessed 2021/01/13]
- Sherpareport. 2013. "The costs of buying and operating an Embraer Phenom 300". <https://www.sherpareport.com/aircraft/aircraft-overview/costs-embraer-phenom-300.html> [accessed 2020/11/27]
- Sherpareport. 2014. "The costs of buying and operating a Challenger 605". <https://www.sherpareport.com/aircraft/costs-challenger-605.html> [accessed 2020/11/27]
- Shook, K. 2018. "What is the biggest private jet flyable by a single pilot?". <https://www.quora.com/What-is-the-biggest-private-jet-flyable-by-a-single-pilot> [accessed 2019/02/07]
- Southwick, P. 2017. "The business case for corporate jets". <https://www.acuitymag.com/business/the-business-case-for-corporate-jets> [accessed 2019/05/02]
- Sparks, K. 2018. "Comparing the costs of an Airbus ACJ319neo and a Gulfstream G650". <https://blog.wepushtin.com/blog/comparing-costs-airbus-acj319neo-gulfstream-g650/> [accessed 2020/11/26]
- Sterzenbach, R. et al. 2009. *Luftverkehr: Betriebswirtschaftliches Lehr- und Handbuch – 4. Auflage*, München
- Tennent, J. 2008. *Guide to financial management - 1st edition*, London
- Thurber, M. 2008. "FBOs explain sky-high fuel prices". <https://www.ainonline.com/aviation-news/aviation-international-news/2008-07-07/fbos-explain-sky-high-fuel-prices> [accessed 2021/01/05]
- Tremesberger, D. 2008. „Der europäische Markt für Business Aviation - Analyse des Angebots im internationalen Vergleich unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren auf das Wachstum“. In *Schriftenreihe des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik, Wirtschaftsuniversität Wien, Nr. 1 (2008 SCM)*
- Wagner, M. and M. Fricke. 2006. "Estimation of daily unscheduled line maintenance events in civil aviation". http://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2006/PAPER/ERS/360.PDF [accessed 2019/02/06]
- Woods, S. 2012. "Minimizing jet fuel costs: 5 tips for EU VAT and MOT exemptions". <https://www.universalweather.com/blog/minimizing-jet-fuel-costs-5-tips-for-eu-vat-and-mot-exemptions/> [accessed 2021/01/12]
- Wyndham, D. 2020a. "What does it cost to operate a light jet". <https://www.avbuyer.com/articles/operating-costs/what-does-it-cost-to-operate-a-light-jet-112746> [accessed 2020/11/24]
- Wyndham, D. 2020b. "What does it cost to operate a medium jet". <https://www.avbuyer.com/articles/operating-costs/what-does-it-cost-to-operate-a-medium-jet-112719> [accessed 2020/11/24]
- Wyndham, D. 2020c. "What does it cost to operate a large cabin jet". <https://www.avbuyer.com/articles/operating-costs/what-does-it-cost-to-operate-a-large-cabin-jet-112680> [accessed 2020/11/24]
- Wyndham, D. 2020d. "What does it cost to operate an ultra-long-range jet". <https://www.avbuyer.com/articles/operating-costs/what-does-it-cost-to-operate-an-ultra-long-range-jet-112699> [accessed 2020/11/24]
- Young-Brown, F. 2015. "Fuel burn rates for private aircraft". <https://www.sherpareport.com/aircraft/fuel-burn-private-aircraft.html> [accessed 2021/01/05]
- Young-Brown, F. 2016. "The costs to own and operate a Gulfstream G450". <https://www.sherpareport.com/aircraft/costs-gulfstream-g450.html> [accessed 2020/11/27]

Optimierung des Arbeitsablaufes von Lieferantenanfragen unter Entwicklung eines Webportals und weiteren Neuerungen im ERP-System FactWork

Stephan Brunner (B.Sc.)

F.EE - Unternehmensgruppe

In der Seugn 20, 92431 Neunburg v. W., Germany

E-Mail: stephan.brunner@fee.de

Franz Laubmeier (Dipl.-Inf. (FH))

F.EE - Unternehmensgruppe

In der Seugn 20, 92431 Neunburg v. W., Germany

E-Mail: franz.laubmeier@fee.de

Professor Dr. Frank Herrmann

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

Innovationszentrum für Produktionslogistik

und Fabrikplanung

Galgenbergstraße 32, 93053 Regensburg, Germany

E-Mail: frank.herrmann@oth-regensburg.de

SCHLÜSSELWÖRTER

ERP-Systeme, Geschäftsprozesse

ABSTRAKT

Effiziente Arbeitsabläufe sind für profitable Unternehmen von zentraler Natur. ERP-Systeme können betreffenden Firmen dahingehend helfen, besagte Arbeitsabläufe entsprechend abzubilden und nach Möglichkeit auch zu automatisieren. In dieser Arbeit sollen die notwendigen Schritte zur Bearbeitung einer Lieferantenanfrage primär durch eine Weboberfläche zur automatisierten Rückführung eingehender Angebote, sowie weiteren Verbesserungen, optimiert werden, was eine Erhöhung der Produktivität, eine Verminderung des Zeitaufwandes, und damit auch eine Reduzierung der Personalkosten zur Folge hat.

EINFÜHRUNG

Als mittelständisches Unternehmen der Industrieautomation entwickelt und vertreibt die F.EE GmbH das Enterprise-Resource-Planning (ERP)-System „FactWork“, welches zentrale Funktionalität zur Verwaltung und Durchführung verschiedenster Arbeitsabläufe bietet (F.EE GmbH 2021). Einer der Vorgänge ist beispielsweise die Stellung von Anfragen an Lieferanten, welche zumeist durch entsprechende Angebote beantwortet werden. Ein zentraler Aspekt ist hierbei die fehlerfreie Rückführung der Preise der eingegangenen Angebote durch die Mitarbeiter in das ERP-System, damit eine spätere Auswertung, beispielsweise in Form eines Preisvergleiches, möglich wird. Die eingesetzte Unternehmenssoftware muss diesen Ablauf daher bestmöglich unterstützen und optimieren.

Aktuell finden sich in der vorliegenden Software verschiedenste Aspekte, bei denen Optimierungsmöglichkeiten vorliegen, sowohl bei der Erzeugung, beim Versand, als auch bei der Rückführung angebotener Preise in das ERP-System. Diese Punkte wer-

den zunächst im Rahmen dieser Arbeit dargelegt, wobei gleichzeitig Zielsetzungen für eine mögliche Lösung festgelegt werden. Im weiteren Verlauf wird ein Lösungskonzept für die einzelnen Punkte entwickelt und vorgestellt. Im Anschluss folgt die Realisierung des Konzeptes in Form von neuen Funktionen im ERP-System und insbesondere in der Implementierung einer neuen Webplattform. Zur quantitativen Bestimmung der Wirtschaftlichkeit des Projektes wird schlussendlich eine Evaluation anhand eines praxisnahen Beispiels vorgestellt, durchgeführt und ausgewertet.

IST-ANALYSE

Im aktuellen Arbeitsablauf für Lieferanten sind folgende Optimierungsmöglichkeiten ersichtlich. Diese gilt es im Rahmen dieser Arbeit zunächst zu erfassen, um im Verlauf des Projektes eine entsprechende Verbesserung zu erzielen.

a. Übernahme der eingegangenen Angebote in das ERP-System

Die Automatisierung der Rückführung der eingegangenen Angebote ist das Kernproblem, mit dem sich diese Arbeit beschäftigt. Derzeit müssen alle Positionen jedes rückläufigen Angebotes manuell durch einen Mitarbeiter mit dem ERP-System abgeglichen werden, da ein Lieferant keinen Zugriff auf das ERP-System selbst hat. Diese Tätigkeit ist nicht nur zeitintensiv, sie ist auch entsprechend fehleranfällig, da die Preisübernahme eine relativ monotone Arbeit darstellt. Eine inkorrekte Übernahme der Preise aus dem schriftlichen Angebot in das ERP-System kann jedoch beim Preisvergleich fatale Folgen für das bestellende Unternehmen haben. Derzeit sind bei F.EE für die Rückführung der Angebote für Einzelanfertigungen, sowie für den Preisvergleich und die abschließende Bestellung, etwa vier Personen beschäftigt. Für die Bearbeitung werden für zehn Anfragen zu je zehn Lieferanten mit je 15 Positionen etwa zwei bis drei Werktage

eingepplant. Ziel ist eine Reduktion der benötigten Zeit um einen Richtwert von etwa 66%.

b. Erzeugung und Versand von Anfragen

Weiterhin ist auch die Erzeugung und der Versand von Anfragen mit gleichen Positionen, jedoch an unterschiedliche Lieferanten, optimierbar. Durch die in FactWork enthaltene Funktion der Sammelanfrage wurde bereits die Grundlage für eine Automatisierung gelegt, welche das Generieren mehrerer Anfragen an mehrere Lieferanten ermöglicht. In der Praxis hat sich jedoch herausgestellt, dass die aktuelle Lösung nicht ganz ausreicht. Beispielsweise kann die geplante Lieferadresse nur über Umwege in einer Sammelanfrage hinterlegt werden. Zusätzlich werden im aktuellen internen Arbeitsablauf Konstruktionsdaten als Hyperlink an die Lieferanten versendet. Diese Hyperlinks können derzeit nicht in der Sammelanfrage hinterlegt werden, sondern nur in einer generierten Anfrage. Weiterhin kann in einer Anfrage selbst ein Ansprechpartner des Lieferanten erfasst werden, wohingegen in der Sammelanfrage nur der Lieferant hinterlegt werden kann. Einige größere Lieferanten wünschen hier jedoch zur effizienten Bearbeitung eine Zuweisung der Ansprechpartner für die jeweiligen Sparten beziehungsweise Fachbereiche. Ein Versand der generierten Anfragen an die Lieferanten ist ebenfalls nur manuell möglich: Jede Anfrage kann zwar aus der Sammelanfrage im Stapeldruck gedruckt werden, die Dokumente müssen aber einzeln an jeden Lieferanten entweder postalisch oder elektronisch übersandt werden. Für zehn Anfragen zu je zehn Lieferanten zu je 15 Positionen benötigen die Bearbeiter bei F.EE in etwa drei Stunden, wobei der Versand der Anfragen an die Lieferanten nicht einbezogen ist. Aus obigen Gründen soll dieser Ablauf ebenfalls so gut wie möglich automatisiert werden: Die Aufwände sind hier auf ein Minimum zu reduzieren.

c. Kommunikation mit den Lieferanten

Die Kommunikation mit den Lieferanten ist ebenfalls ein Kandidat zur Optimierung. Nach Aussagen des unternehmenseigenen Einzelfertigungseinkaufs müssen für das obige Szenario etwa 10 eingehende E-Mails bearbeitet werden, wobei hier auch die Sortierung der eingehenden Angebote mit einer Anzahl von etwa 60 inbegriffen ist. Die restlichen E-Mails sind beispielsweise Rückfragen zu Konstruktionsdaten, wobei die selben Anmerkungen und Fragen meist auch durch mehrere Lieferanten gestellt werden. Falls Änderungen an zentralen Aspekten durchgeführt werden, so werden die beteiligten Lieferanten einer Sammelanfrage einzeln informiert. Auch hier sind geeignete Lösungen zur Reduzie-

rung des Zeitaufwandes zu erarbeiten. Ziel ist, dass nur noch absolut notwendige Nachrichten manuell bearbeitet werden müssen. Explizit sollen hierunter keine rückläufigen Angebote fallen.

d. Ausschlussverwaltung und Preisvergleich

Weiterhin ist die Erfassung von Ausschlüssen im ERP-System nicht optimal. Wenn beispielsweise ein Werkstück grundsätzlich durch den Lieferanten gefertigt werden kann, jedoch ein finaler Fertigungsschritt wie eine Oberflächenbehandlung durch den Lieferanten nicht angeboten wird, so kann dieser Umstand nur im Originaldokument des Lieferanten vermerkt werden. Auch sind allgemeine Anmerkungen, weitere Angebotsbedingungen des Lieferanten oder ähnliches nur durch das Lieferantendokument darlegbar. Der ERP-gestützte Preisvergleich ist daher ein geeigneter Kandidat für eine Optimierung, um die Originaldokumente des Lieferanten nicht mehr einbeziehen zu müssen. Ziel ist, hierfür die Verwaltung innerhalb des ERP-Systems zu verbessern, um den Preisvergleich möglichst effektiv zu unterstützen.

e. Zusammenhang der Belegnummern von Anfragen mit der zugehörigen Sammelanfrage

Um eine effiziente Zuordnung von Anfragen zu einer möglichen Sammelanfrage gewährleisten zu können, muss ein Zusammenhang schnell ersichtlich sein. Derzeit erfolgt die Vergabe der Belegnummern von generierten Anfragen einer Sammelanfrage aus dem selben Nummernkreis, aus dem auch normale Anfragen die Belegnummern beziehen. In der Praxis ist jedoch nicht sofort ersichtlich, welche Dokumente aus dem Schriftverkehr zu der aktuell bearbeiteten Sammelanfrage gehören. Ziel ist, einen neuen Nummernkreis für durch Sammelanfragen erzeugte Anfragen zu erstellen. Dieser darf jedoch nicht willkürlich durch den Benutzer gewählt werden, sondern muss einen Bezug zur Belegnummer der Sammelanfrage haben.

Für diese identifizierten Probleme wird im folgenden Abschnitt nun ein Lösungskonzept erarbeitet.

LÖSUNGSKONZEPT

Das Lösungskonzept wird in zwei Teilkomponenten aufgeteilt: Zunächst werden Anpassungen und Erweiterungen im ERP-System selbst durchgeführt, welche die Grundlagen für die Neuentwicklung im zweiten Schritt bilden. Erst wenn diese abgeschlossen sind, kann mit der Realisierung des zweiten Teils begonnen werden.

Anpassungen des ERP-Systems

Für die Lösung der Probleme „Erzeugung und Versand von Anfragen“ (Punkt b) und „Ausschlussverwaltung und Preisvergleich“ (Punkt d) sind einige Vorarbeiten im ERP-System selbst notwendig.

Zu Beginn sind die in Punkt b angesprochenen trivial kopierbaren Daten, wie die Lieferadresse und hinterlegte Hyperlinks, in der Sammelanfrage zu realisieren.

Die Hinterlegung des Lieferantenansprechpartners gestaltet sich jedoch als nicht trivial. FactWork verwendet intern eine objektorientierte Datenbank. In der aktuellen Fassung werden die angefragten Lieferanten direkt in einer Auflistung innerhalb der Sammelanfrage referenziert. Um die Ansprechpartner eindeutig dem Lieferanten zuordnen zu können, müssen dieser Relation weitere Attribute hinzugefügt werden. Dies ist nur möglich, wenn ein Zwischenobjekt „SammelanfrageLieferant“ wie in Abbildung 1 eingefügt wird, welches als Bindeglied zwischen einer Sammelanfrage und einem Lieferanten dient. Hierbei sind die bestehenden Daten durch eine Updateroutine in ein neu definiertes Zwischenobjekt zu übertragen. Diese gewonnene Flexibilität erlaubt es, den Ansprechpartner sowie gegebenenfalls zukünftig benötigte Felder in diesem Zwischenobjekt zu hinterlegen.

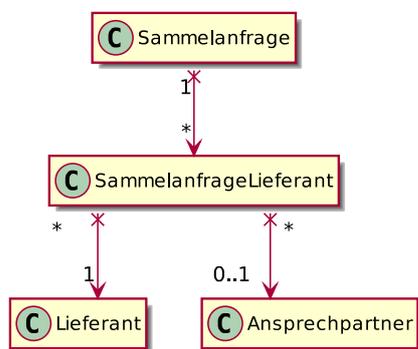


Abbildung 1: Geplantes Datenbankschema

Problem „Ausschlussverwaltung und Preisvergleich“ (Punkt d) soll durch weitere Spalten in der Positionsliste der Anfrage gelöst werden. Spezifisch ist zu erfassen, ob die Position grundsätzlich durch den Lieferanten angeboten wird, und wie die semantische Definition eines möglichen Ausschlusses lautet. Jene Definition soll hier über ein Freitextfeld erfolgen, da nicht vorhergesehen werden kann, wie ein externer Lieferant seine Dienstleistungen oder Waren zu welchen Konditionen anbietet. Als Beispiele können nicht durchführbare Oberflächenbehandlungen angeführt werden, was dennoch für das anfragende Unternehmen akzeptabel sein kann, da diese Fertigungsschritte teils auch selbst durchgeführt werden können. Um allgemeine Lieferantennotizen behandeln zu können, wird ein weiteres Freitextfeld in

der Anfrage selbst eingeplant. Hier sollen alle allgemeinen Informationen seitens des Lieferanten angezeigt werden, die ebenfalls wichtig für den Preisvergleich sind. Beispielsweise fallen hierunter bestimmte Hinweise zur Lieferung, wie ein Ausschluss des Versandes außerhalb Deutschlands.

Weiterhin müssen die neu eingeführten Daten im Preisvergleich nun auch berücksichtigt werden. Wie im Problem „Ausschlussverwaltung und Preisvergleich“ (Punkt d) angesprochen wird, kann der Lieferant beispielsweise einige Fertigungsschritte ausschließen, wodurch die Preise nicht mehr zwischen den Lieferanten vergleichbar sind und weitere Planungen erforderlich werden. Um Fehlerquellen in der Preisvergleichsphase zu vermeiden, muss der Bearbeiter daher auf das Vorhandensein von weiteren Konditionen und Notizen hingewiesen werden. Dies soll durch Meldungen und Warnungen beim Erzeugen von Nachfolgebelegen geschehen, sowie direkt im Preisspiegel farblich und textuell gekennzeichnet werden. Da im Preisvergleich die menschliche Komponente nicht eliminiert werden kann und soll, ist diese Strategie aktuell hinreichend.

Als Rahmenbedingung wurde durch die Fachverantwortlichen auch festgelegt, dass das bestehende Verhalten nicht ohne aktive Änderung seitens der ERP-Administratoren geändert werden darf, um eine flexible Migration der Arbeitsabläufe zu ermöglichen. Aus diesem Grund sind Einstellungsmöglichkeiten zu schaffen, bei dem die ERP-Administratoren das Verhalten mandantenspezifisch oder global steuern können.

Punkt e (Zusammenhang der Belegnummern von Anfragen mit der zugehörigen Sammelanfrage) soll durch eine Konfigurationsmöglichkeit der Belegnummerngenerierung gelöst werden. Hierbei soll die ERP-Administration aus drei Varianten wählen können:

- **Anfragenummern aus Nummernkreis der Anfragen erzeugen**

Diese Option stellt das bisherige Verhalten dar und ist weiterhin Standardoption. Durch die Selektion dieser Variante wird zwischen der Anfragenummer und der Sammelanfragenummer kein direkter Bezug hergestellt.

- **Anfragenummern durch Anhängen an Sammelanfragenummer erzeugen**

Hierbei werden Anfragenummern als Suffix an die Belegnummer der Sammelanfrage angehängt. Wenn Beispielsweise durch Sammelanfrage 100 zwei Anfragen generiert werden, so lauten die Anfragenummern 10001 und 10002. Die Sammelanfragenummern können sich untereinander weiterhin um eins erhöhen, ohne dass es zu Kollisionen zwischen Sammelanfragen und Anfragen kommt. Dies ermöglicht eine kompakte Darstellung der Sammelanfragenummer ohne

unnötige Suffixe.

- **Anfragenummern durch Inkrementieren der Sammelanfragenummer erzeugen**

Durch diese Variante werden die Anfragenummern einer Sammelanfrage durch striktes Inkrementieren der Belegnummer der Sammelanfrage erzeugt. Beispielsweise erhält die Sammelanfrage 100 die Anfragenummern 101, 102, usw.. Hierbei kann auch eine entsprechende Inkrementierung des Nummernkreises für Sammelanfragen konfiguriert werden, damit die Sammelanfragenummern und Anfragenummern weiterhin überschneidungsfrei bleiben.

Weboberfläche

Um die Probleme „Übernahme der eingegangenen Angebote in das ERP-System“ (Punkt a), „Kommunikation mit den Lieferanten“ (Punkt c) und „Ausschlussverwaltung und Preisvergleich“ (Punkt d) zu lösen bzw. weiter zu verbessern, soll eine Weboberfläche entwickelt werden, auf der Lieferanten erhaltene Angebote vollständig digital und automatisiert bearbeiten können. Die rückläufigen Angebote sollen ohne Zutun eines unternehmensinternen Bearbeiters in das ERP-System eingepflegt werden, wodurch Personalkosten durch das anfragende Unternehmen reduziert werden.

Die Authentifizierung der Lieferanten muss zwingend über ein Accountsystem erfolgen. Hierbei sollen durch berechtigte Mitarbeiter des anfragenden Unternehmens Zugänge für Lieferanten erstellbar sein. Vorteil hiervon ist, dass die Benachrichtigung und die Authentifizierung voneinander getrennt sind: Angenommen die Berechtigungsprüfung des Lieferanten erfolgt nur durch einen Link aus der Benachrichtigungs-E-Mail, so kann jede Person, die diese E-Mail weitergeleitet bekommt, die Anfrage bearbeiten, und folglich ein Angebot abgeben. Damit die Zugangsverwaltung durch besagte Mitarbeiter so einfach wie möglich ist, soll nur eine E-Mail-Adresse für Benachrichtigungen hinterlegt werden können. Der Benutzername soll aus der Mandantennummer und der Lieferantenummer generiert werden. Dadurch kann sofort erkannt werden, von beispielsweise welchem Geschäftsbereich der Lieferant angefragt wurde. Das Passwort soll aus Sicherheitsgründen nur zurückgesetzt werden können, wenn das neue Passwort durch das System generiert wird. Anzumerken ist, dass der Lieferant das Passwort jedoch selbstständig in der Weboberfläche beliebig ändern können soll.

Um unnötige Rückfragen zu vermeiden, müssen für eine Anfrage alle benötigten Informationen sofort für den Lieferanten verfügbar sein. Hierfür soll unter anderem die Lieferadresse, der bearbeitende Mitarbeiter des anfragenden Unternehmens, sowie Hyperlinks

auf beispielsweise Konstruktionsdaten angezeigt werden.

Der Lieferant soll seinerseits nur vergleichsweise wenige Felder bearbeiten können. Beispielsweise darf hier nur der Positionspreis sowie die in Unterabschnitt 5.1 angesprochenen Ausschlüsse, Termine und Notizen hinterlegbar sein. Dies soll auch eine einfache Verwendung der Oberfläche durch Lieferanten sicherstellen, und zwar auch, wenn diese noch nie mit dem System gearbeitet haben.

Die Kommunikation mit dem Lieferanten soll durch die Weboberfläche sowie durch automatisierten E-Mail-Verkehr abgedeckt werden. Sobald für den Lieferanten eine neue Anfrage zur Bearbeitung verfügbar ist, soll dieser elektronisch durch den Bearbeiter per E-Mail benachrichtigt werden können. Der Bearbeiter soll auch eine Möglichkeit erhalten, eine weitere Informations-E-Mail an alle Lieferanten zu versenden, um beispielsweise auf geänderte Konstruktionsdaten hinzuweisen. Diese Benachrichtigungsfunktion soll direkt in der Anfrageverwaltung des ERP-Systems erreichbar sein. Weiterhin soll eine Passwort-Vergessen-Funktion eingeplant werden, mithilfe der Lieferant mittels der hinterlegten E-Mail-Adresse für die Weboberfläche sein Passwort selbstständig zurücksetzen kann, damit kein interner Bearbeiter aktiv werden muss. Wie in Problem c (Kommunikation mit den Lieferanten) erklärt, soll nur in Ausnahmefällen direkter Kontakt mit dem Bearbeiter aufgenommen werden, um den manuell zu bearbeitenden E-Mail-Verkehr zu reduzieren.

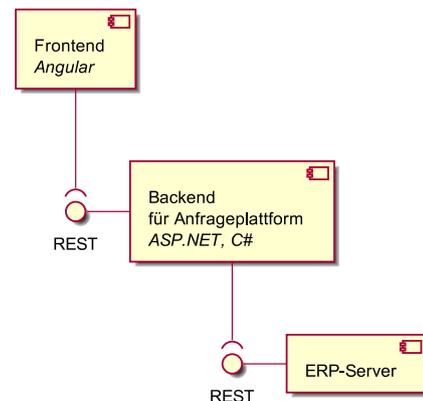


Abbildung 2: Übersicht über die geplanten Komponenten der Weboberfläche

Der Aufbau des Systems soll wie in Abbildung 2 in drei Schichten erfolgen:

a. **Frontend**

Diese Komponente bildet die Oberfläche des Gesamtsystems ab, mit der der Lieferant interagiert. Grundsätzlich soll dieser Teil als sogenannte Single-Page-Application (SPA) ausgeführt werden, wodurch unter anderem dynamische Masken trivial implementiert werden können, da die Oberfläche vollständig im Browser

aufgebaut wird und nur für den Abruf bzw. der Sicherung der Daten eine Serverbindung benötigt wird (Kuuskeri 2011). Als Datenquelle soll ein Backend herangezogen werden, welcher über REST-Aufrufe angesprochen wird. Diese Komponente soll durch das Framework „Angular“ (Google, Inc. 2020) implementiert werden.

b. Backend

Dieser Teil stellt die Schnittstelle zwischen dem Frontend und der Datenbank des ERP-Systems dar. Eine Besonderheit ist, dass alle lieferantenspezifischen Berechtigungsprüfungen hier stattfinden sollen, da die Schnittstelle zum ERP-Server nur für den reinen Datenaustausch verwendet werden soll und daher Vollzugriff auf alle Anfragen hat. Durch diese Schnittstelle ist daher zu garantieren, dass Lieferanten nur auf ihre eigenen Angebote zugreifen können. Durch die Verwendung von Microsofts ASP.NET-Technologie (Microsoft Corporation 2021) kann eine schnelle und sichere Implementierung gewährleistet werden.

c. ERP-Server

Diese Komponente wird bereits für andere Anwendungen verwendet und kann hier ohne größere Anpassungen als Datenbankschnittstelle für das Projekt verwendet werden. Auch diese Komponente ist im Grunde ein REST-Server, welcher in diesem Fall nur durch das Backend angesprochen werden darf. Ein direkter Zugriff durch das Frontend ist zu unterbinden, was auch durch die Systemarchitektur abgedeckt ist.

REALISIERUNG

Die Realisierung der Lösung gliedert sich grob in mehrere Bereiche. Zunächst wird ein Prototyp der angedachten Weboberfläche entwickelt, der die Kerninhalte aus Unterabschnitt 5.2 widerspiegelt. Ziel dieses Schrittes ist, das Design und vor allem den Inhalt mit den Verantwortlichen abzustimmen, um kostspielige Fehlentwicklungen zu vermeiden. Zentrale Funktionalität wird hier nur angedeutet, um die Notwendigkeit eines implementierten Backends sowie der notwendigen Vorbereitungen aus Unterabschnitt 5.1 zu eliminieren. Testdaten, welche den Verantwortlichen das Konzept an einem möglichst praxisnahen Beispiel demonstrieren sollen, sind hier fest in der Anwendung eingepflegt. Die Entwicklung ist hier bereits mit der für das fertige Produkt vorgesehenen Technologie durchgeführt, um in der späteren Realisierungsphase die bereits teilweise fertiggestellten Komponenten wiederverwenden zu können. Erst als die Verantwortlichen mithilfe des Prototypen die endgültige Projektfreigabe erteilen, kann mit dem nächsten Schritt fortgefahren werden.

Wie im Lösungskonzept dargelegt, müssen zunächst die ERP-Anpassungen durchgeführt werden, um als Basis für die Weboberfläche dienen zu können. Die Hinterlegung der fehlenden Daten erweist sich hier als vergleichsweise trivial und konnte schnell umgesetzt werden. Schwieriger gestaltet sich jedoch die Realisierung der Lieferantenansprechpartner in der Sammelanfrage. Da hier ein neues Zwischenobjekt eingeführt werden muss, ist mit den Verantwortlichen zunächst ein mögliches Vorgehen zu besprechen. Aufgrund des objektorientierten Konzeptes der verwendeten Datenbank können sämtliche Verwendungen der alten Datenstruktur problemlos gefunden werden, da die Objekte direkt als Klassen im Code abgebildet werden. Dadurch treten bereits beim Kompilervorgang entsprechende Fehler bei Abwesenheit der alten Attribute auf. Nach einer Evaluation der Verwendungsstellen werden diese entsprechend angepasst. Zuletzt wird noch eine Routine entwickelt, welche die bestehenden Daten bei Installation einer neuen ERP-Version in das neue Datenformat überführt.

Nachdem die Änderungen im ERP-System selbst abgeschlossen sind, wird der bereits entwickelte Prototyp weiter ausgebaut. Beispielsweise werden tiefere Plausibilitätsprüfungen eingefügt, die den Lieferanten bei der Angebotserfassung unterstützen sollen. Weitere triviale Funktionen, wie beispielsweise die angesprochene Passwort-Vergessen-Funktion und die Passwortänderung werden ebenfalls ergänzt. Das Konzept der integrierten Testdaten wird zunächst für die Implementierung des Frontends beibehalten, um keinen unnötigen Aufwand für eine Testschnittstelle zu erzeugen.

Abschließend wird das vorgesehene Backend implementiert, welches die Schnittstelle zwischen Frontend und ERP-System bildet. Um die Autorisierung des Lieferanten im Bezug auf Anfragen sofort bei Entwicklung der Schnittstellen implementieren zu können, wird zunächst die Authentifizierung realisiert. Hierbei werden die Anmeldeinformationen von einem Anmeldeendpunkt verarbeitet, welcher bei der Angabe von korrekten Authentifizierungsinformationen einen temporären Sitzungsschlüssel ausstellt. Die Zuordnung des dahinterliegenden Lieferanten zum Schlüssel wird aktuell rein im Arbeitsspeicher gehalten, wobei abgelaufene Sitzungen automatisch bereinigt werden. Es wird sich hier für eine Haltung innerhalb des Arbeitsspeichers entschieden, damit die Hauptdatenbank des ERP-Systems nicht unnötig belastet wird. Hierdurch kann wiederum in einer späteren Version Zeit für die Entwicklung von ggf. notwendigen Schemaänderungen gespart werden.

Die Integration des ERP-Servers in das Backend gestaltet sich als trivial. Durch bereits existierende interne Bibliotheken kann die Kommunikation schnell und zeitnah umgesetzt werden.

EVALUATION UND FAZIT

Um die Sinnhaftigkeit des Projektes quantitativ zu bestimmen, wird eine abschließende Evaluation durchgeführt. Diese gewonnenen Daten sollen zuletzt verglichen und bewertet werden.

Evaluationsumgebung

Als Evaluationsumgebung soll das Produktivsystem des Unternehmens F.EE herangezogen werden. Genauer soll das System initial nur für Anfragen von Einzelanfertigungen genutzt werden. Als Testpersonen sind die bestehenden Anwender bestimmt, um Messungenauigkeiten zu vermindern, da die Testpersonen bereits mit dem aktuellen Ablauf vertraut sind und die fachlichen Hintergründe bestens kennen. Die Auswahl der Testlieferanten erfolgt hier durch die Testpersonen, da nur diese beurteilen können, für welche Lieferanten das System geeignet ist. Der Inhalt der zu stellenden Anfragen wird ebenfalls durch die Testpersonen festgelegt um ein praxisnahes Szenario zu erhalten.

Metriken

Folgende Metriken sind hierbei zu erfassen und zu vergleichen:

a. **Zeiten zur vollständigen Rückführung aller Angebote einer Sammelanfrage inklusive Preisvergleich und Bestellung**

Die in Problem a angesprochene Rückführung bestimmt den Großteil des Aufwandes im gesamten Arbeitsablauf. Auch die dort erwähnten Preisvergleiche und Bestellungen sind hier nicht zu verachten. Diese Metrik soll feststellen, ob die Bearbeitungszeit maßgeblich reduziert wurde. Das Szenario geht hierbei davon aus, dass alle Lieferanten ein Angebot abgegeben haben und die Rückführung der Angebote noch nicht begonnen hat. Dadurch kann die Übernahme der Daten in einem Stück erfolgen, wodurch vergleichbare Zeiten entstehen.

b. **Zeiten zur Erstellung einer Sammelanfrage an mehrere Lieferanten inkl. Versand**

Diese Metrik soll zeigen, dass Problem b verbessert wurde, indem die Erstellung der Anfragen optimiert wurde. Hierbei soll der gesamte Arbeitsablauf vom Anlegen einer Sammelbestellung bis hin zum Versand der Anfragen an die Lieferanten gemessen werden.

c. **Anzahl eingegangener E-Mails und entsprechender Zeitaufwand**

Wie in den Problemen c und e dargelegt, stellt die Bearbeitung eingehender E-Mails ebenfalls einen großen Zeitfaktor dar. Hier soll gezeigt

werden, dass die Bearbeitung der E-Mails maßgeblich verbessert wurde, und damit effektiv zur Produktivitätssteigerung beiträgt.

Durchführung und Vergleich

Zunächst werden die obigen Metriken ohne Verwendung des neuen Systems gemessen, um solide Basiswerte für einen späteren Vergleich zu erhalten, da zu Beginn des Projektes nur Schätzungen der Anwender vorliegen. Im Anschluss werden die selben Metriken mit Verwendung der Entwicklung gemessen, die im weiteren Verlauf verglichen und bewertet werden.

Hierbei werden zwei Anfragen gestellt, die in Inhalt und Bearbeitungsaufwand vergleichbar aufgebaut sind. Eine Bearbeitung der selben Anfrage in beiden Messungen scheidet hier aus, da die Lieferanten nicht unnötig belastet werden sollen. Auch wäre Metrik a nicht vergleichbar, da ein bereits vorher durchgeführter Preisvergleich jeden weiteren Preisvergleich stark beschleunigen würde. Die Ergebnisse der Messungen finden sich in Tabelle 1. Als Umrechnungsfaktor zwischen Tagen und Stunden wurde ein Arbeitstag von acht Stunden veranschlagt.

Konkret sind die Anfragen folgendermaßen aufgebaut: Jede Sammelanfrage besteht aus 15 Positionen für vergleichsweise einfache Einzelfertigungsteile der gleichen Fertigungstechnik, sodass das intern vorher kalkulierte Budget in etwa gleich ist. Hierbei wird jede Sammelanfrage an zehn Lieferanten versendet.

Metrik	Vorher	Nacher
a	112 Minuten	64 Minuten
b	30 Minuten	12 Minuten
c	10 E-Mails bzw. 42 Minuten	5 E-Mails bzw. 17 Minuten

Tabelle 1: Ergebnisse der Evaluation

Metrik a konnte von 112 Minuten auf 64 Minuten verbessert werden. Als Zielwert wurde in Problem a eine prozentuale Verbesserung von mindestens 66% veranschlagt. Die gemessene Verbesserung beträgt hier nur 58 %, was eine minimale Unterschreitung des Zielwertes bedeutet. Die Sammelanfrage, welche mit Hilfe des alten Systems gestellt wurde, wurde mit fünf Angeboten beantwortet, wohingegen die zweite Sammelanfrage durch sechs Angebote beantwortet wurde. Innerhalb dieser Metrik ist beispielsweise auch die Ablage im digitalen Dokumentenarchiv, sowie eine kurze Plausibilitätsprüfung durch die Anwender enthalten. Diese Zeiten sind daher bei beiden Messungen gleich geblieben. In dieser Arbeit wurde allerdings der primäre Fokus auf die Verbesserung der Preisrückführung, sowie den Preisvergleich, gelegt. Die gemessene Verbesserung von 48 Minuten ist also die Summe der vollständig entfallenen Preisrückführung und der Verbesserung des Preisvergleiches innerhalb des ERP-Systems. Anzumerken ist auch,

dass die Anwender noch nicht gänzlich im neuen System eingearbeitet sind. Auch muss bedacht werden, dass unter Nutzung der neuen Funktionalitäten ein Angebot mehr bearbeitet wurde. Daher ist anzunehmen, dass der Zielwert nach einer entsprechenden Einarbeitungsphase durchaus erreicht werden kann. Grundsätzlich ist die Verbesserung aber zufriedenstellend, da die Produktivität der Bearbeiter nicht unerheblich erhöht wird und der Zielwert nicht maßgeblich unterschritten wurde.

Anders verhält sich Metrik b. Hier konnte eine Verbesserung von 30 Minuten auf 12 Minuten, also insgesamt 18 Minuten, festgestellt werden. Dies bedeutet, dass die notwendigen Tätigkeiten zur Erzeugung von Anfragen bzw. Sammelanfragen sowie insbesondere der Versand nun deutlich effizienter ablaufen können. Als Hauptgrund kann hier die neue Funktionalität der elektronischen Lieferantenbenachrichtigung in Kombination mit der Weboberfläche angeführt werden: Durch das Bereitstellen der Anfragen über die neue Webplattform wird der Stapeldruck bei teilnehmenden Lieferanten nicht mehr benötigt, bzw. der einzelne Versand der Anfragen an die Lieferanten entfällt. Stattdessen wird eine E-Mail an alle betreffenden Lieferanten versendet, die dann die Anfragen entsprechend elektronisch einsehen können. Interessant ist auch, dass die Bearbeiter in der Messung mit dem neuen System alle erzeugten Anfragen geprüft haben, auch wenn Dank des neuen Systems keine weiteren Anpassungen mehr nötig waren. Nach einer entsprechenden Einarbeitungsphase kann auch hier davon ausgegangen werden, dass diese Prüfung im Zeitaufwand wegfällt.

Auch konnte durch Metrik c festgestellt werden, dass zur Bearbeitung der eingehenden E-Mails 50 % bzw. 60% weniger Aufwand betrieben werden musste. Die Werte können jedoch nur bedingt miteinander verglichen werden, da es sich um zwei ähnliche, jedoch nicht gleiche, Anfragen handelt. Hierdurch mussten den Lieferanten unterschiedliche Konstruktionsdaten übermittelt werden, wodurch andere Rückfragen aufkamen. Daher wurde für alle eingegangenen Rückfragen ein fixer Zeitaufwand von jeweils 5 Minuten verwendet, um die Aufwände vergleichbar zu halten. Durch eine Reduzierung des Aufwandes um 5 E-Mails bzw. 25 Minuten können die Bearbeiter jedoch grundsätzlich entlastet werden, was einen erheblichen Produktivitätsgewinn darstellt. Als Grund kann hier ebenfalls die entwickelte Weboberfläche angeführt werden: Da sämtliche rückläufigen Angebote nun nicht mehr per E-Mail versandt werden müssen, verbleiben nur noch Rückfragen zur Anfrage selbst, sowie in diesem Fall jeweils zwei eingegangene Absagen.

Nach dem Vergleich der Werte geht hervor, dass die in Abschnitt 4 aufgelisteten Probleme zufriedenstellend gelöst, und der Arbeitsablauf für Anfragen nachhaltig verbessert wurde. Durch reduzierte Ar-

beitsaufwände können die Mitarbeiter des Unternehmens nun anderen Aufgaben nachgehen, wodurch die Produktivität nicht unerheblich erhöht wird. Durch die verantwortlichen Führungskräfte wurden bereits Aussagen zur späteren Nutzung der neuen Funktionalitäten getroffen: Schlussendlich sollen mindestens 95% der Lieferantenanfragen für Einzelfertigungen über die neue Webplattform laufen. Alles in allem ist das Projekt ein Erfolg und stellt ein weiteres Modul im Portfolio des ERP-Systems FactWork dar, welches zur Produktivität der einsetzenden Unternehmen beiträgt.

ZUSAMMENFASSUNG

Die effektive Bearbeitung von Lieferantenanfragen ist für ein größeres Unternehmen einer von vielen Arbeitsabläufen, die jedoch hinsichtlich der Produktivität von zentraler Bedeutung sind. Dieses Projekt beschäftigt sich mit der Analyse von Problemen, und damit entsprechend auch Optimierungsmöglichkeiten, bei der Bearbeitung von Lieferantenanfragen innerhalb der Unternehmenssoftware „FactWork“ des Unternehmens F.EE. Kernproblem stellt hierbei die viel zu aufwendige Eintragung der rückläufigen Angebote in das ERP-System dar, um einen anschließenden Preisvergleich durchführen zu können. Weiterhin können derzeit beispielsweise Anfragen an mehrere Lieferanten nicht effektiv genug erzeugt werden, wodurch die Funktion der Sammelanfrage nicht optimal genutzt werden kann.

Zentrale Zielsetzung dieser Arbeit ist es, die benötigten Zeiten und Aufwände auf ein Minimum zu reduzieren, wodurch für das anfragende Unternehmen auch ein finanzieller Vorteil entstehen kann. Hierbei werden zunächst auftretende Probleme identifiziert und ein Lösungskonzept erarbeitet. Abgerundet wird diese Arbeit durch eine Implementierung des Lösungskonzeptes mit einer anschließenden Evaluation zur Wirtschaftlichkeitsanalyse.

Als Lösung sind zunächst grundlegende Optimierungen innerhalb des ERP-Systems selbst durchzuführen. Beispielsweise erhält die Sammelanfrage weitere, im Alltag zwingend notwendige, Felder und Funktionen, die die Erzeugung und den Versand von Anfragen an mehrere Lieferanten automatisieren, um hierbei wiederum Zeit zu sparen. Auch in der lieferantenspezifischen Anfrage selbst sind einige wichtige Aspekte zu modifizieren, um weitere Funktionen wie beispielsweise die Verwaltung von Ausschlüssen des Lieferanten je Position und weiteren allgemeinen Anmerkungen zu unterstützen. Diese Änderungen münden in einer Überarbeitung des Preisspiegels der Sammelanfrage, um den Bearbeiter bestmöglich bei der Analyse der eingegangenen Angebote zu unterstützen.

Weiterhin wird dieses Projekt durch die Realisierung einer Weboberfläche fortgeführt, in der Liefe-

ranten an sie gerichtete Anfragen erhalten, um danach die jeweiligen Angebote selbstständig in das ERP-System wieder einzupflegen. Hierdurch wird die monotone Tätigkeit der manuellen Eintragung der angebotenen Positionen und Preise durch die anfragenden Bearbeiter eliminiert, wodurch auch fatale Fehler stark reduziert werden können.

Durch eine spätere Evaluation der Lösung wird quantitativ dargelegt, inwieweit dieses Projekt den Arbeitsablauf nachhaltig verbessert bzw. verändert hat, und in wieweit das Projekt die Konkurrenzfähigkeit eines einsetzenden Unternehmens stärkt. Beispielsweise lässt sich die Rückführung der eingegangenen Angebote zurück in das ERP-System um etwa 58 % verbessern. Auch die Erstellung der Anfragen konnten nach einer Evaluation um 59 % verbessert werden. Ersten Aussagen der verantwortlichen Führungskräfte nach soll das System im Langzeitbetrieb für mindestens 95% der versendeten Einzelerfertigungsanfragen verwendet werden.

Bereits jetzt sind schon weitere Funktionen, wie beispielsweise ein direkter Dateupload bzw. Dateidownload innerhalb der oben angesprochenen Weboberfläche zur weiteren Verbesserung der Abläufe, geplant.

LITERATUR

- F.EE GmbH (2021). *Die Unternehmenssoftware aus der Praxis für die Praxis*. URL: <https://www.factwork.de/> (besucht am 27.01.2021).
- Google, Inc. (2020). *The modern web developer's platform*. URL: <https://angular.io/> (besucht am 27.01.2021).
- Kuuskeri, Janne (2011). „Experiences on a design approach for interactive web applications“. In: *Proceedings of the 2nd USENIX conference on Web application development*, S. 87.
- Microsoft Corporation (2021). *ASP.NET. Free. Cross-platform. Open source. A framework for building web apps and services with .NET and C#*. URL: <https://dotnet.microsoft.com/apps/aspnet> (besucht am 27.01.2021).

AUTOREN

Stephan Brunner (B.Sc.) ist Student des Masterstudiengangs Informatik an der OTH Regensburg.

Franz Laubmeier (Dipl.-Inf. (FH)) schloss 1992 sein Informatikstudium an der Fachhochschule Regensburg ab. Seitdem ist er bei der Firma F.EE beschäftigt. Anfangs als Softwareentwickler, seit 1998 als Leiter der Softwareentwicklung und nach der Gründung des Geschäftsbereichs Informatik + Systeme im Jahr 2000 als Leiter dieses Bereichs.

Prof. Dr. Frank Herrmann wurde in Münster geboren und studierte Informatik an der Rheinisch-

Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen. Nach seinem Diplom 1989 arbeitete er bei dem Fraunhofer Institut IITB in Karlsruhe. Während dieser Zeit promovierte er 1996 über Ressourcenbelegungsplanungsprobleme. Von 1996 bis 2003 arbeitete er für die SAP AG in verschiedenen Funktionen, zuletzt als Direktor. Im Jahr 2003 wurde er Professor für Produktionslogistik an der Ostbayerischen Technischen Hochschule in Regensburg. Seine Forschungsthemen sind Planungsalgorithmen, Optimierung und Simulation für die operative Produktionsplanung und -steuerung. Er ist Leiter des Innovations- und Kompetenzzentrums für Produktionslogistik und Fabrikplanung (IPF).

Simulation taktgesteuerter Modelle von Push- und Pull-Prozessen in der Logistik

Carlo Simon und Stefan Haag und Lara Zakfeld

Fachbereich Informatik

Hochschule Worms

Erenburgerstr. 19, 67549 Worms

{simon,haag,zakfeld}@hs-worms.de

Zusammenfassung—Der Wechsel von einer Push- zu einer Pull-Strategie stellt einen erheblichen Eingriff in die betriebliche Logistik dar und hat Auswirkungen auf Beschaffungsstrategien, die Ausgestaltung von Abläufen sowie die bewerteten, internen Lagerbestände. Die Entwicklung von Simulationsmodellen, die die Konsequenzen einer solchen Umstellung vorwegnehmen, ist Gegenstand dieses Beitrags. Ein solches Simulationsmodell muss das Systemverhalten über den Zeitlauf aber in Zeiträufeln abbilden - die Systemzustände sind also nach Zeittakten zu bestimmen. Gleichzeitig soll es tatsächliche Produktionsdaten berücksichtigen und muss somit Entscheidungsregeln abbilden können.

Mit Petri-Netzen kann man diese Aspekte realisieren, doch benötigt man dann ein Modellierungs- und Simulationstool wie das Process-Simulation.Center (P-S.C), welches höhere Petri-Netze mit individuellen Marken verarbeiten kann. Da vergleichbare Software bislang nicht verfügbar war, fehlte das „Werkzeug“, um Vorgehensweisen und Techniken der Modellerstellung zu trainieren und zu erproben. Die Entwicklung eines Simulationsmodells für einen Wechsel von einer Push- zu einer Pull-Strategie ist also mit der Verwendung eines Tools verwoben.

Um die Aufgabe konkret zu machen, wurde ein Logistik-Lernlabor abgebildet. Das entwickelte Modell kann nun genutzt werden, um die persönlichen Beobachtungen von Studierenden im Labor zeitlich, mengenmäßig und wertmäßig zu skalieren.

Im Folgenden wird zunächst der Laboraufbau als Beispiel-szenario für simulationsgestützte Managemententscheidungen beschrieben. Nachdem dann die neuartigen Funktionen des P-S.C vorgestellt werden, wird hierauf aufbauend das Vorgehen beschrieben, um Modelle für Push- und Pull-Strategien inkl. in den Petri-Netzen selbst integrierter Dashboards zu erklären. Abschließend wird die taktgesteuerte Simulation einer weiteren Modellierungstechnik, der ereignisgesteuerten Simulation, gegenübergestellt.

Keywords—Konzeptuelle Modelle zeitdynamischer Systeme, Simulation, Petri-Netze, Logistik, Lehre

I. SIMULATIONSGESTÜTZTE MANAGEMENTENTSCHEIDUNGEN

Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP) sammeln und integrieren betriebliche Daten in einer Datenbank [1]. Diese Informationen können in allen Bereichen eines Unternehmens wie Vertrieb, Einkauf und Finanzen, aber auch in der Produktion genutzt werden. Somit werden sie in vielen Unternehmen zur Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen eingesetzt. Sie bewerten und terminieren aufkommende Aufträge, legen Produktionspläne fest und erfassen den Arbeitsfortschritt durch Rückmeldungen. Damit unterstützen bzw. automatisieren ERP-Systeme operative Entscheidungen.

Ihre Grenzen haben ERP-Systeme jedoch bei der Bewertung möglicher Veränderungen von Produktionsstrategien. So geht ein Wechsel von Push- zu Pull-Prozessen in Logistik und Produktion zumeist einher mit einer deutlichen Senkung der Lagerkosten bei gleichzeitiger Flexibilitätssteigerung. Da ERP-Systeme aber üblicherweise nur die aktuell eingesetzte Strategie implementieren, sind die Effekte eines möglichen Strategiewechsels mit diesen Systemen nicht abbildbar. So lässt sich beobachten, dass noch immer viele Unternehmen nach dem Push-Prinzip produzieren, obwohl bei ihrem Produktionssortiment ein Wechsel opportun wäre. Ein Grund mag sein, dass alternative, IT-gestützte Methoden der Produktionsplanung und -steuerung nur unzureichend bekannt sind.

Um letzteres zu vermeiden, sollte die Vielfalt an Strategien zur Produktionssteuerung fest in Vorlesungen der Logistik verankert sein und aktiv mit IT-Unterstützung vermittelt werden. Auch Lernlabore wie das sogenannte *Box Game*, das folgend vorgestellt wird, machen die Auswirkungen strategischer Veränderungen für die Studierenden erlebbar. Fehlende Ressourcen in der Lehre münden leider oft in einer verkürzten, eher theoretischen Darstellung. Dieser Trend wurde im letzten Jahr durch eine präsenzlose Lehre während der Corona-Krise noch weiter verschärft. Simulationen könnten genutzt werden, um den Wegfall dieser realen Erfahrungen zumindest teilweise zu kompensieren, oder auch, um Realerfahrungen hinsichtlich ihrer Komplexität zu erweitern.

Das *Box Game* wurde als Anwendungsbeispiel im Studiengang International Logistics Management der Hochschule Worms entwickelt. Trotz des simplen Aufbaus können sehr unterschiedliche Arten von Prozessen beobachtet werden, die auch in der Praxis eine hohe Relevanz aufweisen. Es eignet sich daher hervorragend, um verschiedene Möglichkeiten der konzeptionellen Modellierung und Simulation zu erproben.

Das konkrete Beispiel besteht aus einem einfachen Konstruktionsprozess, bei dem die Studierenden kleine und große Schachteln falten, die kleineren in die größeren Schachteln stecken und am Ende die Qualität überprüfen. Mit diesem Prozess werden, wie noch detaillierter erklärt werden wird, die Eigenschaften von Push- und Pull-Systemen veranschaulicht.

Idealerweise spielen die Teilnehmenden des Kurses das Spiel selbst, erleben so den Arbeitsfluss aus erster Hand mit und entwickeln im Laufe des Spiels ein Gefühl für die Verbesserungsmöglichkeiten.

Schnell erkennen sie dann verschiedene Arten von Verschwendung (sogenannte *Muda* gemäß [2]) wie Überproduktion, Warten und Bewegung. Auch ist der Austausch der erlebten Erfahrungen mit anderen Studierenden ein wesentlicher Teil des Lernerfolgs. Allerdings dauert ein kompletter Durchlauf des *Box Game* zwei bis drei Stunden.

Trotz seiner vermeintlichen Schlichtheit ist das *Box Game* leicht auf industrielle Montagearbeitsplätze übertragbar und hat einen hohen Praxisbezug. Eine maschinelle Fertigung, bei der Zeitpläne, Schichtmuster, Rüstzeiten oder Mehrfachaufstellungen von Maschinen von besonderer Bedeutung sind, würde zwar die Zahl der Optimierungsparameter erhöhen, die Organisationsprinzipien aber nicht substantiell verändern.

Abbildung 1 zeigt die räumliche Organisation des *Box Game* im Lernlabor: Fünf Tische sind als Arbeitsstationen angeordnet. Weitere wichtige Positionen wie Zwischenlager werden mit Klebeband markiert. Aufgrund seiner Einfachheit lässt sich das Lernlabor daher auch auf Schulungs- und Konferenzräume übertragen.

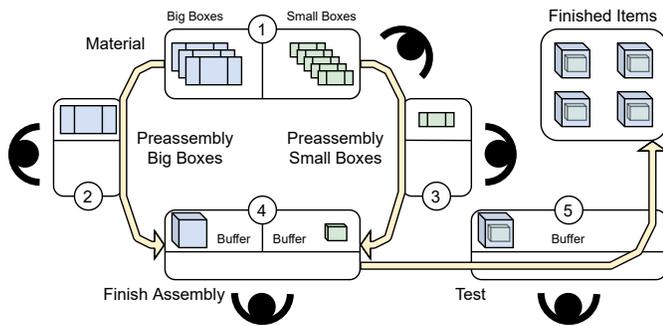


Abbildung 1. Räumliches Layout des *Box Game* [3]

An und zwischen den Arbeitsstationen werden die folgenden Aktivitäten verrichtet:

1. **Lager:** Boxen bereitstellen.
2. **Vormontage große Boxen:** Box auffalten, Deckel schließen und Box weiterleiten.
3. **Vormontage kleine Boxen:** Box auffalten, Deckel schließen und Box weiterleiten.
4. **Endmontage:** Große Box öffnen, kleine Box einlegen und mit einem Post-it als „Packzettel“ labeln, große Box schließen, mit Klebeband versiegeln und weiterleiten.
5. **Qualitätssicherung:** Box als akustischen Qualitätscheck schütteln, roten Klebepunkt an der oberen linken Ecke des Deckels anbringen, Box im Ausgangslager ablegen.

Die folgenden Personen können am Spiel teilnehmen:

- 5 Personen besetzen die Arbeitsstationen,
- 3 Personen erfassen die Bearbeitungszeiten,
- 1 Person erfasst die Bestände,
- 1 Person nimmt die Produktivitätsdaten auf und
- 2 mögliche weitere Personen demontieren die Boxen.

Der anfängliche Lagerbestand beträgt 75 große und 75 kleine Schachteln. Es ist jedoch ausdrücklich nicht das Ziel, möglichst viel in einer möglichst kurzen Zeit zu produzieren.

Stattdessen sollen die Boxen in einem vorgegebenen Kundentank von 15 Sekunden bei geringem Lagerbestand und mit möglichst wenigen Mitarbeitenden hergestellt werden.

Abbildung 2 zeigt das *Box Game* als Wertstromdiagramm inkl. der Bearbeitungszeiten je Prozessschritt. Eine zeitliche und mengenmäßige Simulation dieses Szenarios ist innerhalb des Wertstromdiagramms aufgrund einer fehlenden mathematischen Semantik leider nicht möglich.

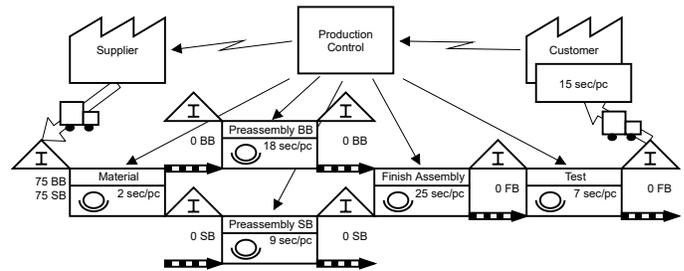


Abbildung 2. Wertstromdiagramm des *Box Game* [4]

Um die Herausforderungen erlebbar zu machen, vor denen ein Management bzgl. einer möglichen strategischen Neuausrichtung steht, sollte das *Box Game* in vier Runden von jeweils 5 oder 8 Minuten Dauer gespielt werden:

Losgröße 3 - Push-Prinzip: Die Produkte werden in der Losgröße 3 weitergereicht. Jeder Prozessschritt arbeitet funktional unabhängig von den anderen und die Teilnehmer werden nach der Stückzahl bezahlt, die sie bearbeiten. Daher ist es das Ziel, an jeder Station so viel Output wie möglich zu produzieren.

Losgröße 3 - Pull-Prinzip: Stationen produzieren und reichen Produkte in der Losgröße 3 weiter. Vorgelagerte Stationen müssen ihre Produkte aber zurückhalten und die Produktion stoppen, bis Produkte von einem nachgelagerten, internen oder externen Kunden angefordert werden. Die Kapazität einer Station und ihres Puffers ist auf drei Stück begrenzt und Teile können nur bis zu dieser Grenze ersetzt werden.

Losgröße 1 - Pull-Prinzip: Die dritte Runde wird analog der zweiten gespielt, allerdings werden Losgröße und Kapazitäten auf eins reduziert.

Verbesserung - Pull-Prinzip: In der letzten Runde geht es darum, selbstständig Verbesserungen zu finden und diese im Team umzusetzen.

Den Vorteil der persönlichen Erfahrung, etwa den Stress, den ein überlaufendes Lager verursacht bis hin zum Gefühl des Kontrollverlustes, kann eine Computersimulation nicht ersetzen. In Zeiten von Corona ermöglicht sie aber zumindest eine teilweise Kompensation. Darüber hinaus erlaubt sie, Komplexität und Reichweite des betrachteten Prozesses zu vergrößern. In den folgenden Abschnitten soll daher untersucht werden, wie statt des gespielten Prozesses eine IT-gestützte virtuelle Simulation gefunden werden kann.

II. GRUNDLEGENDE ÜBERLEGUNGEN ZU EINER IT-GESTÜTZTEN SIMULATION

Aus der jahrzehntelangen Erfahrung der Autoren mit Petri-Netzen sowie dem Umstand, dass sie über ein für akademische Zwecke derzeit frei nutzbares Werkzeug zur Modellierung und Simulation auch höherer Petri-Netze verfügen, resultiert die Entscheidung, das beschriebene Szenario als Petri-Netz umzusetzen. Diese Aufgabe erwies sich jedoch als anspruchsvoller als zu Beginn vermutet:

1. Modelle und Simulationen von Pull-Prozessen müssen zwischen verschiedenen Kundenaufträgen unterscheiden. Dies lässt sich in höheren Petri-Netzen mit individuellen Marken ausdrücken. Aber obwohl solche Petri-Netz-Klassen seit vielen Jahren bekannt sind (z. B. [5], [6]), gibt es keine Modellierungsmuster, die man zur Modellerstellung heranziehen kann.

Umso wichtiger ist es, Modelle bei ihrer Erstellung schrittweise testen zu können und somit en passant neue Modellierungstechniken zu entwickeln. Die gesammelten Erfahrungen sind daher ebenso ein Artefakt der Arbeit wie die Modelle selbst.

2. Ohne ein geeignetes Werkzeug zur Modellierung und Simulation höherer Netze können diese Erfahrungen aber nicht gesammelt werden, was eine Hürde für viele Modelliererinnen und Modellierer darstellt. Fast alle Petri-Netz-Werkzeuge, die in [7] aufgelistet sind, sind entweder veraltet, unterstützen keine Zeitaspekte oder Petri-Netze mit individuellen Token, und keines von ihnen verfügt über eine moderne Benutzeroberfläche. Daher sind sie unbrauchbar für die beschriebene Aufgabenstellung.

Das Process-Simulation.Center (P-S.C) wurde entwickelt, um diese Restriktionen zu überwinden. Dabei handelt es sich um eine neuartige, webbasierte Petri-Netz-Modellierungs- und Simulationsumgebung, mit der das beschriebene Logistikkabor gut modelliert werden konnte.

Um auszuschließen, dass nur die persönlichen Präferenzen der Autoren die gewählte Modellierungssprache rechtfertigen, untersucht das folgende Kapitel III verwandte Ansätze für Modellierung und Simulation.

III. VERWANDTE ARBEITEN

Ursprünglich sind Petri-Netze als Stellen/Transitions-Netz (S/T) mit anonymen, nicht unterscheidbaren Token definiert, die den Zustand eines Systems angeben [8]. Dies schränkt die Menge der beschreibbaren Zustände jedoch erheblich ein, weswegen diverse Konzepte zur Anreicherung mit Informationen definiert wurden:

Prädikat/Transitions-Netze (Pr/T) interpretieren Stellen als Prädikate, die für die auf ihnen liegenden informations-tragenden Marken gelten. Transitionen verarbeiten und ändern diese Prädikate. Eine Transition kann dann für Marken schalten, die die Transitionsbedingung erfüllen und erzeugt neue Marken im Sinne ihrer ausgehenden Kanten. So können Interaktionen zwischen Marken modelliert werden. [5]

Colored Petri Nets (CPN) unterscheiden Token anhand von „Farben“, die dann aber letztlich auch im Sinne der Pr/T-Netze als Datensätze interpretiert werden. Auch hier erfolgt die Aktivierung der Transitionen getrennt, also für die individuellen Token. [6], [9]

Sollen technische Systeme oder Geschäftsprozesse modelliert werden, so spielt Zeit eine wichtige Rolle. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollen die folgenden Ansätze genannt werden, die Petri-Netze mit Zeitkonzepten kombinieren: Time Petri Nets (TPN) [10] und Timed Petri Nets (TdPN) [11] assoziieren Zeit mit Transitionen, Time Place & Transition Nets (TPTN) [12] verbinden Zeit mit Stellen und deren Markierung, und Arc Timed Petri Nets (ATPN) [13], [14] verknüpfen Zeit mit den Kanten von Petri-Netzen.

Die genannten Formalismen haben ein gemeinsames Konzept, welches sie grundsätzlich von den ursprünglichen Petri-Netzen unterscheidet: Ihr Zustand beruht nicht nur auf Informationen, die durch ihre jeweiligen Markierungen gegeben sind, sondern auch auf einer Uhr. Zeitstempelnetze kodieren die Zeitinformation hingegen ebenfalls in der Markierung und sind somit eine Spezialisierung der Pr/T-Netze:

Zeitstempelnetze verwenden Token mit Zeitstempeln, die deren Entstehungszeitpunkt angeben. Transitionen können in Zeitfenstern schalten, wenn ihre eingehenden Kanten mit Blick auf diese Zeitstempel durchlässig sind. [15]

Erweiterte Zeitstempelnetze kombinieren die Konzepte der Zeitstempelnetze und Pr/T-Netze vollständig. [16]

Die Ansätze lassen sich ineinander überführen [17], [18], da sie abstrakte Zeiteinheiten verwenden. Für reale Anwendungen werden aber reale Zeitwerte benötigt, also Datums- und Zeitinformationen. Diese sind, wie im nächsten Abschnitt gezeigt, im P-S.C realisiert. Somit lassen sich Zeitinformationen mit allen anderen für Prozesse relevanten Daten verknüpfen.

Wertstromdiagramme (WSD) erlauben die Darstellung von Informations- und Materialflüssen, um Wertströme zu bewerten und hinsichtlich der Wartezeiten zu optimieren. Das Konzept beruht auf dem Produktionssystem von Toyota, wobei die Entwicklung der Methode bis in das Jahr 1914 zurückführt [2], [19]. Auch in Abbildung 2 wurde auf ein Wertstromdiagramm zur Visualisierung des Gesamtprozesses zurückgegriffen. Die Grenzen des Ansatzes mit Blick auf die Simulation wurde bereits in Abschnitt I diskutiert.

Business Process Model and Notation (BPMN) ist eine Sprache zur Modellierung von Geschäftsprozessen, die sich derzeit großer Beliebtheit erfreut. Aufgrund einfacher Basiskonzepte und einer anschaulichen Darstellung von Verantwortlichkeiten entwickelt BPMN Konzepte von Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) und Flussdiagrammen weiter [20], [21]. Für BPMN gibt es, ähnlich wie auch bei EPK, Ansätze, um den Durchlauf einzelner Prozessinstanzen zu validieren [22]. Nicht berücksichtigt werden können hierbei aber die Prozessdaten oder auch wechselseitige Beziehungen zwischen verschiedenen Prozessinstanzen [23].

IV. NEUE MODELLIERUNGS- UND SIMULATIONSKONZEPTE IM P-S.C

Bei der Entwicklung konzeptioneller Modelle für die Prozesssimulation oder -ausführung werden neben der formalen mathematischen Basis auch Werkzeuge benötigt. Das Process-Simulation.Center (P-S.C) ist eine webbasierte Modellierungs- und Simulationsumgebung, die die Entwicklung von S/T- und Pr/T-Netzen unterstützt [24]. Hierzu ist es möglich, Stellen Datentypen zuzuordnen, um diese wie Tabellen in Datenbanken zu verwenden. Auch besteht die Möglichkeit über die Tupel einer Stelle Aggregate zu bilden. Spezielle Typen für Zeit und Datum sind wichtige Unterstrukturen für die Simulation von Prozessen in Produktion und Logistik und erweitern die genannten Ansätze für zeitgesteuerte Petri-Netze. Weiterführende Konzepte des P-S.C, wie die Abbildung der Aufbauorganisation mit Hilfe von Organigrammen, das Verbinden von Aufbau- und Ablauforganisation in Swimlanes sowie die Verknüpfung von Modellen mittels Prozesslandkarten, sind zwar für die praktische Anwendung der im Folgenden gezeigten Modelle wichtig, nicht aber für deren Verständnis. Auf eine genauere Darstellung wird hier daher verzichtet. Zu erwähnen ist aber, dass das P-S.C Knoten so zeichnet, dass sowohl deren Beschriftung als auch die Anzahl der Token innerhalb des Knotens dargestellt werden können, wodurch sich die Lesbarkeit der Modelle deutlich erhöht.

Im Gegensatz zu Relationaler Algebra und SQL, deren Operatoren auf Mengen angewendet werden und auch Mengen als Ergebnis liefern, verarbeitet das P-S.C die Tupel sequentiell, da auch Geschäfts- und Produktionsprozesse auftragsbezogen nacheinander abgearbeitet werden. Eine Entscheidung über die konkrete Reihenfolge wird lokal durch die Transitionen des Netzes getroffen.

Das P-S.C wird seit mehreren Jahren gemäß der Richtlinien des Design Science Research nach [25] entwickelt und wurde auch schon vor dem hier vorgestellten Szenario als Tool für problembasiertes und forschendes Lehren und Lernen in Bachelor- und Masterstudiengängen eingesetzt [26]. Studierende eines dualen Logistik-Studiengangs entwickelten unter Verwendung des P-S.C ein Simulationsmodell, um den Retourenprozess in ihrem Unternehmen zu reorganisieren [27].

V. TAKTGESTEUERTE SIMULATIONSMODELLE

Ziel der Simulation des *Box Game* ist es, die Auslastung der Lager im zeitlichen Verlauf beobachten zu können. Allerdings verwendet das P-S.C keine zeitlich getakteten Transitionen, da deren Uhren einen neuen Zustandsraum definieren würden und sich dieser nicht ohne weiteres mit den anderen Prozessdaten kombinieren ließe. Daher musste zunächst eine „Uhr“ bestehend aus einer zeittypisierten Stelle *clock* und einer adjazenten Transition *pulse* realisiert werden, wie in Abbildung 3 (oben links) gezeigt. Mit jedem Schalten der Transition wird das Zeit-Token auf der Stelle um eine Sekunde erhöht und *pulse* ist aufs Neue aktiviert.

Als ein Bedienkonzept können im P-S.C alle in einem Augenblick konfliktfrei aktivierten Transitionen gleichzeitig schalten, wodurch das Schalten aller anderen Transitionen im

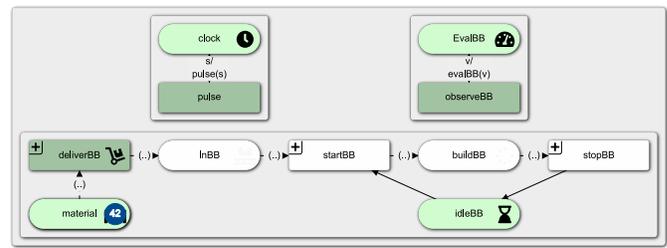


Abbildung 3. (Oben links) Einfache Petri-Netz-Uhr · (Oben rechts) Beobachternetz zur Evaluation des Vorlagers in (unten) · (unten) Montage großer Boxen als Beispiel eines einzelnen Arbeitsplatzes [4]

Netz mit dem Paar aus *clock* und *pulse* synchronisiert wird. Die aktuelle Uhrzeit auf *clock* kann dann mittels einer Aggregatfunktion, wie man sie aus Datenbanken kennt, ausgelesen werden. So lassen sich Arbeits- und Liegezeiten ausdrücken.

Das Grundmodell einer Arbeitsstation - in Abbildung 3 (unten) beispielhaft das Auffalten großer Boxen - besteht aus einer Stelle *inBB* für die Materialbereitstellung und einer Stelle *buildBB* für den Arbeitsplatz. Die Transition *deliverBB* führt der Arbeitsstation aus dem Eingangslager *material* Material und bei Bedarf Informationen über Losgrößen zu. Dies erfolgt nach dem FiFo-Prinzip, ebenso wie bei der Transition *startBB*, durch die das Material dem Arbeitsplatz zugewiesen wird. Hierzu sind die Arbeitsmaterialien nummeriert und zudem wird unter Rückgriff auf *clock* für das Material der Zeitpunkt gespeichert, wann dieses auf eine Stelle (Pufferlager oder Arbeitsstation) gelegt wird.

Wiederum unter Verwendung der *clock* wartet nun die Transition *stopBB* darauf, dass die für die Arbeitsstation bestimmte Bearbeitungszeit abgelaufen ist. Die hierzu formulierte Bedingung kann durch Aufklappen der Transition im Modell angezeigt werden, worauf hier aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet wurde. Bei den im Modell hinterlegten Bearbeitungszeiten handelt es sich um Erfahrungswerte aus *Box Game*-Durchläufen mit Studierenden. Im Allgemeinen können mit dem Tool aber auch Einflussfaktoren wie verwendete Arbeitsmaterialien oder weitere Parameter der Arbeitsstation berücksichtigt werden.

Die Transition *stopBB* ist, wie in den Abbildungen 4 und 5 gezeigt, mit einem Zwischenspeicher verbunden, der als Puffer für die nachfolgende Arbeitsstation dient. Die Stelle *idleBB* dient als Semaphor für die exklusive Nutzung des Arbeitsplatzes für eine Box und als Zähler für die Stillstandszeiten des Arbeitsplatzes.

Schließlich wurden für das Modell Beobachternetze realisiert. Abbildung 3 (oben rechts) zeigt dies beispielhaft für die Produktion der großen Boxen. Hierüber lassen sich die mit dem Lager verbundenen Kosten ermitteln, indem auf der Stelle *inBB* mit jedem Schalten der Transition *observeBB* die in einem Schalttakt auf der Lager-Stelle *inBB* liegende Anzahl der Materialien erhöht wird. Auch wenn im vorgestellten Modell die Kosten für die unterschiedlichen Lager gleich bewertet werden, könnten die Materialkosten auch nach Verarbeitungsgrad differenziert und gestaffelt sein.

Durch das Zusammenspiel dieser Modelle lassen sich schwankende Lagerbestände, Engpässe und Lagerkosten über den Zeitverlauf hinweg beobachten. Symbole sollen hierbei das visuelle Verständnis des Gesamtmodells erhöhen.

Im Modell aus Abbildung 4 wurden diese Komponenten für alle Arbeitsstationen für eine Simulation der Push-Produktion zusammengestellt. Dies ergibt sich generisch aus den erklärten Konzepten. Hierbei wurden folgende Abkürzungen verwendet: *BB* steht für *Big Box*, *SB* für *Small Box*, *F* für *Finish*, das Zusammensetzen der Boxen, und *T* für *Test*, die abschließende Qualitätskontrolle.

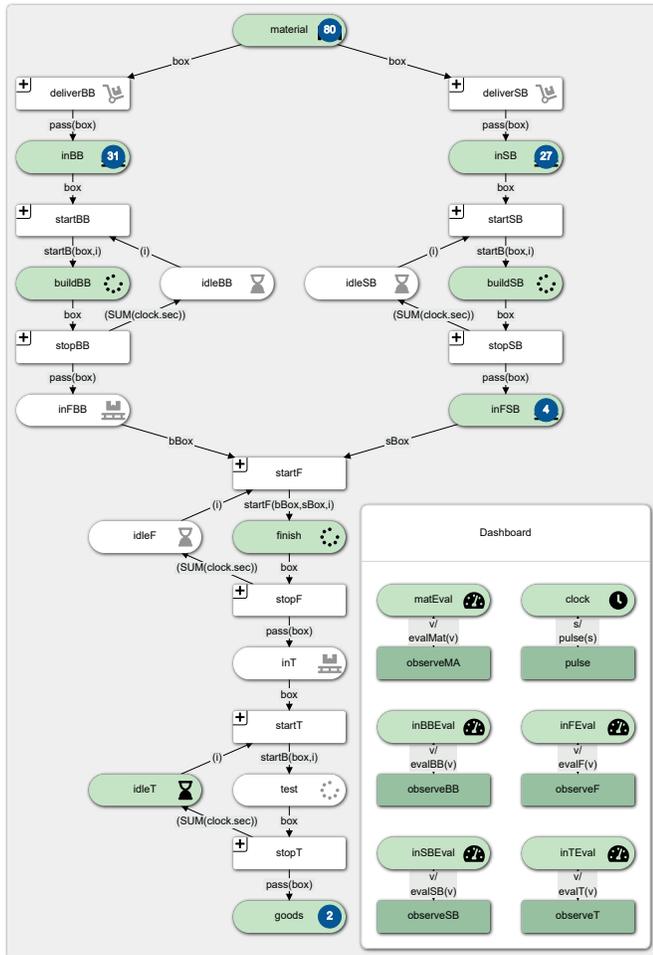


Abbildung 4. Taktgesteuertes Push-Modell [4]

Die Pull-Version des *Box Game*, wie sie in Abbildung 5 dargestellt ist, ist etwas komplexer, da zusätzliche Elemente benötigt werden, um das Pull-Prinzip zu implementieren. Dies geschieht durch zusätzliche Pull-Transitionen, auf denen der Inhalt der vorgelagerten Speicherplätze für alle drei Arbeitsplätze beobachtet wird. Sobald diese leer sind, wird eine Pull-Anforderung ausgegeben, die zu einer Lieferung führt.

Der Vergleich der Simulationsläufe zeigt erwartungsgemäß keine Unterschiede bzgl. der Gesamtbearbeitungszeit und der Leerlaufzeiten der verschiedenen Arbeitsplätze. Jedoch werden Unterschiede bei der Auslastung der Lagerplätze deutlich.

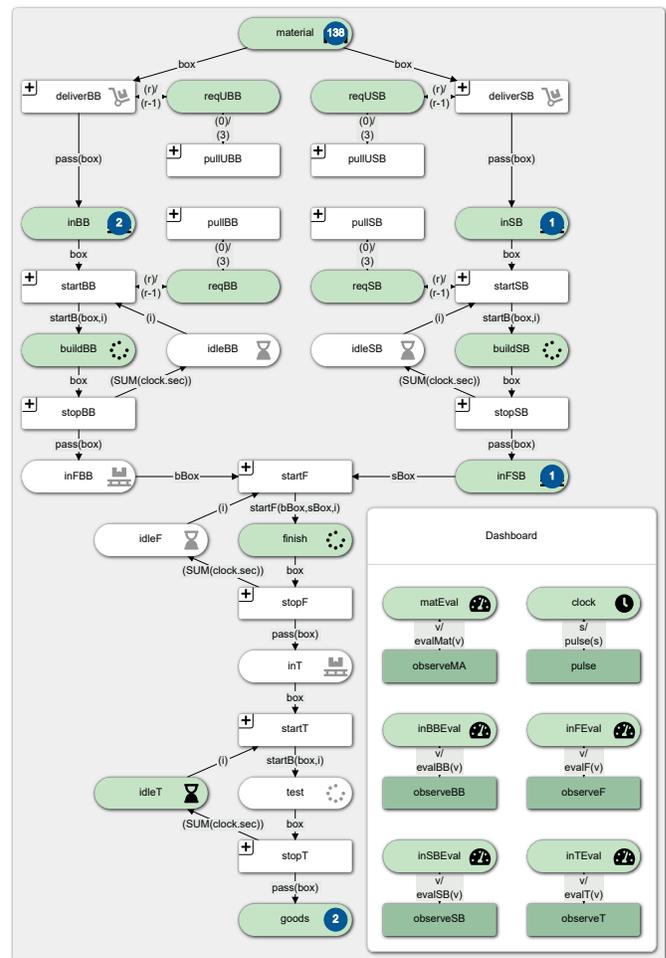


Abbildung 5. Taktgesteuertes Pull-Modell [4]

Das erste Modell nach dem Push-Prinzip zeigt deutlich den Nachteil dieses Ansatzes: große Zwischenlager und damit hohe Bestandskosten. Abbildung 6 (oben) zeigt den Bestand im Materiallager, den Pufferlagern und dem Fertigwarenlager während der Push-Simulation.

Abbildung 6 (unten) zeigt die Ergebnisse des Pull-Simulationslaufs mit sonst unveränderten Vorbedingungen. Die Zwischenlager sind deutlich weniger ausgelastet, da nur die Artikel in die Fertigungslinie eingebracht werden, die von nachgelagerten Stationen angefordert werden. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da es ja gerade dem Ziel einer Just-in-Time-Produktion entspricht.

Für die beiden Diagramme in Abbildung 7 sind die unterschiedlichen Skalierungen der Y-Achsen zu beachten: Abbildung 7 (oben) zeigt die Kosten der Zwischenlager im Push-Modell, während Abbildung 7 (unten) das Gleiche für das Pull-Modell darstellt. Ebenfalls sind die über alle Zwischenlager kumulierten Kosten angegeben. Der Durchsatz ist in beiden Modellen identisch, was zu den gleichen Kosten innerhalb des Fertigwarenlagers führt und somit nicht weiter ausgewertet werden muss.

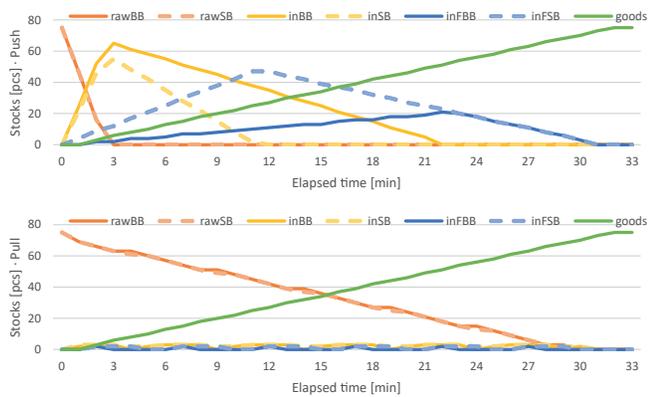


Abbildung 6. Lagerbestände für Push (oben) und Pull (unten) [4]

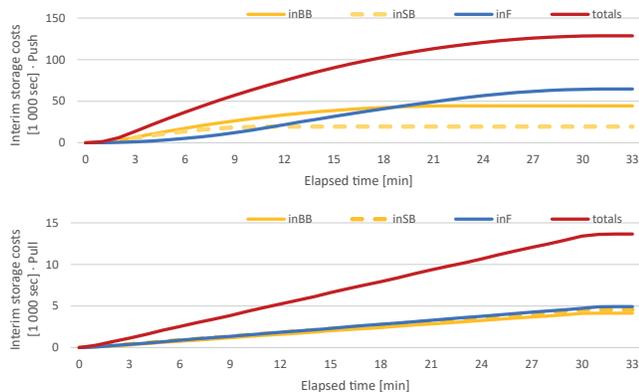


Abbildung 7. Lagerkosten je Zwischenlager und kumuliert für Push (oben) und Pull (unten) [4]

Die Differenz bezüglich des Materialeingangslager zeigt die möglichen Einsparungen durch Just-In-Time-Bestellungen bei den Lieferanten. Zudem kann beobachtet werden, wie durch Einführung des Pull-Prinzips die bewerteten Bestandskosten auf den Zwischenlagern sinken.

Selbstverständlich könnten diese Modelle noch um weitere Aspekte wie etwa die Transportkosten erweitert werden, wobei kleinere Losgrößen in der Regel mit höheren Transportkosten einhergehen. Anders als das hier gezeigte Modell suggeriert, würde dann deutlich, dass die für die Zwischenlagerkosten optimale Losgröße 1 nicht unbedingt gleichzeitig auch die global optimale Lösung darstellt.

VI. EIN ALTERNATIVER MODELLIERUNGSANSATZ

Durch die beschriebene Modellierung und Simulation können die Fluktuationen der Bestände während der Produktion im Zeitverlauf beobachtet und so die Vor- und Nachteile von Push und Pull ideal visualisiert werden. Für die Studierenden im Logistiklabor stellt die Simulation daher eine anschauliche Erweiterung ihrer persönlichen Erfahrungen dar.

Allerdings benötigt eine vollständige Simulation 1902 Schaltakte. Dies entspricht ebenso vielen Sekunden (oder fast 32 Minuten) im realen Spiel. Deren Berechnung dauert auf einem iMac mit 4 GHz Quad-Core Intel Core i7 Prozessor und 16 GB RAM in Chrome etwa 8234 Millisekunden und die Berechnungsdauer einer größeren Zeitspanne, etwa eines Arbeitstages, würde linear hierzu ansteigen.

Tatsächlich lässt sich die Simulationszeit drastisch reduzieren, wenn das Ergebnis, also die Bewertung der Lagerbestände, wichtiger ist als ihre Visualisierung im Zeitverlauf. In diesem Fall würde es ausreichen, neue Zustände nur in den Momenten der Zustandsänderungen zu berechnen, also wenn eines der Materialien an eine Arbeitsstation oder ein Lager weitergereicht wird. Die „virtuellen Sekunden“, in denen beim *Box Game* nichts passiert, könnten übersprungen werden.

Damit kann im vorliegenden Beispiel die Simulation von 1902 auf nur 79 Schritte für Push und 228 Schritte für Pull reduziert werden. Auf dem genannten Rechner dauern die Simulationen dann nur noch etwa 315 bzw. 923 Millisekunden. Diesen zweiten Ansatz kann man daher als ereignisgesteuerte Simulation bezeichnen.

Im Gegenzug muss dann die Visualisierung der Simulationsergebnisse in einem separaten Arbeitsschritt erfolgen. Außerdem ist die Entwicklung eines ereignisgesteuerten Modells im Vergleich zu einem taktgesteuerten Modell anspruchsvoller, weil nicht nur das Verhalten für einen spezifischen Augenblick abzubilden ist, sondern der nächste relevante Zeitpunkt präjudiziert werden muss. Für die zukünftige Modellentwicklung resultiert hieraus die folgende Anregung:

Wähle eine taktgesteuerte Simulation, wenn entweder eine getaktete Visualisierung der Systemzustände benötigt wird, oder wenn der Rechner schnell genug für die wenigen Simulationen ist, die für das modellierte System durchgeführt werden müssen.

Wähle eine ereignisgesteuerte Simulation, wenn eine hohe Simulationsgeschwindigkeit aufgrund der Komplexität des modellierten Systems erforderlich ist, wenn schnelle Antworten in der Produktion benötigt werden, oder wenn eine große Anzahl von Variationen des Produktionsplans oder der Eingangsdaten verglichen werden müssen. Im Allgemeinen gilt: Je häufiger ein bestimmtes Modell simuliert werden muss, desto mehr lohnt es sich, ein ereignisgesteuertes Modell anstelle eines taktgesteuerten Modells zu entwickeln.

VII. FAZIT UND ZUKÜNFTIGE ARBEITEN

Die Modellierungsaufgaben, die für diese Arbeit zu lösen waren, führten zu einigen neuen Erkenntnissen bei der Entwicklung konzeptioneller Modelle für zeitdiskrete Systeme. Für die Autoren haben sich Best Practices herauskristallisiert, die aus den folgenden Schritten bestehen:

1. Definiere Datentypen für die Bestände sowie andere Datenobjekte wie Kanbans oder Ressourcen und initialisiere die Stellen entsprechend der Startbedingungen.

2. Erweitere das Modell um Transitionen für den Beginn und das Ende bestimmter Aufgaben, wie z.B. die Lieferung von Rohstoffen, den Bau oder das Testen einer Box.
3. Identifiziere das nächste zu bearbeitende Werkstück und den Zeitpunkt, an dem dies geschehen wird. Dies ermöglicht auch die Umsetzung verschiedener Priorisierungsstrategien.
4. Beginne mit der Modellierung des einfacheren Push-Prinzips und erweitere dieses Modell um Pull-Prinzipien.

Außerdem erscheint die Entwicklung eines taktgesteuerten Modells als Vorstufe für die Entwicklung eines ereignisgesteuerten Modells sinnvoll zu sein, falls ein solches aus den oben genannten Gründen benötigt wird:

1. Entwickle zunächst das taktgesteuerte Modell.
2. Beobachte die Ereignisse, die zu Zustandsänderungen führen, mit Hilfe des taktgesteuerten Modells und leite aus dieser Beobachtung das ereignisgesteuerte Modell ab.
3. Suche nach einer geeigneten Visualisierung der Simulationsergebnisse.

Vorausgesetzt, man verfügt über ein geeignetes Werkzeug wie das P-S-C, sind die Möglichkeiten dessen, was Modelliererinnen und Modellierer abbilden und simulieren können, nur durch ihre Vorstellungskraft begrenzt. Eine Erweiterung um Restriktionen, durch Ressourcen oder alternative Produktionsstrategien können effektiv und effizient ins Modell integriert werden. Nun sollen noch die Möglichkeiten zur Visualisierung der Simulationsergebnisse im P-S-C erweitert werden - diese wurden in diesem Beitrag noch mit Hilfe externer Tools erstellt. Eine entsprechende Forschungsagenda ist bereits formuliert. [28]

Die akademische Community ist herzlich eingeladen, das P-S-C und die hier vorgestellten Modelle auszuprobieren. Treten Sie gerne mit den Autoren in Kontakt!

LITERATUR

- [1] C. Caserio and S. Trucco, *Enterprise Resource Planning and Business Intelligence Systems for Information Quality*. Cham, Switzerland: Springer, 2018.
- [2] T. Ohno, *Toyota Production System*. Milton Park, UK: Taylor & Francis, 1988.
- [3] S. Haag, L. Zakfeld, C. Simon, and C. Reuter, "Event Triggered Simulation of Push and Pull Processes," in *SIMUL 2020: The Twelfth International Conference on Advances in System Simulation*, L. Parra, Ed., Porto (Portugal), 2020, pp. 68–73.
- [4] C. Simon, S. Haag, and L. Zakfeld, "Clock Pulse Modeling and Simulation of Push and Pull Processes in Logistics," in *SIMMaApp: Special Track at SIMUL 2020: The Twelfth International Conference on Advances in System Simulation*, F. Herrmann, Ed., Porto (Portugal), 2020, pp. 31–36.
- [5] H. J. Genrich and K. Lautenbach, "System Modelling with High-Level Petri Nets," *Theoretical Computer Science*, vol. 13, 1981.
- [6] K. Jensen, *Coloured Petri-Nets*, 1st ed. Berlin: Springer, 1992.
- [7] Petri Nets World, "Petri Nets Tools Database Quick Overview," <https://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/tools/quick.html> (last accessed 20.09.2020), 2020.
- [8] W. Reisig, *Understanding Petri Nets*. Berlin: Springer, 2013.
- [9] M. Montali and A. Rivkin, "From DB-nets to Coloured Petri Nets with Priorities (Extended Version)," *CoRR*, vol. abs/1904.00058, 2019. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1904.00058>
- [10] P. Merlin, "The Time-Petri-Net and the Recoverability of Processes," University California, Irvine, Tech. Rep., 1974.
- [11] C. Ramchandani, "Analysis of Asynchronous Concurrent Systems by Timed Petri Nets," MIT, Project MAC, Technical Report 120, 1974.
- [12] J. Sifakis, "Use of petri nets for performance evaluation," in *Measuring, modelling and evaluating computer systems*, ser. IFIP, H. Beilner and E. Gelenbe, Eds., North Holland Publ. Co., 1977, pp. 75–93.
- [13] R. König and L. Quäck, *Petri-Netze in der Steuerungs- und Digitaltechnik*. München, Wien: Oldenbourg Verlag, 1988.
- [14] H.-M. Hanisch, *Petri-Netze in der Verfahrenstechnik*. München: Oldenbourg, 1992.
- [15] H.-M. Hanisch, K. Lautenbach, C. Simon, and J. Thieme, "Timestamp Nets in Technical Applications," in *IEEE International Workshop on Discrete Event Systems*, San Diego, CA, 1998.
- [16] C. Simon, "Developing Software Controllers with Petri Nets and a Logic of Actions," in *IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2001*, Seoul, Korea, 2001.
- [17] K. Jensen, "High-Level Petri Nets," *Informatik-Fachberichte*, vol. 66, pp. 166–180, 1983.
- [18] L. Popova-Zeugmann, *Time and Petri Nets*. Berlin: Springer, 2013.
- [19] C. E. Knoeppel, *Installing Efficiency Methods*. The Engineering Magazine, 1915.
- [20] BPMI, "BPMN 1.0 - Business Process Model and Notation," <https://www.omg.org/spec/BPMN/>(last accessed 20.09.2020), 2004.
- [21] OMG, "BPMN 2.0 - Business Process Model and Notation," <http://www.bpmn.org/>(last accessed 20.09.2020), 2011.
- [22] O. Kloos, *Generierung von Simulationsmodellen auf der Grundlage von Prozessmodellen*. Ilmenau: Universitätsverlag Ilmenau, 2014.
- [23] W. M. P. van der Aalst, "Geschäftsprozessmodellierung: Die Killer-Applikation für Petrinetze," in *Informatik Spektrum*, vol. 37, no. 3, 2014, pp. 191–198.
- [24] C. Simon, "Web-Based Simulation Of Production Schedules With High-Level Petri Nets," in *32rd International ECMS Conference on Modelling and Simulation (ECMS 2018)*, L. Nolle, A. Burger, C. Tholen, J. Werner, and J. Wellhausen, Eds. Wilhelmshaven, Germany: SCS Europe, 2018, pp. 275–281.
- [25] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design Science in Information Systems Research," *MIS Q.*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, mar 2004. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2017212.2017217>
- [26] C. Simon and S. Haag, "A Case-Study to Teach Process-Aware Information Systems," *EMISA Forum: Proceedings of the SIG Enterprise Modelling and Information Systems Architectures of the German Informatics Society*, vol. 40, pp. 9–10, 2020.
- [27] —, "Simulatable Reference Models To Transform Enterprises For The Digital Age - A Case Study," in *ECMS 2020: 34th International ECMS Conference on Modelling and Simulation*, M. Steglich, C. Müller, G. Neumann, and M. Walther, Eds., 2020, pp. 294 – 300.
- [28] C. Simon, S. Haag, and L. Zakfeld, "Research-Agenda for Process Simulation Dashboards," in *ECMS 2021 : 35th International ECMS Conference on Modelling and Simulation*, 2021, pp. 243–249.

BIG DATA IM BEREICH DER TECHNISCHEN SAUBERKEIT

Frank Herrmann^a, Jan Michael Kirschner^b, Dr. Thomas Kleinert^c and Harald Fritzsche^c

^a Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Innovationszentrum für Produktionslogistik und Fabrikplanung, Galgenbergstraße 32, 93053 Regensburg

^b Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Galgenbergstraße 32, 93053 Regensburg

^c Continental Automotive GmbH, Siemensstr. 12, 93055 Regensburg

KEYWORDS

Technische Sauberkeit, künstliche Intelligenz, Computer Vision, Partikeluläre Verunreinigung, Literaturforschung, Continental, cleanliness, KI, particle

ABSTRACT

Dieses Projekt befasst sich mit Fragestellungen zur Anwendung von künstlicher Intelligenz im Bereich der Technischen Sauberkeit. Durch Literaturforschungen, die einen Ablauf nach Fettke 2006 haben, werden KI-Anwendungen gesucht, die bereits im Zusammenhang mit der Technischen Sauberkeit verwendet werden. Die Forschungen konnten zwölf Literaturquellen ermitteln. Durch diese Literaturanalyse wurde festgestellt, dass 91 Prozent CV (Computer Vision) zur Partikelerkennung verwenden. Aus diesem Grund wurde anschließend ein CV Modell zur Partikelerkennung implementiert. Durch die Konfusionsmatrix konnte eine Treffergenauigkeit von 82 Prozent festgestellt werden. Daraus folgt, dass eine Partikelklassifikation möglich ist. Abschließend wurde eine weitere Literaturforschung zu Text Mining Applikationen durchgeführt, da der Bereich der Qualitätsanalyse im Monitoring laut Aufgabenstellung eingezogen werden sollte. In dieser konnte kein positives Ergebnis erzielt werden, da speziell nach fertigen Anwendungen gesucht wurde, die Analysetexte im Bereich der technischen Sauberkeit kategorisieren können.

1. EINLEITUNG

In den letzten 15 Jahren ist die Weiterentwicklung der Bauteile in der Automobilindustrie stark vorangeschritten. Infolgedessen sind dadurch neue Probleme in den Vordergrund getreten, wie z. B. technische Verunreinigungen, die durch Partikelablagerungen entstehen. Diese Ablagerungen, die die Funktion der Komponenten beeinträchtigen, werden in der Automobilindustrie als partikuläre Verunreinigung bezeichnet und unter dem Oberbegriff technische Sauberkeit behandelt (Holzapfel & Kreck Guido, 2013, S. 4). Bereits bei minimalen Verunreinigungen, wie auf den Abbildungen 1 und 2, von wenigen 100 Mikrometern kann es zu einem Ausfall oder erhöhtem Verschleiß des Gerätes kommen (Läpple R, 2009, 26ff). In der Automobilbranche werden vor allem partikuläre, filmische Verschmutzungen, sowie Fasern in den Mittelpunkt gestellt, da sich diese gegenüber von biologischen Verschmutzungen schädlich auf die Produkte auswirken können (Verband der

Automobilindustrie e. V [VDA], 2015, S. 14). Die technische Sauberkeit wird regulär überwacht und mit herkömmlichen Methoden ausgewertet. Vom Einsatz künstlicher Intelligenz bzw. Industrie 4.0 verspricht man sich eine deutliche Verbesserung der Analyseabläufe.

Projekte unter dem Titel Industrie 4.0 gewinnen in der Industrie immer mehr an Bedeutung. Vorreiter dieser Technologie sind die Branchen Automobilbau und Medizintechnik. Laut einer neuen Studie des Digitalverbundes Bitkom werden etwa 73 Prozent der befragten Unternehmen auf Digitale Plattformen umsteigen und sich somit ganze Geschäftsabläufe verändern (Thomas Siebel, 2020, S. 1). Zusätzlich sind unter dem Begriff vierte industrielle Revolution weitere wichtige technologische Ansätze vorhanden. Angefangen, wie soeben beschrieben, mit Digitalisierungsmöglichkeiten, Produktionsrobotern, Echtzeit-Kommunikation, Big Data Anwendungen, sowie vielen weiteren.

Daraus folgt, dass die digitale Fabrik immer mehr an Wichtigkeit gewinnt und auch neue Möglichkeiten bietet. Aus diesem Grund werden enorme Investitionen getätigt, die die Forschung solcher neuen Systeme fördern soll. Allerdings entstehen durch die neu gewonnenen Möglichkeiten auch neue, davor noch teilweise unbekannte Herausforderungen, die zu bewältigen sind.



Abbildung 1: metallischer Partikel



Abbildung 2: nicht metallischer Partikel

2. KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Der grundlegende Gedanke bei diesem Begriff ist, ob es möglich ist, dass eine Maschine ein ähnlich intelligentes Verhalten hat, wie ein Mensch selbst (Wolfgang Ertel, 2016, S. 1). Einer der ersten Entwickler war John McCarthy, der definierte 1955 die KI in etwa so:

„[...] die Wissenschaft und Technik der Schaffung intelligenter Maschinen, insbesondere intelligenter Computerprogramme“ (Felix Weber, 2020, S. 37)

Dennoch ist es schwierig, eine einheitliche Definition zu diesem Begriff zu finden, da die KI enorme

Möglichkeiten aufweist und unterschiedliche Meinungen dadurch zulässt (Wolfgang Ertel, 2016, S. 1). Im Automobilbereich gibt es bereits einige Systeme, die mit der KI zusammenarbeiten. Beispielsweise werden bereits Sprachassistenten entwickelt, die intelligentes Arbeiten ermöglicht (Prof. Dr. Peter Buxmann, Dr. Holger Schmidt, 2019, 173f).

Unter dem Begriff KI fällt auch der Begriff „maschinelles Lernen“. Maschinelles Lernen soll dem System ermöglichen, dass es sich selbst weiterbilden kann und sogar mit davor unbekanntem Daten arbeiten kann (Wolfgang Ertel, 2016, S. 195). Um dieses Ziel erreichen zu können, ist es möglich, die Algorithmen in drei Kategorien einzuteilen (Felix Weber, 2020, S. 39) (J. Frochte, 2018, S. 20) (F. Chollet, 2018, S. 129):

- Überwachtes Lernen
- Bestärktes Lernen
- Unüberwachtes Lernen

Ein weiterer wichtiger Begriff der eine Weiterentwicklung des maschinellen Lernens ist „Deep Learning“, das neuronale Netze und große Datenmengen verwendet (Alexandra Jorzig, 2020, S. 109). Mit diesem Verfahren kann Software beispielsweise Sprachen verstehen, Roboter können entwickelt werden, die die Umgebung wahrnehmen können und auch das automatisierte und vernetzte Fahren kann umgesetzt werden (Oliver Keßler, 2017, S. 1). Deep Learning bietet allgemein für die Automobilbranche großes Potenzial, da dieses Verfahren auch bei der Herstellung, Entwicklung oder auch bei dem Einkauf-, bzw. Verkaufsprozess unterstützen kann (Luckow, Andre Cook, Matthew Ashcraft, Nathan Weill, Edwin Djerekarov, Emil Vorster, Bennie, 2017, S. 1). Unter den Begriff Deep Learning fällt auch der Begriff Computer Vision, oder auch Bilder Klassifikationssysteme, wie Google Photo und Facebook (Luckow, Andre Cook, Matthew Ashcraft, Nathan Weill, Edwin Djerekarov, Emil Vorster, Bennie, 2017, S. 1).

3. PROBLEMSTELLUNG

3.1. Erste Forschungsfrage

In der Firma Continental AG wird noch keine Software im Bereich der technischen Sauberkeit eingesetzt, die die künstliche Intelligenz unterstützt. Es wird beispielsweise eine Software bzw. Datenbank zur Partikelerkennung und Datenspeicherung verwendet, die sich allerdings nicht von selbst weiterentwickelt und nur zwischen metallischen (glänzenden) Partikeln, nicht metallischen (nicht glänzenden) Partikeln und Fasern unterscheiden kann. Daher müssen Mitarbeiter, nach der Prüfschrift, oder abhängig der Situation, oft händisch die gefundenen Partikel nachanalysieren, um die Größe und genaue Herkunft zu bestimmen. Des Weiteren ist oftmals nicht klar, aus welchem Prozess die Partikel vereinzelt stammen und aus welchem Material diese Kontaminationen bestehen. Wenn es möglich wäre, diese Informationen zu erlangen, könnten gezielt die Fehlerquellen eliminiert werden. Außerdem geht durch

die händische Nachkontrolle enorm viel Zeit verloren und die Fehlerrate steigt. Aufgrund dieser Problematik soll eine Literaturforschung durchgeführt werden. Mit dieser sollen KI-Anwendungen im Bereich der technischen Sauberkeit gefunden werden.

3.2. Zweite Forschungsfrage

Aus den Ergebnissen der ersten Forschungsfrage wurde die zweite Problemstellung abgeleitet und die Fragestellung verfasst.

Zur Überwachung der Technischen Sauberkeit der Produkte und Fertigungsprozessen wird eine regelmäßige Untersuchung/Überwachung der Sauberkeit der Produkte durchgeführt. Dabei werden partikuläre Verunreinigungen extrahiert und mittels Bildverarbeitung gezählt und klassifiziert. Das Ziel der Untersuchung ist es, die künstliche Intelligenz zur Ermittlung der Herkunft und weiteren Merkmalen heranzuziehen. Um den Ansatz zur automatischen Partikelanalyse mittels Computer Vision zu prüfen, soll ein Objekterkennungssystem implementiert und getestet werden, ob mit diesem System und den vorhandenen Bildern aus der Datenbank eine Partikelunterscheidung zwischen metallisch (glänzend) und nichtmetallisch (nicht glänzend) möglich ist.

3.3. Dritte Forschungsfrage

Des Weiteren befasst sich die technische Sauberkeit allerdings nicht nur mit den Produktionsbereichen oder Laborbereichen. Ein wichtiger Aufgabenbereich ist auch das Monitoring in der Qualitätsabteilung von technischen Sauberkeitsvorfällen, die zu einem Ausfall geführt haben. Nach dem jetzigen Verfahren erfolgt das Monitoring mit Hilfe eines separaten Tools, dem "CEP Searching tool". Dieses Programm zieht die aktuellen Werksdaten aus dem SAP-Tool und stellt die Datenreihen, ähnlich wie ein Exceldokument, dar. Die für das Tool zur Bewertung und für die spätere Analyse relevanten Daten werden den einzelnen Datenreihen hinzugefügt. Hierzu durchläuft die komplette Datentabelle eine Volltextsuche mit Hilfe von vordefinierten Schlüsselwörtern. Mit dieser Suche werden nur noch die Datenreihen angezeigt, in denen diese Wörter auch vorhanden sind. Hier entstehen die ersten Probleme, da die Volltextsuche keine Textbausteine unterscheiden kann, wie z. B. "kein Partikel gefunden". Nach der jetzigen Suche würde dieser Datensatz im Dokument auftauchen, da nur nach den Schlüsselwörtern gesucht wird. Um diese Textanalyse umzusetzen, soll nach bereits komplett anwendbaren KI-Systemen im Text Mining bzw. Qualitätsanalysen Bereich im Zusammenhang mit den Analysetexten der technischen Sauberkeit mittels einer zweiten Literaturforschung gesucht werden.

4. ANWENDUNGEN DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ IM BEREICH DER TECHNISCHEN SAUBERKEIT

4.1. Einführung in die Literaturrecherche

Um die beiden Literaturrecherchen strukturiert durchführen zu können und den neusten Stand der Technik zu erlangen, wird eine systematische Literaturanalyse in Anlehnung an (Peter Fettke, 2006, S. 260) vollzogen. Die Abbildung 3 soll den Ablauf der Forschung darstellen.

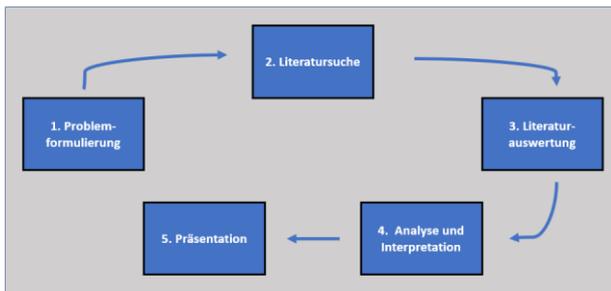


Abbildung 3: Ablauf der Literaturrecherche

Der erste Teil der Literaturrecherche wurde bereits in der Problemformulierung ausführlich beschrieben, um die daraus resultierenden Forschungsfragen zu bestimmen. Für den zweiten Teil, die Literatursuche, werden hauptsächlich wissenschaftliche und technische Suchportale (siehe Abschnitt 3.2.) verwendet, damit relevante Literatur gefunden werden kann. Die Literaturauswertung bzw. Bewertung wird schrittweise durchgeführt. Beim ersten Schritt in der Bewertungsphase werden Duplikate eliminiert, Titel durchgearbeitet und Abstracts gesichtet. Dadurch kann die erste Eliminierungsphase durchgeführt werden. Im zweiten Schritt wird der Inhalt auf die Relevanz überprüft, auf Basis einiger Kriterien.

Im letzten Schritt der Literaturbewertung soll die Suche nochmals von hinten aufgerollt werden. Dies bedeutet, dass die Inhaltsverzeichnisse nochmals nach den genannten Kriterien untersucht werden. Im vierten Analyseteil werden die Literaturquellen in Kategorien bzw. Merkmale eingeteilt und tabellarisch dargestellt (Abschnitt 3.4.). Abschließend wird Teil fünf ebenfalls in Abschnitt 3.4. beschrieben und durchgeführt.

4.2. Literaturrecherche

Um die bedeutendsten Beiträge finden zu können, wurden die Schlüsselwörter hauptsächlich auf den wissenschaftlichen und technischen Suchportalen, „regensburger-katalog“, „statistica“, „springer-professional“ und „hackster.io“ eingegeben. Durch diese Suchportale konnten automatisch noch viele weitere Literaturportale mit in die Suche eingebunden werden, da diese miteinander verknüpft sind (Beispielsweise Scencedirect, DeGruyter). Während der Literatursuche auf diesen großen Portalen hat sich die Schlagwörter Trefferselektion nicht nur auf den Titel begrenzt, sondern

auch auf die Abstracts. Die Keywords wurden jeweils im englisch- sowie deutschsprachigen verwendet, um Methoden der KI im Bereich der technischen Sauberkeit zu finden. Die Schlüsselwörter wurden systematisch verfeinert. In Tabelle 1 werden Schlüsselwörter und Treffer dargestellt.

4.3. Literaturbewertung

Kriterien:

- Betrachtender Zeitraum von 30 Jahren (1990 - 2020)
- TC im Zusammenhang mit KI
- Anwendungsbereiche in Produktion, Labor oder Logistik
- Schlüsselwörter für TC

Schlagwörter	Artikel, Bücher, Zeitschriften
Artificial intelligence and technical cleanliness	8
Automatic particle classification with AI in automotive	709
Künstliche Intelligenz in Reinräumen	7
Artificial intelligence and contamination	240
Artificial intelligence and water contamination	270
Methoden der Künstlichen Intelligenz Partikel Klassifikation	12
Gesamt mit doppelten Treffern:	1246

Tabelle 1: Schlagwörter und Literaturtreffer für die Literaturrecherche über KI-Anwendungen im Bereich der Technischen Sauberkeit

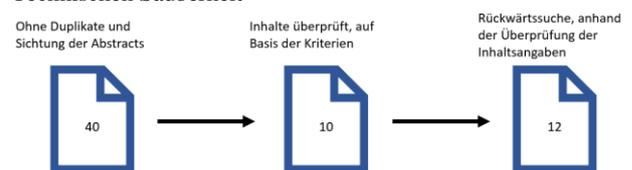


Abbildung 4: Ablauf des Literatur Bewertungsprozesses für Anwendungen im Bereich KI



Abbildung 5: Balkendiagramm zur Abbildung der Verteilung der Publikationen

Nachdem von den 1246 gefundenen Quellen die Duplikate entfernt und die Abstracts auf Relevanz überprüft wurden, konnte die Anzahl auf 40 Quellen reduziert werden, da diese keinen Zusammenhang mit der technischen Sauberkeit aufwiesen. Dieser enorme Sprung lässt sich darauf zurückverfolgen, dass der Begriff "KI" oder „AI“ eine große Trefferanzahl mit sich bringt, allerdings ohne direkten Bezug auf die Technische Sauberkeit. Nachdem im zweiten Schritt die Inhalte auf Basis der genannten Kriterien überprüft wurden, wurden nur mehr zehn relevante Quellen festgestellt. Durch die anschließende Rückwärtssuche konnten nochmals drei neue Quellen gefunden werden und die Anzahl auf zwölf relevante Literaturquellen festgelegt werden, die mit dem Thema der Technischen Sauberkeit und KI in Verbindung stehen. Die zwölf Literaturquellen stammen aus zwölf unterschiedlichen Büchern und Zeitschriften.

4.4. Analyse und Interpretation

Die zwölf Literaturquellen wurden zu Beginn in ihre Anwendungsgebiete unterteilt. In diesem Bereich fiel auf, dass noch eine größere Lücke bei der Produktion besteht. Die Anwendungen in diesem Bereich sind nur mit 33 Prozent vertreten, anders als im Labor, wo bereits einige Analyseverfahren angewendet bzw. getestet werden. Das nächste Merkmal unterscheidet die unterschiedlichen Lernalgorithmen im Bereich des ML. Hier wurde vermehrt das überwachte Lernen verwendet, um die Algorithmen umzusetzen. Zusätzlich kann festgestellt werden, dass alle Lernmethoden ihren Einsatz fanden, dadurch entsteht eine breitere Umsetzbarkeit für die Algorithmen. Ein weiteres wichtiges Teilgebiet wurde als nächstes Merkmal angenommen, das Deep Learning, das 57 Prozent der gefundenen Quellen verwenden. Dies bedeutet, dass die Hälfte der gefundenen Quellen beispielsweise neuronale Netze verwenden, um die Algorithmen umzusetzen. Schließlich wurden die Schwerpunkte der einzelnen Quellen in Betracht gezogen, bei denen sich eine eindeutige Tendenz abspiegelt hat, da sich 91 Prozent der Literatur auf den Bereich CV fixieren.

Für die Literaturquellen (Schöch et al., 2019), (Demircioglu et al., 2013), (De Luca, Nicholas Sato, Koichi, 2012), (Roman Möhle, B.Sc. Simon Frentrup, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jochen Deuse, Dipl.-Wirt.-Ing. Ronny Zwinkau, 2018), (Ronny Zwinkau, Simon Frentrup, Roman Möhle, Jochen Deuse, 2020), (Kucera et al., 2016), (Sarah Han, Izu Sotani, Peter Ma, Natka Wojcik, Justin Shenk, 2020), (Z. Peng, 1998), (Phan Quoc Bao, Sung-Lim Ko, 2016), (Norousi, 2013) (Jakobs et al., 2019) wurden für die Literaturanalyse die nachfolgenden Tabelle 2 mit ihren Merkmalen erstellt.

Quellen	Anwendungsgebiete		Maschinelles Lernen			Teilgebiet von ML	Themenschwerpunkte		
	Produktion	Labor	Überwachtes Lernen	Bestärktes Lernen	Unüberwachtes Lernen		Deep Learning	Computer Vision	Sensorik
(Schöch2019)		✓			✓		✓		
(Demircioglu2013)	✓		✓				✓		
(DeLuca2012)	✓		k. A.	k. A.	k. A.		✓	✓	
(Möhle2018)		✓		✓		✓	✓		
(Zwinkau2019)	✓	✓		✓		✓	✓		
(Zwinkau2020)		✓		✓		✓	✓		
(Kucera2016)		✓	✓			✓	✓		
(Han2020)		✓	✓			✓	✓		
(Peng1998)		✓	✓		✓	✓	✓		
(Phan2016)	✓			✓		✓	✓		
(Norousi2013)		✓	✓				✓		
(Jakobs2019)		✓	✓			✓			✓
n = 12	4	9	6	4	2	8	11	1	1
	33 %	75 %	50 %	33 %	1%	57 %	91 %	8 %	8 %

Tabelle 2: Literaturanalyse für KI-Anwendungen im Bereich der TC mit ihren Merkmalen

5. ANWENDUNG EINES COMPUTER VISION MODELLS ZUR ANALYSE PARTIKULÄRE VERUNREINIGUNGEN

Die Methoden der Computer Vision werden in der Zukunft viele Arbeitsbereiche verändern, da es damit möglich ist, sehr arbeitsaufwendige Tätigkeiten zu unterstützen. Zusätzlich können automatische Bilderkennungssysteme, auch bei der Entdeckung von Kontaminationen oder anderen Unreinheiten, hilfreich sein. Ein Bereich, bei dem diese Technik in der Automobilbranche bereits Anwendung findet, ist das autonome Fahren (Patrick Zschech, Christoph Sager, Philipp Siebers, Maik Pertermann, 2020, S. 3).

5.1. Darstellung der Systemumgebung

Für das Training des Modells wurde die webbasierte Systemumgebung „Continental - datalake“ verwendet. Dieses System bietet eine benutzerfreundliche Umgebung, die das Speichern, Rechnen und Visualisieren innerhalb der AWS Cloud ermöglicht (Continental-intern). Durch die webbasierte Anwendung wurde anschließend eine neue Jupyter Notebook Applikation gestartet. Mit Jupyter Notebook ist es möglich, die Programmiersprache Python programmieren und ausführen zu können. Um das Computer Vision Modell umzusetzen, wurden vier CPUs (je 2.5 GHz Intel Scalable-Prozessor) mit 16 GB Arbeitsspeicher und einer 30 GB Datenträgergröße kombiniert. Um die Klassifikation auf der Systemumgebung durchführen zu können, wurde hier das Computer Vision Modell YoloV3 („You only look once“) ausgewählt, da dieses Modell die nachfolgend genannten Vorteile aufweist. In einer Studie von 2018 schnitt YoloV3 gegenüber anderen R-CNN Modellen im Bereich der Geschwindigkeit eindeutig besser ab, aber auch bei der Genauigkeit lag YoloV3 im oberen Mittelfeld, trotz dieser hohen Geschwindigkeit (Tsung-Yi Lin, Goyal Priya, Girshick Ross, Kaiming He, Piotr Dollar, 2018, S. 1).

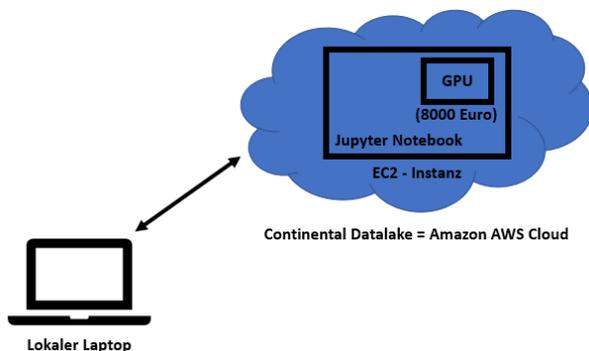


Abbildung 6: Darstellung der Systemumgebung

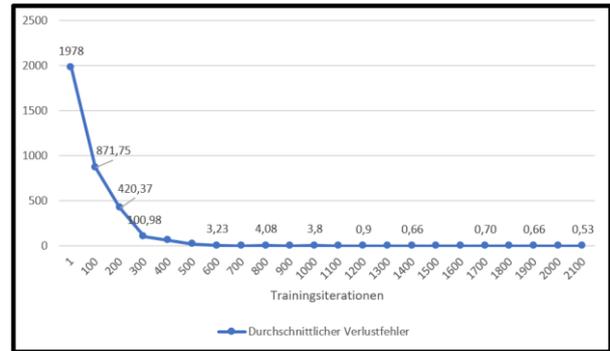


Abbildung 7: Trainingsverlauf mit Darstellung des durchschnittlichen Verlustfehlers

5.2. Validierung und Interpretation

Rahmenbedingungen:

- 1017 Partikelbilder wurden dem Modell antrainiert. Davon waren grundsätzlich 646 metallische Partikel und 371 nichtmetallische Partikel.
- Reduktion der Trainingslaufzeit auf maximal drei Stunden.
- 1064 Partikelbilder werden dem Programm zum Test gezeigt. Diese wurden dazu auch gelabelt als metallische- und nichtmetallische Partikel.
- Zehn Bilder werden dem Modell zum Test vorgezeigt, die davor nicht gelabelt wurden.

Für die Trainingsabläufe bzw. Trainingsrunden werden bei CNN Modellen zwischen Examples, batch-size, Iterationen und Epochen unterschieden. So sind beispielsweise 4000 Examples und 500 batch-sizes, 8 „Iterationen“ und 1 Epoche. Daraus folgt, dass eine Epoche vollendet ist, wenn das Modell alle vorhandenen Examples einmal durchlaufen (SAGAR SHARMA, 2017, S. 1). Zum Start der Validierung zeigt das Diagramm 7 den durchschnittlichen Verlustfehler für die Trainingsiterationen. Der durchschnittliche Verlustfehler bzw. AP (Average precision/Durchschnittliche Präzision) ist eine beliebte Methodik, um die Genauigkeit eines Computer Vision Modells zu messen.

Tatsächliche Klasse	Durch Modell prognostizierte Klasse		Zeilensumme
	metal (Anzahl)	nonmetal (Anzahl)	
	Σ	Σ	Σ
metal (Anzahl)	456 (TP)	43 (FN)	499 (TP + FN)
nonmetal (Anzahl)	146 (FP)	419 (TN)	565 (FP + TN)
Spaltensumme	Σ (TP + FP)	462 (FN + TN)	82,24 %

Tabelle 3: Konfusionsmatrix i. A. a. (Kohl M, 2012, S. 79)

Damit solch eine Beurteilung mittels Konfusionsmatrix umgesetzt werden kann, muss das Modell mit bekannten Werten bzw. Bildern getestet werden. Dadurch kann festgestellt werden, ob die Ergebnisse richtig oder falsch sind (Lanquillon Carsten, 2019, 89ff). TP (true positiv)

bedeutet, dass die prognostizierte Klasse richtig zur tatsächlichen Klasse eingestuft wurde. TN (true negativ) ist hier, wenn die tatsächliche Klasse negativ war und diese auch richtig als negativ eingestuft wurde. Bei FN (false negativ) Fällen, wurden die Bilder als negativ gelabelt, allerdings falsch bewertet. FP (false positiv) gibt im Gegenzug die positiv gelabelten an, die falsch, also als negativ eingestuft wurden. Zusätzlich zur Konfusionsmatrix wurden weitere Berechnungen durchgeführt (Zwinkau, 2019, S. 45):

$$\text{Genauigkeit} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (1)$$

$$\text{Genauigkeit} = \frac{(456 + 419)}{(456 + 43 + 146 + 419)} = 82,24\text{Prozent} \quad (2)$$

Es konnte gezeigt werden, dass das CNN Modell YoloV3 bereits ähnliche und vergleichbare Ergebnisse liefert, wie das in der Literatur gefundene CNN Modell von (Zwinkau, 2019, S. 110). Zwinkau, 2019, S. 110 verglich sein Modell mit einem Metall-/Nichtmetall-Klassifikationsmodell mit Polarisationsfiltern gemäß der VDA 19.1. und kam mit seiner Auswertung auf ein vergleichbares Ergebnis. Daraus folgt, dass dieses implementierte Modell auch vergleichbare Ergebnisse zu diesem Verfahren liefern kann, da die Bilderqualität ähnlich war, wie bei den Testversuchen von Zwinkau, 2019, S. 111. Des Weiteren konnte dargestellt werden, dass die Integration dieses Modells keine komplexen Softwarestrukturen benötigt und deshalb leicht durch die bestehenden Bauteile nachgestellt werden kann. Damit ist die zweite Forschungsfrage beantwortet. Die nachfolgenden Bilder zeigen Ausgaben von unbekanntem Testbildern, die richtig oder falsch klassifiziert wurden. Unbekannte Testbilder bedeutet hier, dass diese Bilder nicht gelabelt wurden.

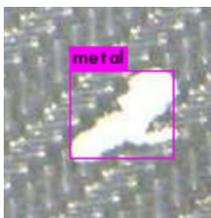


Abbildung 8: metallischer Partikel

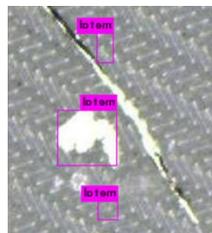


Abbildung 9: metallischer Partikel2

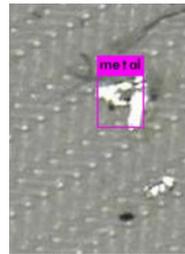


Abbildung 10: metallischer Partikel3

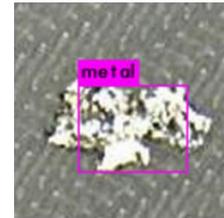


Abbildung 11: metallischer Partikel4



Abbildung 12: nicht metallischer Partikel

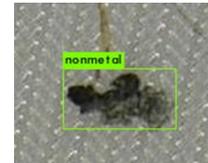


Abbildung 13: nicht metallischer Partikel2

Es lässt sich feststellen, dass das Modell Schwierigkeiten besitzt, wenn mehrere Partikel auf einem Bild vorhanden sind. Ein weiteres Problem tritt bei filmischen Verunreinigungen auf, wie in Abbildung 10 aufgezeigt. Diese werden ebenso nur teilweise erkannt. Außerdem zeigt Abbildung 9 die Problematik mit dem Hintergrund, da dieser auch meist glänzend ist und eine Unterscheidung erschwert. Abbildungen 8, 11, 12 und 13 zeigen gute Ergebnisse.

6. WEITERE TEXT MINING ANWENDUNGEN IM BEREICH DER TECHNISCHEN SAUBERKEIT

Die Literaturbewertung (Abbildung 14) zeigt, dass es noch keine Applikation zur Bewertung von Analysetexten gibt, die die technische Sauberkeit betrifft. Allerdings konnte festgestellt werden, dass enorme Potenziale des Text Mining und NLP vorhanden sind.

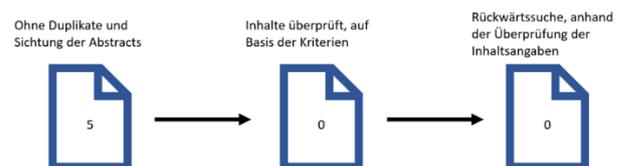


Abbildung 14: Ablauf des Literaturbewertungsprozesses für Text Mining Applikationen für TC Analyseberichte

7. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Rahmen der Bearbeitung der Forschungsfrage wurde festgestellt, dass nur ein kleiner Teil der relevanten Veröffentlichungen auf Fertigungsbelange fokussiert. Für Anwendungen im Bereich der Fertigungsanalyse besteht weiterer Forschungsbedarf. Um die zweite Forschungsfrage beantworten zu können wurde ein CNN Modell (YOLOv3) implementiert, trainiert und getestet. Es kann festgestellt werden, dass das implementierte Modell es ermöglicht, eine Unterscheidung zwischen metallischen und nichtmetallischen Partikeln durchführen zu können. Damit wurde der Grundstein für weitere Untersuchungen gelegt. Für die dritte Literaturfrage wurde eine weitere

Literaturforschung zur Suche nach fertigen KI-Anwendungen durchgeführt, die zur Analyse von Texten mit dem Kontext zur TC verwendet werden können. Hier besteht ebenfalls weiterer Forschungsbedarf. Künftige Arbeiten können dieses Projekt als Grundlage verwenden und hierauf aufsetzen. Das implementierte Modell kann dahingehend modifiziert und weitere Partikelklassen mit mehreren Bildern dem Modell antrainiert werden. Beispielsweise könnte das Programm lernen, die Partikel auch dem Prozess zuzuordnen bzw. eine weitere Analyse für die genaue Herkunft zu ermöglichen. Durch solche eine Analyse könnten auch weitere Daten miteinander verknüpft werden, wie Merkmale des Partikels, Produktionswerk, Produktionslinie oder auch welches Produkt betroffen war. Zusätzlich zu dieser Erweiterung der Analyse könnte die Bildvorverarbeitung vereinfacht werden, wenn eine Schnittstelle von dem Modell zu der Jomesa Datenbank aufgebaut wird. Dadurch wäre eine automatische Extraktion der Partikelbilder möglich. In diesem Projekt konnte gezeigt werden, dass Methoden der künstlichen Intelligenz zur Verbesserung der Analyse der technischen Sauberkeit zur Anwendung gebracht werden können. Allerdings befindet sich diese Thematik erst in ihren Anfängen.

Literaturverzeichnis

- Alexandra Jorzig, F. S. (2020). Künstliche Intelligenz und Robotik. *Digitalisierung im Gesundheitswesen*, 107–168.
- Continental-intern (abgerufen am 2020, August). Continental datalake documentation. <https://docs.datalake.conti.de>.
- De Luca, Nicholas Sato, Koichi. (2012). *AUTOMATED MONITORING AND CONTROL OF CLEANING IN A PRODUCTION AREA* (Patent number: G08B 23/00). Espacenet (European Patent Office).
- Demircioglu, P., Bogrekci, I. & Durakbasa, N. M. (2013). Micro scale surface texture characterization of technical structures by computer vision. *Measurement*, Vol.46(6), 2022–2028.
- F. Chollet. (2018). *Deep Learning mit Python*. MITP.
- Felix Weber. (2020). *Künstliche Intelligenz für Business Analytics*. Springer Fachmiedien Wiesbaden.
- Holzapfel, Y. & Kreck Guido (2013). Technische Sauberkeit: Bestimmung der partikulären Reinheit - von der Automobilindustrie bis zur Medizintechnik. *Reinraum printline*, 4–9.
- J. Frochte. (2018). *Maschinelles Lernen - Grundlagen und Algorithmen in Python*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- Jakobs, M. A. H., Dimitracopoulos, A., Franze, K., Bassereau, P. & Malhotra, V. (2019). KymoButler, a deep learning software for automated kymograph analysis. *eLife*, Vol.8.
- Kucera, M., Ales, Z., Pavlu, J. & Hnilicova, M. (2016). Applying of Automatic Laser Particle Counter as Technique to Morphology Assessment and Distribution of Wear Particles during Lifetime of Transmission Oils. *Key Engineering Materials*, Vol.669, 417–425.
- Lanquillon Carsten. (2019). Grundzüge des maschinellen Lernens. In Erschienen in: Blockchain und maschinelles Lernen (Hrsg.) (S. 89–142). Springer Berlin Heidelberg.
- Läpple R (2009). Mit steigender Präzision wird die Sauberkeit wichtiger; Saubere Produkte leben länger. *Quality Engineering*, S. 26 - 29.
- Luckow, Andre Cook, Matthew Ashcraft, Nathan Weill, Edwin Djerekarov, Emil Vorster, Bennie (2017). Deep Learning in the Automotive Industry: Applications and Tools. *BMW Group, IT Research Center, Information Management Americas, Greenville, SC 29607, USA*, 1–10. <https://arxiv.org/pdf/1705.00346.pdf>
- Norouzi, R. (2013). *Automatic approaches for microscopy imaging based on machine learning and spatial statistics*. München, Univ., Diss.
- Oliver Keßler (2017). Intelligente Roboter – neue Technologien im Einsatz. *MMR 2017*, 589. <https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bibdata/zeits/mmr/2017/cont/mmr.2017.589.1.htm&anchor=Y-300-Z-MMR-B-2017-S-589-N-1>
- Patrick Zschech, Christoph Sager, Philipp Siebers, Maik Pertermann (2020). Mit Computer Vision zur automatisierten Qualitätssicherung in der industriellen Fertigung: Eine Fallstudie zur Klassifizierung von Fehlern in Solarzellen mittels Elektrolumineszenz-Bildern. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*.
- Peter Fettke (2006). State-of-the-Art des State-of-the-Art. *Wirtschaftsinformatik*, 257–266.
- Phan Quoc Bao, Sung-Lim Ko (2016). Improvement of particle classification using particle expert system in automotive production. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology > Ausgabe 5-8*, 1443–1455.
- Prof. Dr. Peter Buxmann, Dr. Holger Schmidt. (2019). 11: Künstliche Intelligenz - Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. In (S. 173–185). Springer Berlin Heidelberg.
- Roman Möhle, B.Sc. Simon Frentrup, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jochen Deuse, Dipl.-Wirt.-Ing. Ronny Zwinkau (2018). Metall/Nichtmetall-Klassifikation von Partikeln mit Deep Learning. *JOT Journal für Oberflächentechnik*, Ausgabe 10, 50–57.
- Ronny Zwinkau, Simon Frentrup, Roman Möhle, Jochen Deuse (2020). Automatic Particle Classification Through Deep Learning Approaches for Increasing Productivity in the Technical Cleanliness Laboratory. *Advances in Human Factors and Systems Interaction*, 34–44.
- SAGAR SHARMA (2017). Epoch vs Batch Size vs Iterations. *towards data science*, abgerufen am

24.08.2020. <https://towardsdatascience.com/epoch-vs-iterations-vs-batch-size-4dfb9c7ce9c9>

Sarah Han, Izu Sotani, Peter Ma, Natka Wojcik, Justin Shenk (2020). Jetson Clean Water AI - Using AI object detection to detect water contamination. <https://www.hackster.io>.

Schöch, A., Perez, P., Linz-Dittrich, S., Bach, C. & Ziolek, C. (2019). Automated discrimination of surface imperfections and adhered particles on customer-specific optical elements. *tm - Technisches Messen*, Vol.86(7), 399–403.

Thomas Siebel (2020). Die digitale Fabrik etabliert sich in der Industrie. *Industrie 4.0*.

Tsung-Yi Lin, Goyal Priya, Girshick Ross, Kaiming He, Piotr Dollar. (2018). *Focal Loss for Dense Object Detection*. Facebook AI Research (FAIR).

Verband der Automobilindustrie e. V. (2015). *VDA 19 Teil 1 - Inspection of Technical Cleanliness*. Henrich Druck + Medien GmbH.

Wolfgang Ertel. (2016). *Grundkurs Künstliche Intelligenz*. Springer Fachmiedien Wiesbaden.

Z. Peng, T. K. (1998). Automatic wear-particle classification using neural networks. *Tribology Letters* > Ausgabe 4, 249–257.

Zwinkau, R. (2019). *Adaption von Verfahren der Bilderkennung auf die Regelung partikelsensibler Produktionssysteme* (TU Technische Universität Dortmund, Hg.). Shaker Verlag.

Data Science im Wertpapierhandel - Anwendungsfälle und Auswirkungen auf die praktizierenden Unternehmen

Nick Köhle

Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Straße 65
75175 Pforzheim
koehleni@hs-pforzheim.de

Frank S. Morelli

Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Straße 65
75175 Pforzheim
Frank.Morelli@hs-pforzheim.de

ABSTRACT

Der vorliegende Artikel stellt den Einsatz von Data Science im Wertpapierhandel anhand von zwei Anwendungsfällen, „Robo-Advice“ und „Algorithmischer Handel“, vor. Im weiteren Verlauf werden die Auswirkungen auf die praktizierenden Unternehmen in den Bereichen IT-Infrastruktur, Personal und Organisation sowie Governance und Compliance beschrieben. Am Ende des Artikels erfolgt eine Gegenüberstellung der hieraus resultierenden Chancen und Risiken bzw. Grenzen.

SCHLÜSSELWÖRTER

Wertpapierhandel, Data Science, Robo Advice, Algorithmischer Handel

EINLEITUNG

Die Finanzbranche befindet sich im Umbruch. Durch die Digitalisierung werden Verbesserungen in den Geschäftsbereichen und Kostensenkungen versprochen. Demgegenüber wirken Regulierungsanforderungen und regionale Risiken, wie z.B. geopolitische Unsicherheiten oder die Niedrigzinsphase, erschwerend auf das Geschäftsumfeld der Unternehmen ein. Zusätzlich fordern technologiegetriebene Wettbewerber das Umfeld der etablierten Wettbewerber heraus. Dadurch sinkt die Rentabilität der klassischen Geschäftsmodelle und eine Anpassung bzw. Veränderung dieser wird immer wichtiger (Liermann und Stegmann 2019).

Durch sein erhebliches Volumen ist insbesondere der Wertpapierhandel ein attraktiver Finanzsektor mit viel Potenzial in Bezug auf Effizienzsteigerung und Kostenoptimierung. Allein der weltweite Aktienhandel betrug im Jahr 2018 rund 142 Billionen US-Dollar (USD) (Statista 2019). Dabei tätigen immer mehr Maschinen die zugehörigen Investitionen: Mit bis zu 80% üben diese einen großen Einfluss auf die Geschehnisse an den Märkten aus (Li 2019). Der Einsatz von Technologien im Bereich Data Science (DS) ist daher ein zentrales Thema.

Bei DS handelt es sich um eine Disziplin, die verschiedene Fachgebiete, wie Statistik, Informatik und Entscheidungstheorie beinhaltet, Daten als zentrales Element einsetzt und in der verschiedene Technologien Anwendungen finden. Bezüglich der genauen Definitionen und praktischen Einsatzmöglichkeiten von DS sowie den dazugehörigen Themenfeldern und Technologien gibt es unterschiedliche Auffassungen und Akzentuierungen, was wiederum zu erheblichen

Überschneidungen bei den Inhalten führt (Rabasa und Heavin 2020). Generell werden Künstliche Intelligenz (KI, engl.: Artificial Intelligence) und Maschinelles Lernen (ML, engl.: Machine Learning) eingesetzt. Diese Ansätze ermöglichen es im Kontext von Big Data Muster zu erkennen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen, woraus sich Maßnahmen ableiten lassen. KI wird als Überbegriff für viele verschiedene Methoden und Technologien, die menschlichem Verhalten in Bezug auf Intelligenz ähneln, verwendet. ML als zugehörige Schlüsseltechnologie basiert auf Algorithmen, die durch kontinuierliches Überprüfen und Verbessern ihrer Ergebnisse Lernprozesse simulieren. Sie zielen auf die Entdeckung von Korrelationen in Datensätzen ab und erlauben so die Identifikation von darin enthaltenen Mustern. ML ist bei großen Datenmengen und heterogenen Datenbeständen sinnvoll einsetzbar (Aziz und Dowling 2019; Arslanian und Fischer 2019; Fraunhofer-Gesellschaft e.V. 2017).

Durch die immer besser werdenden Möglichkeiten im Bereich DS und der damit verbundenen Implementierung von ML-Technologien sind die Auswirkungen sowie Potenziale bezogen auf den Wertpapierhandel als hoch zu bewerten. Dies bietet sowohl Chancen als auch Risiken für die beteiligten Akteure. Der vorliegende Artikel beschäftigt sich deshalb mit der Forschungsfrage: „Wie wirkt sich DS im Wertpapierhandel auf die verschiedenen Bereiche der praktizierenden Unternehmen aus?“.

DATA SCIENCE IM WERTPAPIERHANDEL

Der Wertpapierhandel umfasst den Handel mit Wertpapieren in den Bereichen Kunden- und Eigenhandel. Der Kundenhandel umfasst die Vermögensberatung und -verwaltung sowie die Vermittlung von Wertpapieren für Kunden. Dabei tritt das verantwortliche Unternehmen „auf Rechnung von Kunden“ anstatt im eigenen Namen auf.

Der Eigenhandel wird dagegen auf „eigene Rechnung“ betrieben. Das bedeutet, dass ein Unternehmen Transaktionen mit Gewinnerzielungsabsichten betreibt und das damit verbundene Risiko trägt. Zugehörige Aktivitäten ähneln denen eines Portfoliomanagements im Kundenhandel. Jedoch ist im Eigenhandel ein umfangreicheres Regelwerk zu beachten und aufgrund der erhöhten Risiken ein angemessenes Risikomanagement erforderlich.

Die damit verbundenen Dienstleistungen werden von einer Vielzahl an Unternehmen angeboten. Dabei gibt es erhebliche Unterschiede in den jeweiligen Angebotsportfolios. Auch wenn sich die Aufgaben innerhalb der beiden Bereiche teilweise überlappen, ist im Unternehmen eine klare Trennung vorzunehmen. Diese ist räumlich einzuhalten und wird regelmäßig von den Aufsichtsbehörden überprüft. Durch die sogenannte „Chinese Wall“ versucht man einen Interessenskonflikt zwischen den Beteiligten im Kunden- und Eigenhandel zu vermeiden (Wohlschlägl-Aschberger 2015).

Abbildung 1 zeigt die unternehmenskritischen und wettbewerbsdifferenzierenden Kernprozesse in den praktizierenden Unternehmen. Diese werden oftmals von Unternehmen im Eigenhandel durchgeführt, sind aber auch im Kundenhandel vorzufinden. Die Bereiche Compliance und Risikomanagement sind nicht direkt im Hauptprozess, also von der Datenerhebung bis zum Monitoring, eingebunden, sondern als unterstützende Funktion zu interpretieren.

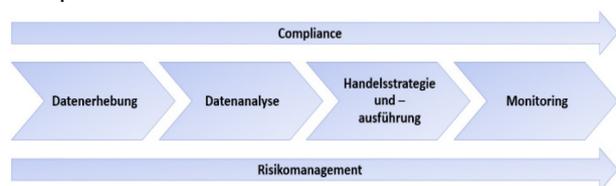


Abbildung 1: Kernprozesse im Handel mit Wertpapieren (Eigene Darstellung in Anlehnung an World Economic Forum 2015)

Durch die Digitale Transformation verändert sich das Umfeld der partizipierenden Unternehmen. Betroffen sind insbesondere traditionelle Banken. Nach dem Motto „Banking is necessary, banks are not“ (Bill Gates, 1994) (Bitterli 2016) drängen neue Akteure immer weiter in die Finanzbranche. Diese bestehen einerseits aus FinTechs, die durch innovative Ansätze Teile der Wertschöpfungskette reformieren, und andererseits aus BigTechs, die durch ihre technologische Überlegenheit und Kundennähe einen Vorteil aufweisen (Liermann und Stegmann 2019). Viele FinTechs möchten durch Kooperationen mit etablierten und anderen neuen Unternehmen den Markt verändern (Dapp 2017). Bei BigTechs handelt es sich um Technologie-Giganten, wie Google, Amazon, Facebook, Apple oder Tencent, die versuchen ihre Marktdurchdringung zu erweitern. Dabei sind viele

Akteure mit einem einzigen Angebot, oft im Payment-Bereich, in die Finanzbranche eingetreten und versuchen nach und nach mehr Finanzdienstleistungen, wie Kreditvergaben, Spareinlagen und Vermögensverwaltung, anzubieten (Capgemini und Efma 2020). Im Bereich der Near-Banks spielen insbesondere Investmentgesellschaften eine bedeutende Rolle: Diese investieren u.a. mit dem Vermögen von Anlegern anhand bestimmter Bedingungen in verschiedene Anlageklassen, meistens in Form eines Investmentfonds (Wohlschlägl-Aschberger 2015).

Zur Erschließung von Wettbewerbsvorteilen oder zur Einführung neuer Geschäftsmodelle spielen Menge, Geschwindigkeit und Qualität der Daten eine entscheidende Rolle (Reinsel, Gantz und Rydning 2018; Keller 2019). Das Datenvolumen wird in den kommenden Jahren im Finanzdienstleistungsbereich erheblich steigen: Betrug im Jahr 2018 die Datenmenge dort 2,078 ZB, ist zu erwarten, dass diese proportional zum globalen Datenwachstum ansteigt. Durch die hohe Anzahl an Transaktionen und den verwendeten Modellen bzw. Algorithmen werden im Finanzdienstleistungsbereich tendenziell sogar mehr Daten erzeugt und gespeichert als in anderen Geschäftsfeldern (Adeyeri 2015; Reinsel, Gantz und Rydning 2018). Entsprechend beinhaltet der Einsatz von DS im Wertpapierhandel ein großes Chancenpotenzial. Dieses wird im Folgenden anhand zweier Use Cases dargestellt: „Robo-Advice“, das im Kundenhandel Anwendung findet, und „Algorithmischer Handel“ (AH), der mehrheitlich im Eigenhandel eingesetzt wird.

Robo Advice

Der Begriff Robo-Advice subsummiert die digitale Anlageberatung und Vermögensverwaltung. Merkmale dabei sind das vollständige oder teilweise Fehlen von menschlichen Eingriffen und das Algorithmen-basierte Angebot an Dienstleistungen (Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht 2020). Ein Robo-Advisor repräsentiert ein Unternehmen, das diese Art von Finanzdienstleistungen anbietet (Seidel 2017). Abb. 2 zeigt den zugehörigen, typischen Geschäftsprozess. Dieser beinhaltet die Vermögensaufnahme und -analyse vom Kundenfragebogen über das Anlage-Risikoprofil bis zum Profil-Portfolio-Abgleich, sowie die Neugewichtung des Portfolios (Tonderau, van Gysegem und Bohlke 2019).

Zwischen den Robo-Advisors gibt es erhebliche Unterschiede hinsichtlich des angebotenen Dienstleistungsspektrums, der anfallenden Gebühren und der verwendeten Algorithmen. Auch die Auswahl der börsengehandelten Fonds, die Portfoliooptimierung, die Klassifizierung von Vermögenswerten und die Neugewichtung sind

i.d.R. unterschiedlich. Je nach Anbieter werden nur bestimmte Teile aus dem Prozess angeboten oder ggf. auch zusätzliche Finanzdienstleistungen bereitgestellt (Yang et al. 2017).

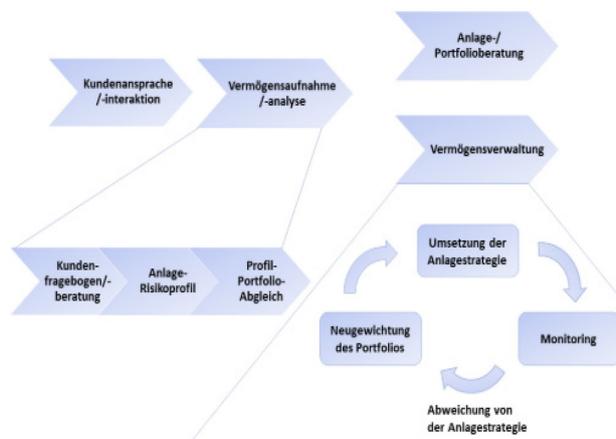


Abbildung 2: Robo-Advice-Prozess (Eigene Darstellung in Anlehnung an Yang et al. 2017; Azulay 2019; Tonderau, van Gysegem und Bohlke 2019; Boschke, Paxmann und Roßbach 2017)

Den ersten Prozessschritt bildet die **Kundenansprache und -interaktion**. Beispielsweise lassen sich anhand ähnlicher Präferenzen (wie Risikobereitschaft, Anlageziel oder demografische Situation) Korrelationen im Kundenverhalten durch Clusteranalysen identifizieren und so individualisierte Ansprachen sowie Interaktionen anbieten. Dabei sind Technologien im Bereich DS unverzichtbar. Diese ermöglichen auch den Einsatz von Predictive Analytics auf der Basis von historischen Daten (Dapp 2017).

Zusätzlich lassen sich von potenziellen Kunden Profile erstellen, um diese verschiedenen Segmenten (wie Kommunikationsverhalten oder persönliche Eigenschaften) zuzuordnen. Die Datenbasierung ermöglicht eine bessere Vorbereitung auf einen Gesprächstermin und erhöht somit die Genauigkeit der Ansprache sowie die Abschlussquote (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017). Die Kundeninteraktion erfolgt bei Robo-Advisors mit durchgängiger digitaler Ausrichtung in Form von Text- oder Spracherkennung. (Seidel 2017) Dabei werden Chatbots und KI-basierte Systeme eingesetzt, um mithilfe einer Spracherkennungssoftware sowie einer maschinellen Verhaltensanalyse Finanzprofile zu erstellen (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017).

Im Bereich der **Vermögensaufnahme und -analyse** wird das Anlageprofil des Kunden z.B. durch einen Kundenfragebogen oder ein Beratungsgespräch zusammengestellt und auf Basis dieser Informationen das Risikoprofil analysiert. Dies bildet das Fundament für die weitere Vermögensverwaltung oder Anlageberatung, da sich so die Kundenbedürfnisse und -wünsche adressieren

lassen. Weiter werden die bestehenden Vermögensverhältnisse untersucht und passende Anlageprodukte vorgeschlagen bzw. ausgewählt, welche die Rendite- und Risikoerwartung widerspiegeln (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017). Dabei ist u.a. der Einsatz von Modellen des ML vorzufinden, um für den Kunden die beste Lösung zu finden (Koksal 2020).

Nach der Festlegung der Anlagestrategie und der damit verbundenen Entscheidungen, verwaltet der Robo-Advisor das Vermögen. Im Standardprozess der **Vermögensverwaltung** liegt der Fokus auf der Neugewichtung des Portfolios im Falle von Abweichungen. Die Anbieter setzen dabei ggfs. unterschiedliche Investitionsmethoden ein. Beispielsweise werden innovative Finanzmodelle aus einer Kombination von ML und der Finanztheorie oder traditionellen Anlagestrategien angewendet (Yang et al. 2017).

Bei der Datenanalyse kann ML veränderte Marktbedingungen erkennen und die Vermögensverwaltung anpassen (Koksal 2020). Manche Anbieter erweitern ihr Angebot mit zusätzlichen Vorschlägen, wie z.B. Einmalzahlungen oder Strategiewechsel. Andere Anbieter sorgen dafür, dass sich zusätzlich die Verwaltung je nach Phase dynamisch anpasst. Zum Beispiel werden in diesem Kontext vor und während der Verrentungsphase die Risiken durch Portfolioumschichtungen reduziert, um mögliche Verluste durch Marktschwankungen zu eliminieren (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017).

Weitere Angebote sind im Bereich der Steuersenkungen bei Transaktionen vorzufinden. Dabei verwendet man ML, um spezifische Steuerfolgen zu evaluieren. Zusätzlich werden Investitionen, die zu den geringsten Steuerzahlungen führen, bestimmt (Koksal 2020).

Anders als in der Vermögensverwaltung führt man in der **Anlage- und Portfolioberatung** Analysen durch, um einen Kauf- oder Verkaufsvorschlag zu generieren. Dabei stellen Anbieter maßgeschneiderte Investmentempfehlungen zur Verfügung. Dies wird entweder zusätzlich zu den verwaltenden Tätigkeiten oder ausschließlich als alleinige Dienstleistung angeboten. Hierbei erfolgt eine Abstimmung der Kapitalmarktprognosen und Anlageoptionen mit steuerlichen Aspekten und den individuellen Zielvorstellungen des Kunden. Die Analyseergebnisse werden dann als dialogorientierte, sprachbasierte Ratschläge dem Kunden übermittelt (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017).

Neben dem B2C-Bereich operieren Robo-Advisors auch im B2B-Bereich, indem anderen Unternehmen Knowhow oder Software-Anwendungen zur Verfügung gestellt werden. Dabei treten häufig Kooperationen zwischen den Banken, Family Offices sowie Fondsgesellschaften und den

FinTechs auf. Etablierte Unternehmen erweitern so ihre Dienstleistungen und Vertriebskanäle. FinTechs arbeiten als technischer Anbieter, eigenständiges Start-up und gleichgestellter Kooperationspartner (Müller und Pester 2019; Boschke, Paxmann und Roßbach 2017).

Der weltweite Robo-Advice-Markt verfügte im Jahr 2018 über 490 Mrd. Euro „Assets under Management“ (AuM). Verglichen mit dem weltweiten AuM ist der Anteil geringer als 1% und somit von marginaler Bedeutung. Die Wachstumsrate beträgt voraussichtlich bis 2023 36% p.a. (59% in 2019 (Statista 2020), was den Gesamtanteil und die damit verbundene Relevanz etwas erhöhen würde (Tonderau, van Gysegem und Bohlke 2019). Besonders jüngere Marktteilnehmer, bei denen die persönliche Beratung weniger essenziell ist, zeigen Interesse an diesen Anlagemöglichkeiten (Müller und Pester 2019). Durch die niedrigen Gebühren, eine gute User Experience, die Verfügbarkeit für die breite Öffentlichkeit und das Weglassen von auf Emotionen basierenden Handlungen heben sich Robo-Advisors von ihren Konkurrenten ab. Die fehlende persönliche Beratung, die geringe Angebotspalette und wenig Erfahrungswerte bezüglich der eingesetzten Verfahren lassen sich demgegenüber jedoch auch als Wettbewerbsnachteile interpretieren (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017). Weiterhin bietet kein Robo-Advisor die vorgestellten Dienstleistungen ganzheitlich an. In der Kundenansprache und -interaktion ist der Bereich DS besonders ausgeprägt und hilft beim Onboarding von Interessenten. Der Vermögensverwaltungsbereich basiert derzeit hauptsächlich auf dem Einsatz von einfachen Algorithmen, entwickelt sich jedoch technologisch permanent weiter. Somit wird eine Möglichkeit für Anleger geschaffen, ML für den Aktienhandel nutzen zu können (Azulay 2019).

Im Bereich der aufsichtsrechtlichen und regulatorischen Anforderungen müssen je nach Entwicklung die Haftungsgrundsätze und der Verbraucherschutz durch die verantwortlichen Aufsichtsbehörden neu definiert werden (Dapp 2017). Risiken für Robo-Advisors bestehen in diesem Zusammenhang insbesondere mit dem Kundenprofiling (Poddar, Goel und Dwivedy 2019). Als Gegenmaßnahmen bauen manche Robo-Advisors ihre automatisierten Compliance-Überwachungen aus (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017).

Algorithmischer Handel

Entsprechend der Richtlinie 2014/65/EU der Europäischen Union, auch MiFID II (Markets in Financial Instruments Directive II) genannt, wird der Algorithmische Handel als „Handel mit einem Finanzinstrument, bei dem ein Computer-

algorithmus die einzelnen Auftragsparameter automatisch bestimmt“ (Europäisches Parlament 2014) bezeichnet. Relevante Auftragsparameter sind dabei „ob der Auftrag eingeleitet werden soll, Zeitpunkt, Preis bzw. Quantität des Auftrags oder wie der Auftrag nach seiner Einreichung mit eingeschränkter oder gar keiner menschlichen Beteiligung bearbeitet werden soll“ (Europäisches Parlament 2014).

Schon in den 70er Jahren verwendete man Algorithmen für die optimale Portfoliobestimmung. In den 90er Jahren konnten darauf aufbauend die ersten vollautomatischen Handelsgeschäfte getätigt werden. Der Algorithmische Handel hat sich im Laufe der Zeit auf die Ausnutzung von Arbitragemöglichkeiten z.B. im Rahmen des Hochfrequenzhandels (HFT, engl.: high-frequency trading) fokussiert. Gegenwärtig ist der HFT aufgrund geringerer Volatilität, verbesserter Liquidität, steigender Kosten für die Handelsinfrastruktur sowie der Erhöhung von regulatorischen Kontrollen nicht mehr so attraktiv. Dadurch hat sich der Fokus im HFT in Richtung Preisermittlung und Auftragsdurchführung entwickelt, da dort der Geschwindigkeitsvorteil am besten ausgenutzt werden kann. Der Algorithmische Handel, der den „intelligenteren“ Algorithmus darstellt, wird größtenteils für die schnelle Analyse von großen Datensätzen eingesetzt (Beverungen 2019; World Economic Forum 2015).

Heutzutage versuchen Investoren mit Hilfe von Data Scientists einen Wettbewerbsvorteil bei der Vorhersage von Märkten im Sinne von Predictive Analytics zu generieren (Monaco 2019). Dabei ist die Geschwindigkeit der Interpretation von traditionellen und neuen Nachrichtenquellen gleichermaßen ausschlaggebend. Ziel ist es, die Informationsverarbeitung durch Algorithmen in Echtzeit zu ermöglichen. Hierzu stehen u.a. auch spezialisierte Datenbanken zur Verfügung. Im KI- und ML-Bereich werden Kernaktivitäten von der Hypothesenbildung bis hin zur Entscheidungsfindung automatisiert sowie Handelsstrategien kontinuierlich verbessert und korrigiert (Arslanian und Fischer 2019; World Economic Forum 2015).

In den verschiedenen Teilbereichen des Handelsprozesses setzt man die Technologien gebündelt ein. Diese Erweiterung generiert ein algorithmisches Handelssystem, das (wie in Abbildung 3 dargestellt) sich sowohl selbst anpassen als auch erkennen kann, welche Daten von Relevanz sind (Hazuria et al. 2018).

Im Bereich der **Datenerhebung** müssen zunehmend unstrukturierte Daten verarbeitet werden. Zur Gewinnung von Informationen aus natürlicher Sprache lässt sich Natural Language Processing (NLP) nutzen. Die NLP-Anwendung kann das Web

nach Nachrichten z.B. über mögliche Mergers & Acquisitions durchsuchen und damit Rechercharbeiten bezüglich Investitionsentscheidungen unterstützen. Eine weitere innovative Datenerhebung wird durch Maschinelles Sehen unterstützt. Dabei werden Geodaten z.B. von Satelliten, UAVs und Flugzeugen gesammelt (Bharadwaj 2019). Ziel dabei ist es, die bestehende Basis der Analysen zu erweitern und damit den Händler oder das System zu unterstützen, um fundiertere Entscheidungen zu treffen (Azulay 2019).

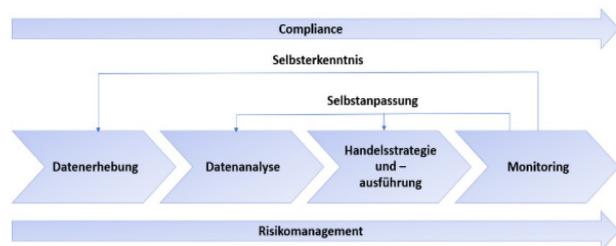


Abbildung 3: Intelligente Erweiterung der Kernprozesse im Handel mit Wertpapieren (Eigene Darstellung in Anlehnung an Hazuria et al. 2018)

Durch Big Data Analytics lassen sich **Marktanalysen** (wie Fundamentalanalysen oder technische Analysen) besser und genauer vollziehen sowie für verschiedene Zwecke einsetzen. Beispielsweise werden Anlagetrends, wie z.B. „Autonomes Fahren“ oder „Batterietechnik“, ermittelt und gezielt mit den jeweiligen Aktien verknüpft. Weitere Analysen können beispielsweise sozioökonomische Trends aus Geodaten ermitteln (Bharadwaj 2019). Zusätzlich zu den eigenen Analysen lassen sich unabhängige Analystenmeinungen miteinbeziehen.

Die Stimmung der Anleger und Verbraucher lässt sich in Form einer Sentimentanalyse berücksichtigen. Die in Echtzeit erhobenen Daten, unterstützt durch NLP, werden durch Data Mining auf Qualität geprüft und bewertet. So können aktuelle Trendphasen erkannt und Anlagestrategien zusätzlich verifiziert werden (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017; World Economic Forum 2015). Ein Beispiel für eine entsprechende Datenerhebung und -analyse ist BlackRock und ihr „China A-Share Opportunities Private Fund 1“-Fonds. In diesem werden Satellitenbilder zur Überwachung der industriellen Aktivität genutzt, Internet- und Blog-Postings analysiert sowie die Hauptzeitung der chinesischen Regierung in Bezug auf politische Veränderungen ausgewertet, um die Entwicklung der Aktien besser vorhersagen zu können (Shen und Ruwitsch 2018).

Wie sehr soziale Medien (wie z.B. Twitter) mit der Datenerhebung und -analyse der algorithmischen Handelssysteme verbunden sind, zeigt der kurzzeitige Kurseinbruch des US-amerikanischen Marktindex Dow Jones Industrial Average (DJIA)

am 23. April 2013: In einem von Hacker gefälschten Tweet, der über die Associated Press Twitter-Seite veröffentlicht wurde, stand geschrieben, dass das Weiße Haus von zwei Explosionen getroffen und Barack Obama verletzt worden sei. Dadurch verlor der Index innerhalb von wenigen Sekunden 143 Punkte bzw. ca. 1%. Der gefälschte Tweet wurde von den zuständigen Mitarbeitern sofort korrigiert, worauf sich der Markt innerhalb weniger Minuten wieder erholte (Moore und Roberts 2013).

Der eng mit der Datenanalyse verbundene **Handelsstrategie**-Bereich wird immer mehr durch Analytik unterstützt (World Economic Forum 2015). Predictive Analytics soll die Bewegung von Aktien auf der Grundlage einer Reihe von Variablen vorhersagen und analysieren. Dabei ist entscheidend welche Aktie die höchste Rendite erzielt (Arslanian und Fischer 2019; Azulay 2019).

Im Bereich der **Handelsdurchführung** muss die Auswirkung auf den Marktpreis beim Handel mit großen Positionen Berücksichtigung finden. Eine Aufteilung in kleinere Aufträge birgt die Gefahr von nachteiliger Kursbewegungen sowie von Opportunitätskosten (Nuti et al. 2011). Um dem entgegenzuwirken, werden die herkömmlichen Analysen im Bereich der Handelsdurchführung durch ML und KI ergänzt. Sogenannte „Handelsroboter“, die auf ML basieren, automatisieren die Auftragsdurchführung und lernen in Form von Supervised Learning, wie sie auf die Marktveränderung reagieren sollen. Dabei spielt u.a. die zeitliche Abstimmung der Abschlüsse eine zentrale Rolle, da zu eng terminierte Geschäfte eine negative Marktauswirkung haben können. Um dies zu vermeiden stellen die Handelsroboter eine Reihe von Szenarien auf. Dies erfolgt typischerweise durch den Einsatz von Algorithmen (wie Bayes'sche Netzen oder Random Forest), um kurzfristige Vorhersagen zu treffen. Bei der US-amerikanischen Bank J.P. Morgan hat der Einsatz zugehöriger Technologien beispielsweise dazu geführt, dass die Anzahl von durchschnittlich 30 Operationen (wie z.B. Limit-Orders, Änderungen und Annullierungen), die zu einem zufriedenstellenden Handelsabschluss führten, durch den Einsatz von „Random Forest“ deutlich reduziert werden konnten. Teilweise wendet man KI-Agenten an, um kurzfristige Volatilität, Auftragsfluss und Marktvolumen im Handelsprozess zu berechnen. Beispielsweise kann durch „Reinforcement Learning“ ein KI-Agent lernen, wie auf Auftragsungleichgewicht und Warteschlangenposition im Orderbuch reagiert werden soll. Dabei wird jeder möglichen Aktion für ein gegebenes Marktumfeld ein Wert zugewiesen. Dieser beruht auf den Grundlagen der zu erwartenden Kosten sowie der Auftragsgröße und -wahrscheinlichkeit. Zusätzlich lässt sich durch Simulationen der Handelszeitplan optimieren und es werden Erkenntnisse gewonnen, wie sich Abschlüsse auf

den Markt auswirken (Day 2017). Im Handel mit Anleihen werden die Vorhersagen durch fehlende Marktliquidität und beschränkter Ähnlichkeit zu anderen Anleihen erschwert. Zudem ist dieser im Vergleich zum Aktienhandel komplexer, da jede Anleihe einzigartige rechtliche und finanzielle Merkmale aufweist. Hierbei kann man z.B. Clusteranalysen zur Segmentierung der einzelnen Anleihen verwenden. Anhand von quantitativen Merkmalen (wie Währung, ausstehender Betrag, Laufzeit und Fälligkeit) lässt sich eine Gruppierung sowie Analyse durchführen (Financial Stability Board 2017; Poddar und Dwivedy 2019; Day 2017). Optional kann man bei Abweichungen von den Erwartungen menschliche Händler als Experten kontaktieren, um den Algorithmus anzupassen bzw. auszutauschen (Financial Stability Board 2017; Day 2017). Um die Genauigkeit und Stabilität der von ML und KI geprägten Modelle sowie Analysen zu bestimmen, müssen Backtesting-Methoden auf rechenintensivere Verfahren zurückgreifen (Regan et al. 2017). Zudem werden die Modelle durch Stresstests im Bereich des Risikomanagements validiert.

Das **Monitoring** lässt sich zu einem kontinuierlichen Prozess der Überwachung, Suche sowie Beobachtung ausbauen, der durch stetiges „Lernen“ zu einer fortlaufenden Verbesserung führt (Reinsel, Gantz und Rydning 2018). Die erweiterte Überwachung identifiziert zusätzlich kritische Entscheidungen und die dazugehörigen Variablen, um dementsprechende Maßnahmen einzuleiten (Danas und Garsva 2016). Auch im Bereich der Risikoüberwachung ermöglichen die neuen Technologien ein besseres Management (Harmon 2019).

Zusammengefasst reflektiert das Monitoring den Handelsprozess und löst bei Bedarf die in Abbildung 3 dargestellten Anpassungen und Veränderungen aus.

Ein weiterer Bereich des AH ist das **Risikomanagement**. Dabei werden vergangene, prägende Ereignisse bezüglich der Märkte analysiert, um zukünftige Muster zu erkennen (Adeyeri 2015). Als zugehöriges Beispiel lässt sich die Bewertung der Angriffe auf Öleinrichtungen in Saudi-Arabien im September 2019, die Befürchtungen bezüglich eines regionalen Krieges ausgelöst hatten, anführen. Um Vorhersagen zu treffen wurden Analysen vom Unternehmen Predata durchgeführt. Das Ergebnis der geopolitischen Analyse, dass es keine Eskalation mit Auswirkungen auf die Märkte geben würde, hat sich als korrekt erwiesen (Chatterjee 2020).

Neben den durch die angepasste Handelsausführung reduzierten Marktpreisrisiken und dem präventiven Erkennen von Risiken, kann ML das Risikomanagement bei der Validierung der Handelsstrategie und den dazugehörigen Modellen

unterstützen (Aziz und Dowling 2019). Unsupervised Learning-Algorithmen helfen bei den Modellvalidierungen durch das Erkennen von Anomalien, die durch Stresstests ausgelöst werden. Dabei ist das Ziel, die Anzahl der Variablen, die innerhalb der Modelle zu Verlusten führen, zu begrenzen. Aber auch das Erkennen von Verzerrungen und die damit erzeugte Transparenz kann Maschinelles Lernen durch die Überprüfung von großen Datenmengen verbessern (Financial Stability Board 2017).

Im Bereich der **Compliance** lassen sich NLP und ML für die Analyse unstrukturierter Inhalte (wie Gesetze und Vorschriften) einsetzen. Aufgrund der Komplexität, aber auch der Möglichkeit dieses Themengebiet gebündelt und optimiert für eine Vielzahl von Unternehmen zur Verfügung zu stellen, wird dieser Bereich oft zentralisiert von spezialisierten RegTechs oder anderen Unternehmen angeboten (Rudin 2017). Die „Regulatory Technology“-Unternehmen zielen darauf ab, regulatorische und aufsichtliche Pflichten mit Hilfe von innovativen Technologien effektiver und effizienter zu erfüllen (Lehnert 2019).

AUSWIRKUNGEN AUF DIE

PRAKTIZIERENDEN UNTERNEHMEN

Händler setzen grundsätzlich auf zwei Vorgehensweisen, um die Qualität der Investitionsentscheidung zu verbessern. Im ersten Fall wird Maschinelles Lernen und Deep Learning in Kombination mit spezifischen Datenquellen verwendet, um erfolgreicher als die Konkurrenz zu sein. Beim zweiten Fall handelt es sich in der Praxis oft um eine Mischung aus Robo-Advice und Algorithmischem Handel. Dabei wird versucht ML zu nutzen, um bei leichter zugänglichen passiven Anlageprodukten mit niedrigen Gebühren aktive Renditeeigenschaften zu erzielen. Dies baut u.a. auf der wachsenden Beliebtheit von "Smart Beta" ETFs auf. Solche Anlageprodukte zielen darauf ab, durch Gewichtung bestimmter Anlagefaktoren, wie Unternehmensgröße oder Branchenkategorie, Überrenditen zu generieren, anstatt einfach einen Index nachzubilden. Dabei werden teilweise auch Faktoren aus weiteren Datenquellen berücksichtigt, um Neugewichtungen in Echtzeit vorzunehmen (Arslanian und Fischer 2019).

Wie die zugehörigen algorithmischen Lösungen arbeiten, zeigte der Aktienindex S&P 500 (SPX) am 29. Januar 2020: Innerhalb einer halben Stunde brach der Index um 0,6% ein, nachdem die Fluggesellschaften Lufthansa und American Airlines mitgeteilt hatten, dass Flüge nach China aufgrund von COVID-19 ausgesetzt werden. In solchen Fällen überprüfen die Algorithmen, ob die Handlungen mit den Preistrends übereinstimmen. Im weiteren Schritt beurteilen sie die Schwere des

Vorfällen anhand von Mustern im Anlegerverhalten und den wirtschaftlichen Folgen, die auf vergangenen Vorfällen basieren. Bei einem einzelnen Vorfall ohne weitere Auswirkungen können menschliche Trader oder teilweise die Maschinen selbst eingreifen und die Handlungen kompensieren. Im Fall des 29.01.2020 wurden die Verluste nach einer Stunde wieder korrigiert und der Index erreichte sein vorheriges Niveau (Chatterjee 2020).

Insgesamt werden verschiedenen Einsatzgebiete erfolgreich von einer Reihe von Unternehmen mit Technologien aus dem Bereich DS erweitert und angeboten. Für die praktizierenden Unternehmen ist daher eine differenzierte Betrachtung der dafür relevanten Rahmenbedingungen (IT-Infrastruktur, Personal und Organisation, Governance und Compliance) notwendig.

IT-Infrastruktur

Um eine effektive und effiziente Implementierung der Technologien im Bereich DS zu garantieren, müssen in den meisten Fällen tiefgreifende Veränderungen in der IT-Infrastruktur, besonders bei den traditionellen Unternehmen, umgesetzt werden. Die erfolgreiche Einführung der meisten neuen Technologien erfordert eine flexible Plattform, die einen einfachen Zugang zu dynamischen und skalierbaren Mengen an Rechenleistung und Speicherplatz ermöglicht. Cloud Servicemodelle stellen hierfür IT-Infrastrukturressourcen (Infrastructure-as-a-Service), Entwicklungsplattformen (Platform-as-a-Service) sowie abrufbare Softwarelösungen (Software-as-a-Service) zur Verfügung (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik o.J.). Der Einsatz einer öffentlichen, privaten oder hybriden Cloud-Umgebung bzw. -Organisationsform erweist sich in diesem Kontext häufig als probates Mittel (Sehgal et al. 2020). Unternehmen, darunter oftmals die neuen Akteure, deren Infrastruktur bereits auf einer Cloud basiert, können dementsprechend Vorteile daraus ziehen. Die Zugriffsgeschwindigkeit muss Anforderungen, wie der schnellen Sprach- und Bildverarbeitung, gerecht werden und darf nicht durch Silo-Datenstrukturen auf verschiedenen Systemen schwer zugänglich sein. Daher müssen im Bereich der Dateninfrastruktur Data Hubs implementiert, ggf. APIs für externe Daten bereitgestellt und Data-Lakes eingerichtet werden. Aber auch die Datenqualität spielt eine zentrale Rolle: Menschliche Eingabefehler und unvollständige oder inkonsistente Daten können schwerwiegende Folgen mit sich bringen. Deswegen ist die wichtigste Prämisse in dieser Kategorie verfügbare, geeignete Daten für die Weiterverarbeitung bereitzustellen (Arslanian und Fischer 2019; Aziz und Dowling 2019).

Personal und Organisation

Weitere Auswirkungen und Veränderungen sind im personellen und organisatorischen Bereich insbesondere dann zu spüren, wenn menschliche Fehler minimiert und die Qualität der Entscheidungen gesteigert werden soll (World Economic Forum 2015). Beispielsweise wird die Arbeit von Kundenberatern und Portfoliomanagern, aber auch von Analysten und Volkswirten, durch Algorithmen ersetzt oder ergänzt. Zusätzlich erhöhen Robo-Advisors den Margendruck und die kostenintensive traditionelle Anlagenberatung und Vermögensverwaltung wird möglicherweise zum Wettbewerbsnachteil (Müller und Pester 2019; Boschke, Paxmann und Roßbach 2017).

Für Data Scientists ist ein großes Finanzdienstleistungsunternehmen möglicherweise nicht der präferierte Arbeitgeber. Dies ist zum Teil auf Probleme des kulturellen Konservatismus zurückzuführen oder es herrscht aufgrund der zerklüfteten IT-Infrastruktur-Problemen eine mangelnde Attraktivität. Diese Einschränkungen können dazu führen, dass viele Finanzinstitute Schwierigkeiten haben Data Scientists zu gewinnen bzw. zu halten (Arslanian und Fischer 2019).

Zur Kompensation des personellen Mangels hat sich teilweise die Rolle des Citizen Data Scientists etabliert. Dieser verfügt über DS-Fähigkeiten und kann durch fortgeschrittene Analysen Unternehmen weiterhelfen, hat jedoch weniger mathematisch-statistische Kompetenzen als ein Data Scientist und verursacht i.d.R. geringere Kosten. Dabei werden fortschrittliche Tools, welche Daten analysieren und visualisieren, unterstützend eingesetzt. Dennoch kann ein Data Scientist, der die Algorithmen auswählt, Datenmodelle erstellt und trainiert sowie Lösungen bereitstellt, nicht vollständig ersetzt werden. Citizen Data Scientists können lediglich helfen die benötigte Anzahl dieser zu reduzieren (Banker 2018). Solche personellen Veränderungen sind beispielhaft im Goldman Sachs Hauptsitz in New York erkennbar. Im Jahr 2000 arbeiteten dort etwa 600 Trader im „U.S. cash equities trading desk“ und kauften bzw. verkauften Aktien für die Großkunden der Investmentbank. Heutzutage arbeiten dort lediglich noch zwei Trader und 200 Computertechniker, die die automatischen Trading-Programme unterstützen (Byrnes 2017). Um den genannten Problemen in der Personalbeschaffung, die bei vielen Unternehmen mit Sorge betrachtet werden, entgegenzuwirken und somit einem Fachkräftemangel zu entgehen, hat Goldman Sachs in Indien einen Campus mit Platz für 7000 Mitarbeiter erschlossen (Aziz und Dowling 2019). Auch die Investmentbank JPMorgan Chase versucht durch massive Investitionen in die neuen Technologien Fachkräfte für sich zu gewinnen und konkurriert dabei unter anderem mit den Unternehmen aus dem Silicon Valley. Im Fokus

stehen dabei die Investitionen von 11 Milliarden USD, die jedes Jahr unter anderem in ein Team von 50.000 Technologen investiert werden sollen (JPMorgan Chase & Co. o.J.).

Governance und Compliance

Innovationen jeglicher Art im Bereich der Finanzdienstleistungen gehen mit einem erhöhten Risiko regulatorischer Prüfungen und Maßnahmen einher. Viele Unternehmen haben gegenwärtig Bedenken bezüglich der Sicherstellung, dass die Systeme keine unerwünschten Verzerrungen hervorrufen. Teilweise sind strenge Gesetzaufgaben zu beachten, die eine Diskriminierung von Minderheiten durch finanzielle Entscheidungssysteme hart bestrafen. Weitere regulatorische Fragestellungen, die auch in vielen anderen Bereichen relevant sind, drehen sich um den Umgang mit personenbezogenen Daten und neuen Partnerschaften für den Datenaustausch. Jedoch ist dabei auch ein Eigeninteresse der Unternehmen vorhanden, da die Ruf- und Markenschädigung negative Auswirkungen hätte und möglicherweise weitere regulatorische Beschränkungen mit sich bringt. Teilweise sind die Funktionsweisen des zugrunde liegenden Modells so komplex, dass die Interpretation einer bestimmten Ausgabe nicht einmal von dem Ersteller selbst erklärt werden kann. Bei diesen Gegebenheiten äußern die Regulierungsbehörden entsprechende Bedenken. So müssen nicht-interpretierbare Systeme in den Bereichen Implementation und Überwachung noch strenger kontrolliert werden (Arslanian und Fischer 2019). Es bleibt abzuwarten, inwieweit erklärbares KI (engl.: Explainable AI/XAI) hierfür geeignete Lösungen bereitstellen wird.

In einer Umfrage von Baker McKenzie, in der 355 Führungskräfte aus weltweit tätigen Finanzinstituten befragt wurden, gaben 53% an, dass sie „nicht wirklich überzeugt“ oder „überhaupt nicht überzeugt“ sind, bezüglich der Aussage: „Meine Organisation versteht alle wesentlichen rechtlichen Risiken im Zusammenhang mit neuen Finanztechnologien“. Hinsichtlich der vorhandenen Regulierungen in Verbindung mit KI herrschen sehr differenzierte Ansichten vor. Dabei überwiegt mit insgesamt 59% die Meinung, dass weitere Regulierungen implementiert werden müssen. Darunter sind 38% teilweise und 21% überhaupt nicht der Meinung, dass genügend Regulierungen vorhanden sind (Budworth 2018).

FAZIT

Chancen

Es stellt sich die Frage, ob die Anwendung von DS im Wertpapierhandel einen positiven Nutzen für die Anwender hat. Positiv eingestellte Betrachter gehen davon aus, dass die Technologien helfen Probleme zu lösen, die weit über die Modellierung der

Auswirkungen auf den Markt hinausgehen. Besonders bei sich schnell veränderten Korrelationsstrukturen ergeben sich erhebliche Vorteile: Stresstests müssen durchgehend aktuell sein, da frühere Korrelationen nicht verlässlich sind. Nicht mehr relevante Variablen sind entsprechend auszusortieren. Gerade im Bereich des AH macht eine minimale Performancesteigerung eines geeigneten Algorithmus aufgrund der enormen Anzahl an gehandelten Aufträgen einen erheblichen Unterschied (Day 2017). Ein weiterer großer Vorteil ist die Möglichkeit schnell, genau und kostengünstig Erkenntnisse aus unstrukturierten Daten zu gewinnen. Damit können die Entscheidungen auf einem Gesamtbild basieren und müssen nicht nur anhand weniger Kriterien getroffen werden (Arslanian und Fischer 2019).

Im Bereich des Robo-Advice werden Anleger bzw. potenzielle Kunden durch die Personalisierung effektiver angesprochen und die Anlageberatung sowie Vermögensverwaltung für mehr Personen ermöglicht. Außerdem lässt sich in vielen Prozessschritten die Effizienz steigern (Poddar, Goel und Dwivedy 2019). Daraus resultieren eine höhere Qualität, ein kürzerer Onboarding-Prozess, eine bessere Kommunikation und geringere Kosten (Boschke, Paxmann und Roßbach 2017). Zusätzlich können menschliche Verwalter und Berater entlastet werden, indem KI-gesteuerte Maschinen Überwachungs- und Verwaltungsaufgaben übernehmen und so Personalressourcen freisetzen (Koksal 2020).

In der Vermögensverwaltung gibt es verschiedene Ansätze, um die Performance der Anlage oder die Auswahl der Produkte zu verbessern. Zur Auswahl stehen dabei beispielsweise „Smart-Beta“ ETFs, die durch eine KI gesteuert sind. Eines von vielen Beispielen ist der „AI Powered Equity ETF“ (AIEQ) von dem IBM Global Entrepreneur EquBot. (Equbot o.J.). Generelles Ziel solcher Anwendungen ist es, in Managementteams, Jahresabschlüssen, Nachrichten und sozialen Medien Muster zu erkennen, die Trends im Markt identifizieren. Um immer bessere Entscheidungen zu treffen und damit „intelligenter“ zu werden, analysieren solche Systeme täglich ein großes Datenvolumen. Dabei ist die Frage zu beantworten, ob sich ein Investment in die innovativen Technologien lohnt und sich die angebotenen Dienstleistungen oder ausgewählten Produkte als rentabel erweisen (Gurdus 2019).

Risiken und Grenzen

Kritische Betrachter argumentieren, dass der Einsatz von Maschinellem Lernen und der teilweise damit verbundenen „Black Box“ wenig hilfreich ist, da die Einflussfaktoren nicht wirklich bestimmt werden können. Besonders schwer sei es, eine systematische Unterscheidung zwischen temporären und permanenten Auswirkungen treffen zu können.

Manche Kritiker gehen davon aus, dass besonders im Bereich des langfristigen Investierens sich die wesentlichen Sachverhalte durch traditionelle Datenanalysemethoden feststellen lassen und der Einsatz von ML deshalb nicht nötig ist (Day 2017). In diesem Kontext sind die hohen Investitionskosten und die laufenden finanziellen Belastungen zu bewerten. Weiterhin können Risiken, wie z.B. das mangelnde Erkennen von schlechten Marktbedingungen und die Anwendung falscher Handelsstrategien, zu hohen Verlusten führen (Chan 2019).

Einer der schwerwiegendsten Fehler ereignete sich z.B. im Jahr 2012 bei der Knight Capital Group. Aufgrund eines fehlerhaften Handelsalgorithmus verlor das Unternehmen rund 440 Mio. USD in 30 Minuten (Philips 2012). Gerade durch solche Vorfälle steigt der Bedarf an menschlicher Steuerung und kontinuierlicher Überprüfung sowie einem Ausbau des Risikomanagements mit ständigen Bewertungen. Das typische „Black Box“-Verhalten bestehender KI-Lösungen erweist sich für Modellvalidierungen jedoch als kontraproduktiv (Aziz und Dowling 2019). Seit der Auflegung des „AI Powered Equity ETF“-Fonds, der größtenteils in börsennotierte US-Aktien investiert, ist beispielsweise ein wirklicher Mehrwert nicht zu erkennen. Der AIEQ schnitt mit einer 23%-Steigerung 2% besser als der DJIA, aber 10% schlechter als der SPX, ab. Besonders auffällig ist der überdurchschnittliche Einbruch Ende 2018, der das schlechtere Ergebnis erklären könnte (CNBC 2020). Es ist äußerst schwierig vorherzusagen, ob sich jemals ein essenzieller Wissensvorteil an den Märkten generieren lässt. Eventuell kann die weitere Beobachtung des Lernverfahrens und die damit verbundene Performance vom AIEQ weitere Erkenntnisse in den kommenden Jahren liefern.

Als Schlussfolgerung lässt sich ziehen, dass eine Mischung aus (kompetenten) Menschen und (fehlerfreien) Maschinen die beste Lösung darstellt (Budworth 2018). Hierfür sind sinnvolle Gestaltungsprinzipien und -kriterien für eine partnerschaftliche Kooperation zu entwickeln.

LITERATUR

- Adeyeri, Christopher (2015): Investment banks recruit for rise of big data analytics; URL: <https://www.computerweekly.com/opinion/Investment-banks-recruit-for-the-rise-of-big-data-analytics> [Stand: 26.06.2020].
- Arslanian, Henri; Fischer, Fabrice (2019): The Future of Finance.
- Aziz, Saqib; Dowling, Michael (2019): Machine Learning and AI for Risk Management; in: Lynn, Theo; Mooney, John G.; Rosati, Pierangelo; Cummins, Mark (Hrsg.): Disrupting Finance – FinTech and Strategy in the 21st Century; S. 33–50.
- Azulay, Dylan (2019): Artificial Intelligence in Finance – a Comprehensive Overview; URL: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/artificial-intelligence-in-finance-a-comprehensive-overview/> [Stand: 02.07.2020].
- Banker, Steve (2018): The Citizen Data Scientist; in: Forbes; 2018; URL: <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2018/01/19/the-citizen-data-scientist/> [Stand: 05.08.2020].
- Beverungen, Armin (2019): Algorithmic Trading, Artificial Intelligence and the Politics of Cognition; in: Sudmann, Andreas (Hrsg.): The democratization of artificial intelligence – Net politics in the era of learning algorithms; S. 77–93.
- Bharadwaj, Raghav (2019): Machine Vision in Finance – Current Applications and Trends; URL: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-vision-in-finance-current-applications-and-trends/> [Stand: 25.08.2020].
- Bitterli, Micha (2016): “Banking is necessary, banks are not” - Banking blog; URL: <https://blogs.deloitte.ch/banking/2016/09/banking-is-necessary-banks-arent-bill-gates.html> [Stand: 27.08.2020].
- Boschke, Holger; Paxmann, Stephan; Roßbach, Stefan (2017): Innovative Geschäftsmodelle im Digital Wealth Management.
- Budworth, David (2018): Ghosts in the Machine Revisited – The state of artificial intelligence, risks and regulation in financial services.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (o.J.): Cloud Computing Grundlagen. URL: <https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Empfehlungen-nach-Angriffszielen/Cloud-Computing/Grundlagen/grundlagen.html> [Stand: 25.08.2020].
- Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2020): Robo-Advice – Automatisierte Anlageberatung und Finanzportfolioverwaltung; URL: https://www.bafin.de/DE/Verbraucher/Finanzwissen/Fintech/RoboAdvice/robo_advice_node.html [Stand: 20.07.2020].
- Byrnes, Nanette (2017): As Goldman Embraces Automation, Even the Masters of the Universe Are Threatened; in: MIT Technology Review; URL: <https://www.technologyreview.com/2017/02/07/154141/as-goldman-embraces-automation-even-the-masters-of-the-universe-are-threatened/> [Stand: 23.07.2020].
- Capgemini und Efma (2020): World Fintech Report 2020.
- Chan, Jacinta (2019): Automation of Trading Machine for Traders – How to Develop Trading Models.
- Chatterjee, Saikat (2020): Wars and viruses: Are robots less prone to market panic?; in: Reuters Media; URL: <https://uk.reuters.com/article/us-china-health-algos-insight/wars-and-viruses-are-robots-less-prone-to-market-panic-idUKKBN1ZU1Q3> [Stand: 03.08.2020].
- CNBC (2020): AI Powered Equity ETF; URL: <https://www.cnbc.com/quotes/?symbol=AIEQ> [Stand: 26.08.2020].
- Danenas, Paulius; Garsva, Gintautas (2016): Intelligent Credit Risk Decision Support: Architecture and Implementations; in: Dunis, Christian L.; Middleton, Peter W.; Karathanasopolous, Andreas; Theofilatos, Konstantinos (Hrsg.): Artificial Intelligence in Financial Markets –

- Cutting-Edge Applications for Risk Management, Portfolio Optimization and Economics; S. 179-210.
- Dapp, Thomas F. (2017): FinTech – Traditionelle Banken als digitale Plattformen und Teil eines Finanz-Ökosystems; in: Smolinski, Remigiusz; Gerdes, Moritz; Siejka, Martin; Bodek, Mariusz C. (Hrsg.): Innovationen und Innovationsmanagement in der Finanzbranche; S. 376-383.
- Day, Sebastian (2017): Quants turn to machine learning to model market impact; URL: <https://www.risk.net/asset-management/4644191/quants-turn-to-machine-learning-to-model-market-impact> [Stand: 31.07.2020].
- Equbot (o.J.): The EquBot Artificial Intelligence Story; URL: <https://equbot.com/our-story/> [Stand: 26.08.2020].
- Financial Stability Board (2017): Artificial intelligence and machine learning in financial services.
- Fraunhofer-Gesellschaft e.V. (2017): Trends für die Künstliche Intelligenz.
- Gurdus, Lizzy (2019): This ETF run by a robot is beating the market—here's how it works; in: CNBC; URL: <https://www.cnbc.com/2019/08/02/this-etf-run-by-arobot-is-beating-the-marketheres-how-it-works.html> [Stand: 25.08.2020].
- Harmon, Richard L. (2019): Big Data and the CRO of the Future; in: Liermann, Volker; Stegmann, Claus (Hrsg.): The Impact of Digital Transformation and FinTech on the Finance Professional; S. 225-237.
- Hazuria, Samia; Vaghani, Bhumi; Kokate, Suraj; Dhawale, Mayur; Ganurkar, Priyanka (2018): The AI Revolution in Banking; URL: <https://www.aranca.com/knowledge-library/articles/investment-research/the-ai-revolution-in-banking> [Stand: 17.08.2020].
- JPMorgan Chase & Co. (o.J.): This \$11 Billion Tech Investment Could Disrupt Banking; URL: <https://www.jpmorganchase.com/corporate/news/stories/tech-investment-could-disrupt-banking.htm> [Stand: 03.08.2020].
- Keller, Kai (2019): Data and the future of financial services; URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/data-and-the-future-of-financial-services/> [Stand: 22.06.2020].
- Koksal, Ilker (2020): How AI Is Expanding The Applications Of Robo Advisory; in: Forbes; URL: <https://www.forbes.com/sites/ilkerkoksal/2020/04/18/how-ai-is-expanding-the-applications-of-robo-advisory/> [Stand: 23.08.2020].
- Lehnert, Markus (2019): Regtech auf dem Vormarsch, URL: https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Fachartikel/2019/fa_bj_1903_Regtech.html [Stand: 09.04.2021]
- Li, Yun (2019): 80% of the stock market is now on autopilot; in: CNBC; URL: <https://www.cnbc.com/2019/06/28/80percent-of-the-stock-market-is-now-on-autopilot.html> [Stand: 14.08.2020].
- Liermann, Volker; Stegmann, Claus (2019): Introduction; in: Liermann, Volker; Stegmann, Claus (Hrsg.): The Impact of Digital Transformation and FinTech on the Finance Professional; S. 1-6.
- Monaco, Eleonora (2019): What FinTech Can Learn from High-Frequency Trading: Economic Consequences, Open Issues and Future of Corporate Disclosure; in: Lynn, Theo; Mooney, John G.; Rosati, Pierangelo; Cummins, Mark (Hrsg.): Disrupting Finance – FinTech and Strategy in the 21st Century; S. 51-70.
- Moore, Heidi; Roberts, Dan (2013): AP Twitter hack causes panic on Wall Street and sends Dow plunging; in: The Guardian; URL: <https://www.theguardian.com/business/2013/apr/23/ap-tweet-hack-wall-street-freefall> [Stand: 25.06.2020].
- Müller, Maximilian; Pester, Marion (2019): Passive Anlagestrategien und Digitalisierung in der Vermögensverwaltung; in: Seidel, Marcel (Hrsg.): Banking & Innovation 2018/2019; S. 227-246.
- Nuti, Giuseppe; Mirghaemi, Mahnoosh; Treleven, Philip; Yingsaeree, Chaikyorn (2011): Algorithmic Trading; in: Computer; 44. Aufl.; S. 61–69.
- Philips, Matthew (2012): Knight Shows How to Lose \$440 Million in 30 Minutes; in: Bloomberg; URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2012-08-02/knight-shows-how-to-lose-440-million-in-30-minutes> [Stand: 02.08.2020].
- Poddar, Ayush; Dwivedy, Susovan (2019): Top Trends in Capital Markets: 2020.
- Poddar, Ayush; Goel, Saakshi; Dwivedy, Susovan (2019): Top Trends in Wealth Management: 2020.
- Rabasa, Alex; Heavin, Ciara (2020): An Introduction to Data Science and Its Applications; in: Charles, Vincent; Aparicio, Juan; Zhu, Joe (Hrsg.): Data Science and Productivity Analytics; S. 57-81.
- Regan, Samantha; Klein, Luther; Jacobs Jr., Michael; Kazmi, Sitwat (2017): Model Behavior. Nothing Artificial. Emerging Trends in the Validation of Machine Learning and Artificial Intelligence Models; Accenture.
- Reinsel, David; Gantz, John; Rydning, John (2018): The Digitization of the World from Edge to Core.
- Rudin, April J. (2017): The Regtech Revolution: Compliance and Wealth Management in 2017; URL: <https://blogs.cfainstitute.org/investor/2017/01/12/theregtech-revolution-compliance-and-wealth-management-in-2017/> [Stand: 20.07.2020].
- Sehgal, Naresh Kumar; Bhatt, Pramod Chandra P.; Acken, John M. (2020): Cloud computing with security. Concepts and practices. Second edition. Switzerland: Springer
- Seidel, Elisabeth (2017): InvestTechs und KVGs - Konkurrenz, Koexistenz oder Symbiose?; in: KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.): Digitalisierung im Maschinenraum der Finanzdienstleister; S. 13-21.
- Shen, Samuel; Ruwitch, John (2018): Satellites and blogs: BlackRock to raise game in China stock picking; in: Reuters Media; URL: <https://www.reuters.com/article/us-china-blackrock-fund-idUSKBN1KE16U> [Stand: 30.07.2020].
- Statista (2019): Volumen des weltweiten Aktienhandels von 1980 bis 2018; URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/239389/umfrage/volumen-des-weltweiten-aktienhandels/> [Stand: 23.08.2020].

- Statista (2020): Robo-Advisors - worldwide | Statista Market Forecast; URL: <https://www.statista.com/outlook/337/100/robo-advisors/worldwide> [Stand: 22.07.2020].
- Tonderau, Grégoire; van Gysegem, Frederick; Bohlke, Axel (2019): Robo-advisory in Belgium – Can David challenge Goliath?; in: Roland Berger Focus.
- Wohlschlägl-Aschberger, Doris (2015): Bankgeschäft und Finanzmarkt - Praxiswissen kompakt; unveränderter Nachdruck 2019.
- World Economic Forum (2015): The Future of Financial Services – How disruptive innovations are reshaping the way financial services are structured, provisioned and consumed.
- Yang, Jie et al. (2017): How Robo-Advisors Manage Investment Portfolios; in: O'Reilly, Philip (Hrsg.): The Frontier of Fintech Innovation; S. 14–26.

OPTIMIERUNG OPERATIVER GESCHÄFTSPROZESSE DURCH ROBOT PROCESS AUTOMATION (RPA) UND DECISION MODEL AND NOTATION (DMN).

AUSGESTALTUNG EINES USE CASE FÜR DIE KUNDENAUFTRAGSBEARBEITUNG IN EINEM MITTELSTÄNDISCHEN UNTERNEHMEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG STEUERLICHER ASPEKTE

Frank Morelli
HS Pforzheim
Tiefenbronnerstr. 65,
75175 Pforzheim
T +49 7231 28-6697,
frank.morelli
@hs-pforzheim.de

Jan-Felix Mehret
ProSeS BDE GmbH
Andreas-Odenwald-Weg 8,
75179 Pforzheim
T +49 7231 147 37-64,
j.mehret
@proses.de

Sebastian-Alexander Mehret
Häfele SE & Co KG
Adolf-Häfele-Str. 1,
72202 Nagold
T +49 7452 95-593,
sebastian.mehret
@haefele.de

SCHLÜSSELWÖRTER

Robotic Process Automation, Decision Model and Notation (DMN), Umsatzsteuer, Werklieferung, Geschäftsprozess-optimierung.

ABSTRACT

Operative Geschäftsprozesse weisen häufig Ausnahmen auf. Robot Process Automation (RPA) eröffnet die Chance, Teilprozesse zusätzlich zu den bestehenden IT-Lösungen zu automatisieren. Besonders attraktiv erscheint es in diesem Kontext, dass an der bestehenden IT-Infrastruktur keine Änderungen vorgenommen werden müssen. Zur Geschäftsprozessoptimierung ist jedoch eine ganzheitliche Perspektive auf Basis einer systematischen Modellierung erforderlich. Neben der Prozessmodellierung kommt dabei der Abbildung von Geschäftsregeln eine besondere Bedeutung zu. Die generische Modellierungssprache Decision Model and Notation (DMN) eröffnet hierfür eine von konkreten RPA-Tools unabhängige Beschreibung. Auf Basis eines Anwendungsfalls wird das Zusammenspiel veranschaulicht. Als Ausgangspunkt fungiert ein aus der Unternehmenspraxis entlehnter und vereinfachter Vorfall. Es handelt sich um die Werklieferung eines mittelständischen Unternehmens, deren umsatzsteuerliche Relevanz durch die Mitarbeiter beurteilt werden muss. Im Ist-Ablauf wird dieser Teilprozess der Kundenauftragsabwicklung mit Hilfe eines ERP-Systems standardmäßig bearbeitet. Der Fall veranschaulicht, dass durch den RPA-Einsatz eine Prozessoptimierung möglich ist. Die dabei vorgenommene Explizierung von Regeln in Form von Entscheidungstabellen sorgt ferner für Transparenz. Der vorliegende Fall macht jedoch ebenfalls deutlich, dass die Komplexität operativer Entscheidungen sich dadurch i.d.R. nicht vollständig lösen lässt. Entsprechend sind die

RPA-Technologie im Speziellen und Hyperautomatisierungsansätze im Allgemeinen einem ganzheitlichen Geschäftsprozess-Managementverständnis unterzuordnen.

EINLEITUNG

Geschäftsprozesse bestehen aus mehreren Einzelschritten bzw. Aktivitäten und werden regelmäßig durchgeführt. Nach Gehring repräsentiert ein Geschäftsprozess eine zeitlich-logische Abfolge von Aufgaben, die arbeitsteilig von mehreren Organisationseinheiten oder Organisationen unter Nutzung von Informationstechnologien (IT) ausgeführt werden (Gehring 1998). Ziel des Geschäftsprozessmanagements ist eine durchgängige Gestaltung voneinander abgegrenzter („End-to-End“-) Prozesse (Gadatsch 2020). Absenken von Prozesskosten, Verkürzen der Durchlaufzeiten und Verbessern der Prozessqualität sollen helfen, den Unternehmenserfolg zu vergrößern. Zugehörige Optimierungen erweisen sich angesichts des zunehmenden Effizienzdrucks für klein- und mittelständische Unternehmen (KMUs) als äußerst relevant.

Das operative Geschäftsprozessmanagement beschäftigt sich mit der Ausgestaltung einzelner Abläufe im Unternehmen wie der Kundenauftragsabwicklung. Als Geschäftsprozessmodellierungssprache hat sich hierbei Business Process Model and Notation (BPMN) weitestgehend durchgesetzt. In diesem Kontext gilt es zu beachten, dass selbst Routineprozesse viele Ausnahmen (z.B. bei fehlerhaften oder unvollständigen Eingaben, sich ändernden Richtlinien, einem negativen Ergebnis bei der Überprüfung des zugehörigen Objekts, der Verletzung Risikomanagement-Vorgaben etc.) beinhalten können.

Für die Optimierung operativer Geschäftsprozesse spielt die IT-Unterstützung die zentrale Rolle. Als klassische IT-Lösungen setzen Unternehmen im Kern häufig Standardsoftwarepakete wie ERP (Enterprise Resource Planning)- und BPM (Business Process Management)- bzw. Workflow-Systeme ein. Diese benötigen den Einsatz von IT-Spezialisten und sind teilweise mit erheblichem Implementierungsaufwand aufgrund von Schnittstellenanbindungen verknüpft.

Neue digitale Technologien bieten weitere Möglichkeiten zur Optimierung. Hierbei bildet die Prozessautomatisierung für viele Unternehmen eine zentrale Rolle, um Innovationen voranzutreiben (Camunda 2020a, Camunda 2020b). So eröffnet der RPA (Robot Process Automation)-Ansatz eine schnelle Umsetzung von Chancenpotenzialen für Geschäftsprozesse mit (häufig) wiederkehrenden Anwendungsfällen, die sich durch strukturierte Datenbestände auszeichnen. Hierfür werden keine tiefgreifenden Programmierkenntnisse vorausgesetzt. Ferner lässt sich RPA aufgrund seiner hohen Skalierbarkeit schnell und flexibel an geänderte Anforderungen anpassen bzw. eröffnet proaktive Steuerungsmöglichkeiten. Die bestehende Systemlandschaft kann dabei weiterverwendet werden, was den Implementierungsaufwand im Vergleich zu anderen Systemlösungen geringhält. Die Entscheidungsfindung eines Roboters basiert auf vorab definierten Regeln und ist somit nachvollziehbar. Ferner wird für den Einsatz keine ressourcenstarke IT-Abteilung benötigt. Entsprechend findet diese Technologie auch bei KMUs Akzeptanz (Langmann und Turi 2020; IDG 2019). Diese scheuen IT-Änderungen oft aufgrund der anfallenden Kosten, des Anpassungsaufwands der IT-Infrastruktur und fehlendem internem Know-how. Ausnahmen vom „Happy Path“ haben gerade bei KMUs oftmals manuelle Eingriffe zur Folge.

Dennoch muss man sich aufgrund von Erfahrungen aus der Unternehmenspraxis über die Ambivalenz des RPA-Einsatzes bewusst sein: Sicherheitsprobleme, Wartung von RPA-Scripts, mangelnde IT-Überwachung, Compliance-Fragen und die Fokussierung auf die kurzfristige Beseitigung von Problemsymptomen anstelle deren Ursache werden als Fallstricke genannt. (Camunda 2020a, Camunda 2020b). RPA-Aufgaben bilden im Gesamtkontext eines operativen Geschäftsprozesses zumeist nur einen Teilbereich ab und bauen ggf. technische Schulden auf. Im RPA-Kontext erscheint deshalb u.a. ein grundlegendes Verständnis von Informationssystemen mit regelbasierten Strukturen (z.B. Schleifen, Parametern, etc.), der Datenverwendung (z.B. Dateiformate) und Schnittstellen zu Anwendungen erforderlich. Folglich ist eine systematische Modellierung der zugehörigen Logik von zentraler Bedeutung. Die Fokussierung auf einzelne Geschäftsregeln greift zu kurz: Ein Geschäftsprozess benötigt im Allgemeinen eine Vielzahl von Regeln. Hierfür steht ein umfassenderer Ansatz mit dem Business Decision Management in Form der standardisierten

Modellierungssprache Decision Model and Notation (DMN) zur Verfügung. Die Ausgestaltung von expliziten Geschäftsregeln („Business Rules“) zur Unterstützung von operativen Entscheidungen erscheint als richtungweisende Option zur optimierten Interaktion zwischen Mensch und Maschine.

Der vorliegende Artikel verfolgt die Fragestellung, inwieweit sich RPA für operative Geschäftsprozesse und Geschäftslogiken bei KMUs in Kombination mit einem bereits implementierten ERP-System nutzen lässt. Durch die Voraussetzung eines ERP-Systems soll gewährleistet werden, dass man von einer hinreichenden Datenqualität ausgehen darf. Bereits die Evaluierungsphase bietet die Möglichkeit, unabhängig von RPA, die Qualität der relevanten Stammdaten im Unternehmen zu überprüfen und diese bei Bedarf zu verbessern. Anhand eines abstrahierten Praxisfalls eines mittelständischen Unternehmens aus dem Großhandel wird der bestehende Auftrags erfassungsprozess um die Berücksichtigung steuerlicher Gegebenheiten erweitert. Als Hintergrund fungiert der Sachverhalt, dass in den letzten Jahren die Anforderungen im Steuerrecht immer umfangreicher und komplexer geworden sind, was in erheblichem Umfang Unternehmensressourcen aufgrund der Compliance-Erfordernisse bindet. Die steuerlichen Aspekte dienen im Anwendungsfall als Basis für die Ausgestaltung von Geschäftsregeln. Der Use Case fungiert in seiner Gesamtheit als Beispiel für einen häufig verwendeten, fehleranfälligen Geschäftsprozess von mittlerer Komplexität, der aufgrund der Notwendigkeit zur Erfüllung von und Anpassung an regulatorischen Grundlagen Kritikalität besitzt. In der vorgegebenen Fallbearbeitung finden sich wiederholende Tätigkeiten und regelbasierte Abläufe. Eine leicht zu realisierende Automatisierung in diesem Bereich kann den Ablauf vereinfachen und damit Fehlermöglichkeiten reduzieren sowie zu Zeit- und Kosteneinsparungen führen. Ziel ist es, aus der konzipierten Mensch-Maschine-Interaktion allgemeine Handlungsempfehlungen für den RPA-Einsatz in KMUs abzuleiten.

RPA UND GESCHÄFTSPROZESSMANAGEMENT

Die RPA-Technologie ermöglicht eine Automatisierung von sich wiederholenden und regelbasierten Prozessen und Aufgaben, die bislang von Menschen ausgeführt werden (van der Aalst et al. 2018; Barton et al. 2018; Lacity et al. 2016). RPA kann menschliche Bearbeiter unterstützen oder ggf. auch ersetzen (Wolan 2020; Allweyer 2016). Es existiert in der einschlägigen Literatur jedoch keine zugehörige allgemeingültige Begriffsbestimmung. Die einzelnen Definitionen weichen zudem sehr stark voneinander ab (Koch und Fedtke 2020; Smeets et al. 2019). Beispielhaft lassen sich die Auslegungen von Gartner und der IEEE Advisory Group anführen:

- RPA ist ein Werkzeug, welches Anweisungen für strukturierte Daten bereithält, die in der Regel in

einer Kombination von Benutzungsoberflächen oder durch die Verbindung mit APIs über Client/ Server-Architekturen, Großrechner oder HTML-Code ausgeführt werden (Tornbohm und Dunie 2017).

- RPA ist eine vorkonfigurierte Software-Instanz, die Geschäftsregeln und vordefinierte Aktivitäts-Choreografien verwendet, um ein Ergebnis mithilfe einer autonomen Ausführung von Prozessen, Aktivitäten, Transaktionen und Aufgaben in einem oder mehreren unabhängigen Softwaresystemen und mithilfe menschlichem Ausnahmemanagement zu erzielen (IEEE Corporate Advisory Group 2017).

RPA verwendet sogenannte Roboter bzw. Bots, um die gestellten Aufgaben zu erfüllen. Bei einem RPA-Roboter handelt es sich zumeist um eine eigenständige Lizenz für eine RPA-Software (Smeets et al. 2019). Grundsätzlich werden bei RPA einzelne oder mehrere aufeinanderfolgende Tätigkeiten und standardisierte Prozesse automatisiert, um diese effizienter zu gestalten, deren Verfügbarkeit zu erhöhen und Fehler zu minimieren (IRPAAI o. Jahr; Karla et al.). Hierzu imitiert die Software das menschliche Eingabeverhalten, ohne die verwendete IT-Applikation oder die Arbeitsschritte zu verändern (McKinsey&Company 2016; Smeets et al. 2019). Anwendungsschnittstellen für RPA können beispielsweise eine grafische Benutzeroberfläche (GUI), eine vorhandene Programm-Schnittstelle (API), das Betriebssystem oder eine Datenbank sein (Smeets et al. 2019). Entsprechend ist eine integrierte Bearbeitung mit Zugriff auf mehrere IT-Systeme möglich, beispielsweise um Medienbrüche zu überwinden.

Bei den Robotern unterscheidet man zwischen Attended Robots (Desktop-RPA) und Unattended Robots (sog. RPA-Plattformen):

- Attended Robots repräsentieren (häufig von Mitarbeitern oder dem verantwortlichen RPA-Team) programmierte Neuentwicklungen, die auf einem ausgewählten Computer oder mobilen Gerät lokal ausgeführt werden (Langmann und Turi 2020). I.d.R. verwendet man für die Erstellung Skripte, Makros oder Screen-Scraping-Technologien bzw. eine Kombination dieser Varianten (Smeets et al. 2019). Menschliche Bearbeiter können in die Aktionen des Roboters eingreifen und bei Bedarf adaptieren (Smeets et al. 2019). Anderweitige Tätigkeiten des Mitarbeiters sind während Roboteraktionen nicht oder nur eingeschränkt möglich, da der Bot die Benutzeroberfläche nutzt.
- Unattended Robots werden i.d.R. durch ein Projektteam entwickelt und zentral über virtuelle Maschinen verwaltet (Langmann und Turi 2020; Smeets et al. 2019; Koch und Fedtke 2020). Die eingesetzten Roboter arbeiten innerhalb einer überwachten Umgebung und die Anzahl der eingesetzten Roboter ist skalierbar (Smeets et al. 2019).

In der Unternehmenspraxis finden sich vornehmlich Unattended Robots (Koch und Fedtke 2020). In der Regel dauert die Entwicklung einer RPA-Lösung zwei bis drei Monate. Sobald der Roboter in Betrieb geht, kann dieser 24 Stunden am Tag mit einer Auslastung von 100 % arbeiten, was i.d.R. eine kurze Amortisationsdauer zur Folge hat. Die Betriebskosten der RPA-Roboter belaufen sich auf ca. zwei Euro pro Stunde (Koch und Fedtke 2020). Implementierung und Administration gelten als wenig aufwändig (Karla et al. 2019). Gestartet werden die Bots meist von einem (zuvor definierten) eingetretenen Ereignis, einer festen Uhrzeit oder manuell (Koch und Fedtke 2020).

Die Software-Roboter arbeiten gegenwärtig zumeist regelbasiert auf der Basis von vorgegebenen Parametern und verändert diese nicht autonom („Standard-RPA“). Nach (Kroll et al. 2017) lassen sich jedoch regel-, wissens- und lernbasierte Typen von Software-Robotern unterscheiden. Wissensbasierte RPA-Bots suchen gegenüber regelbasierten nach systemübergreifenden Informationen und werden z.T. auch als „kognitive RPA“ bezeichnet (Smeets et al. 2019). Lernbasierte Roboter - teilweise findet man hierfür auch die Termini „Intelligent RPA“ (IRPA) oder „autonome Automation“ - nutzen Technologien des maschinellen Lernens, um Funktionen und Muster aus vorgegebenen (strukturierten und unstrukturierten) Daten zu erkennen. Sie weisen damit eine höhere Flexibilität gegenüber veränderten Anforderungen auf. Regel- und wissensbasierte RPA-Roboter sind gegenüber dem IRPA in der Praxis häufiger anzutreffen (Hermann et al. 2018).

RPA ermöglicht es bereits in der gegenwärtig praktizierten Form Geschäftsregeln transparent abzubilden (Koch und Fedtke 2020; Smeets et al. 2019). Die Technologie besitzt aufgrund der geringen Komplexität der Anforderungen an die IT eine geringe Eintrittsschwelle: Die Entwicklungsumgebungen von RPA-Tools bieten intuitive Benutzeroberflächen, die eine schnelle Implementierung in die bestehende Systemlandschaft ermöglichen, ohne diese zu verändern. Die grundlegende IT-Infrastruktur für eine RPA-Automation muss allerdings robust und wenig fehlerbehaftet sein (Lacity et al. 2016). Ferner erweist sich die RPA-Technologie als gut skalierbar (Lacity et al. 2016; Kroll et al. 2016; Allweyer 2016; Anagoste 2018). Studien von Capgemini, KPMG oder Deloitte prognostizieren, dass RPA-Software-Roboter zu Kosteneinsparungen von 20 – 50 % im Vergleich zu einem Vollzeitbeschäftigten bei Ausführung der gleichen Arbeitsmenge hervorrufen können (Kroll et al. 2016; Zimmermann et al. 2017; Botar et al. 2018).

Angeichts der angesprochenen RPA-Potenziale und der zunehmenden Verbreitung zugehöriger Roboter in der Praxis macht es Sinn, eine (realistische) Einordnung in das Spektrum der Geschäftsprozessoptimierung vorzunehmen sowie Möglichkeiten und Grenzen des Ansatzes auszuloten. Mit dieser Vorgehensweise wenden

sich die Autoren explizit gegen das Verständnis, das RPA ohne eingehende Analysen oder Überprüfung auf die Notwendigkeit bestimmter Prozess-Schritte angewendet werden sollte (Flechsig et al. 2019). Vielmehr erweist sich ein holistisches Verständnis von Geschäftsprozessen als notwendig, um nachhaltig als Unternehmen Effizienzgewinne aus den zugehörigen Implementierungen ziehen zu können. Dies ist gerade auch im Kontext der sich anbahnenden Hyperautomatisierung, also dem Ziel, mit unterschiedlichen Technologien eine Prozessautomatisierung zu entwickeln, von zentraler Bedeutung. So definiert der Marktanalyst Gartner Hyperautomatisierung als Ansatz für ganzheitliche Automatisierung (Gartner 2019). Im Vordergrund steht eine Kombination aus verschiedenen Automatisierungslösungen unter Berücksichtigung von Technologien, die auf künstlicher Intelligenz (KI) basieren. Eine Ausgestaltung des Zusammenspiels zwischen Mensch und Maschine findet im Automatisierungslebenszyklus nach Gartner jedoch nicht statt.

In Anlehnung an (van der Aalst et al. 2018) positioniert die nachfolgende Grafik das RPA-Einsatzpotenzial als Erweiterung der klassischen IT-Prozessoptimierung. Die Möglichkeit zur Effizienzsteigerung zeigt sich in Abhängigkeit von der Fallhäufigkeit und der Verschiedenheit der zu bearbeitenden Geschäftsvorfälle innerhalb eines Geschäftsprozesses: In Situationen, in denen die Erweiterung der ERP-Funktionalität (beispielsweise durch Apps) oder die Integration von Business Process Management Systemen (BPMS) aufgrund der zu geringen Häufigkeit zu teuer erscheint, kommt die automatisierte Bearbeitung durch RPA ins Spiel. Bei geringer Homogenität der Fälle in Kombination mit selten auftretenden Gegebenheiten findet der RPA-Ansatz seine Grenzen.

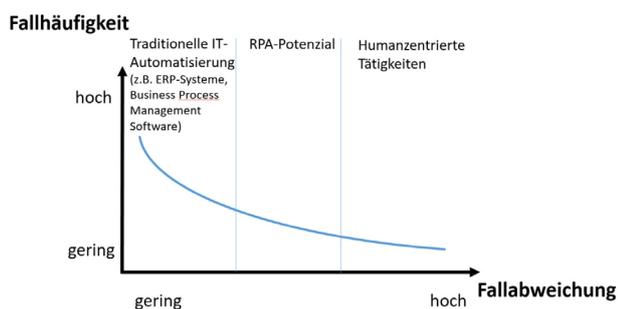


Abbildung 1: Geschäftsprozessoptimierungspotenzial durch RPA (in Anlehnung an van der Aalst et al. 2018)

Zugehörige Prozesse dürfen lediglich von geringer bis mittlerer Komplexität sein und sollten eine durchschnittliche Durchlaufzeit von 5 bis 30 Minuten nicht übersteigen. Der maschinellen Autonomie sind aus

Risiko- sowie Governance- und Compliance-Überlegungen heraus jedoch Grenzen zu setzen.

STEUERLICHE ASPEKTE ALS ANWENDUNGSGEBIET VON BUSINESS RULES

Neben der betriebswirtschaftlichen und technischen Umsetzung von Geschäftsprozessen sind oft auch steuerliche Gesichtspunkte zu beachten, welche die Ausgestaltung der Abläufe wesentlich beeinflussen können. Die steuerlichen Anforderungen reichen von weiteren Kontroll- und Freigabeschritten, über die Abfrage und Validierung zusätzlicher steuerlich relevanter Informationen, bis hin zu einer gesonderten Dokumentation (Wied 2019).

Am Beispiel der Umsatzsteuer lässt sich dies explizieren: Diese Steuerart beinhaltet eine Vielzahl an Berührungspunkten mit den verschiedenen Fachbereichen innerhalb eines Unternehmens. Für die Umsatzsteuer gibt es diverse Anknüpfungspunkte, wie beispielsweise die Besteuerung der Ausgangsleistungen, den Vorsteuerabzug aus Eingangsrechnungen und den Nachweis des Warenversands insbesondere bei steuerfreien Lieferungen. Weiterhin zu nennen sind das innergemeinschaftliche Verbringen von Waren in andere EU-Staaten, das Verwenden von Zolllagern, umsatzsteuerliche Betriebsstätten, die Besteuerung von unentgeltlichen Wertabgaben an Mitarbeiter, etc. Bei der Umsatzsteuer handelt es sich um eine transaktionsbezogene Steuer, woraus sich oft eine große Anzahl an Fällen mit hohen Steuervolumina ergibt. Viele dieser Fälle sind wiederkehrend, da es sich um Standardtransaktionen des Unternehmens handelt oder diese periodisch auftreten. Eine IT-Lösung zur Handhabung der Umsatzsteuer erweist sich aus fachkonzeptioneller Sicht deshalb als attraktiv (Konken 2019).

Eine steuerliche Beurteilung muss grundsätzlich als Einzelfallbetrachtung erfolgen (Philipp und Rüth 2008; Grune und Elvers 2008). Jegliche Benutzereingabe in diesem Kontext kann u.U. eine steuerliche Bewertung darstellen bzw. die steuerliche Beurteilung verändern, unabhängig davon, ob die Mitarbeiter sich der Tragweite ihrer Eingabe bewusst sind oder nicht. Komplexere Sachverhalte werden meist zusätzlich in Rücksprache mit der internen Steuerabteilung oder externen Beratern getroffen. Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive erweist es sich deshalb als effektiv, steuerliche Kontrollen innerhalb betroffener Geschäftsprozessen zu implementieren, welche den Sachverhalt einer vorab definierten steuerlichen Beurteilung zuzuordnen. So kann eine (teil-)automatisierte Freigabe durch vordefinierte Kontrollen erfolgen.

Eine falsche steuerliche Beurteilung, aufgrund einer fehlerhaft oder lückenhaft aufgesetzten Prozesskontrolle, birgt das Risiko einer unrichtigen oder unvollständigen Steuermeldung. Sollte sich hieraus eine Verkürzung von Steuern oder die Erlangung von steuerlichen Vorteilen ergeben, liegen bereits die objektiven Tatbestände für

eine Steuerhinterziehung gem. § 370 AO bzw. eine leichtfertige Steuerverkürzung gem. § 378 AO vor. Soweit nun die subjektiven Tatbestände des Vorsatzes oder der Fahrlässigkeit hinzukommen, handelt es sich um eine Straftat bzw. Ordnungswidrigkeit. Für eine Steuerhinterziehung genügt gem. BFH-Rechtsprechung bereits ein bedingter Vorsatz infolge eines Für-Möglich-Haltens der Tatbestandsverwirklichung und des billigend in Kauf nehmen des Eintritts des Taterfolges (BGH 2017). Ebenso kann die vorsätzliche oder fahrlässige Verletzung einer betriebsbezogenen Pflicht nach § 130 OWiG sogar gegenüber Unternehmensleitern persönlich geahndet werden. Das geplante sog. „Verbandssanktionengesetz“ (Deutsche Bundesregierung 2020) wird den aktuellen gesetzlichen Rahmen der Sanktionierungsmöglichkeiten von Unternehmen zusätzlich erweitern und verschärfen.

Wichtig ist die Abgrenzung der „einfachen“ Korrektur der Steuermeldung nach § 153 AO, zu welcher jeder Steuerpflichtige im Fall einer Steuerverkürzung verpflichtet ist, und einer Selbstanzeige gem. § 371 AO. Jede Korrektur kann durch die Finanzverwaltung mittlerweile als Selbstanzeige ausgelegt werden. Speziell durch den Anwendungserlass zum § 153 AO (Bundesfinanzministerium BMF 2016) und die o.g. Rechtsprechung hat sich das Thema weiter verschärft. Ausschlaggebend ist stets, ob es sich um eine bloße Unrichtigkeit, welche gutgläubig erfolgt ist, handelt oder ob der bereits erwähnte Vorsatz oder Fahrlässigkeit unterstellt wird.

Die Straffreiheit durch eine Selbstanzeige ist jedoch nur möglich, wenn diese in vollem Umfang alle unrichtigen bzw. unvollständigen Angaben für alle noch nicht verjährten Steuerstraftaten, mindestens aber für die letzten zehn Jahre, beinhaltet (§ 371 Abs. 1 AO). Sollte der Steuerpflichtige davon ausgehen, dass er nur einen einzelnen Fall korrigiert und die Finanzverwaltung die Mitteilung aber als Selbstanzeige werten, würde womöglich der geforderte Umfang fehlen und die Möglichkeit einer Straffreiheit wäre verwirkt.

Eine Bagatell- oder Nichtaufgriffsgrenze, welche zumindest eine Abgrenzung vereinfachen würde, existiert nicht. Ab einem Betrag von 25 TEUR ist eine Straffreiheit durch Abgabe einer vollumfänglichen Selbstanzeige nicht mehr möglich und u.a. ab einem Betrag von ca. 50 TEUR wird eine Steuerhinterziehung in großem Ausmaß, welche schärfere Strafen vorsieht, angenommen (Heuel und Beyer 2016). Diese Beträge sind im Fall eines prozessualen Fehlers im Bereich der Umsatzsteuer oft sehr schnell erreicht, was das Risiko dieser Steuerart erhöht (Beyer 2015).

Nach Ansicht der Finanzverwaltung ist das Vorhandensein eines innerbetrieblichen Kontrollsystems ein Indiz dafür, dass kein Vorsatz oder Leichtfertigkeit vorliegt (AEAO zu § 153, Tz. 2.6). Der Umfang und die Ausgestaltung des innerbetrieblichen Kontrollsystems, das man im Bereich des Steuerrechts auch als „Tax

Compliance Management System“ bezeichnet, ist jedem Steuerpflichtigen selbst überlassen. Oft wird auf die die allgemeinen Strukturen von Compliance Management Systemen im Sinne des IDW PS 980 zurückgegriffen (Ebbinghaus und Neu 2016). In Zukunft ist damit zu rechnen, dass ein internes Kontrollsystem im Bereich des Steuerrechts durch das oben erwähnte Verbands-sanktionengesetz stark an Bedeutung gewinnen wird.

Folglich ist es ratsam die (teil-)automatisierten Prozesse und vordefinierten Kontrollen turnusmäßig und anlassbezogen durch die Fachabteilungen prüfen zu lassen (Angemessenheits- und Wirksamkeitsprüfung) (Behringer 2017). Ein spezielles Augenmerk ist auf Veränderungen innerhalb des Prozesses oder neuer gesetzlicher Regelungen zu richten. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen bzw. Anpassungen sind zu dokumentieren, da sie bei einer Betriebsprüfung als Nachweis dienen (Kamchen 2017). Gerade im Fall der Anwendung von RPA erweist sich eine Kontrolle als leicht möglich. Die expliziten RPA-Regeln sind eindeutig nachvollziehbar. Zudem kann eine Rückverfolgbarkeit gewährleistet werden, soweit durch ggf. interne Vorgaben jeder Anpassung durch den Programmcode des jeweiligen Versionsstands dokumentiert wird.

USE CASE: UMSATZSTEUERLICHE WERK-LIEFERUNG IN EINEM MITTELSTÄNDISCHEN HANDELSUNTERNEHMEN

Erfassung und Fakturierung im ERP-System

In diesem Kapitel werden Optimierungspotentiale durch den Einsatz der RPA-Technologie, im Hinblick auf die steuerliche Beurteilung eines Anwendungsfalls, an einem Beispielfall vorgestellt. Der nachfolgende Use Case behandelt die Erfassung und die Fakturierung einer umsatzsteuerlichen Werklieferung in einem ERP-System und wird in der nachfolgenden Abbildung mithilfe eines BPMN-Modells veranschaulicht. Als Zielsetzung fungiert hierbei eine schnelle und einheitliche steuerliche Validierung des Sachverhalts. Die Eckdaten des Falls basieren auf einem abstrahierten Geschäftsprozess eines mittelständischen Unternehmens aus dem Großhandel.

Das in Deutschland ansässige Handelsunternehmen erhält von seinem Kunden (Generalunternehmer mit Sitz in Deutschland) den Auftrag, in mehreren Hotels einer Hotelkette, mit Objekten in Deutschland und Österreich, Schließanlagen zu liefern und diese zu installieren. Der Auftrag umfasst im Einzelnen das Erstellen eines Schließplans je Objekt, die Lieferung der Terminals samt Zubehör (Schrauben, Schlüsselkarten, etc.), deren Montage sowie die Schulung der Mitarbeiter vor Ort. Die Abrechnung erfolgt in Teilen, d.h. je Objekt im Anschluss an die jeweilige Abnahme.

Der Vertrieb erfasst den Auftrag im ERP-System, da dieser mit dem Kunden in direktem Kontakt steht, die

vertraglichen Vereinbarungen ausgehandelt hat und den Arbeitsfortschritt entsprechend überwacht. Somit laufen alle notwendigen Informationen für die korrekte Erfassung und Fakturierung an dieser Stelle des Unternehmens zusammen. Jedoch besteht ein Restrisiko, dass bei der Auftrags erfassung ein steuerlicher Aspekt übersehen wird und somit die Fakturierung nicht korrekt erfolgt, selbst wenn man die Vertriebsmitarbeiter in diesen Belangen vorab geschult hat. Vor allem bei Sachverhalten mit Auslandsbezug können sich uneinheitliche Lösungen ergeben, welche einer steuerlichen Prüfung bedürfen (Langer 2020).

Ohne ein spezifisches Customizing steuerlicher Sachverhalte im ERP-System wird durch den Vertriebsmitarbeiter je Objekt ein Kundenauftrag angelegt, da im vorliegenden Beispiel der Auftrag darin besteht die Terminals in verschiedenen Objekten der Hotelkette zu installieren. Durch Eingabe der Kundennummer werden die Kundenstammdaten in die Kopfdaten des Auftrags automatisch übernommen. Die Anpassung der Partnerrolle „Warenempfänger“ ist erforderlich, da diese mit den Daten des Kunden/Auftraggebers vorbelegt ist.

Diese Partnerrolle muss mit der Adresse des Objekts oder, falls ein Stammsatz für dieses existiert, durch die dazugehörige Kundennummer überschrieben werden. Die Anpassung bestimmt sowohl den physischen Lieferort der Ware als auch das steuerliche Empfangsland.

Ferner ist in den Kopfdaten manuell eine Fakturasperre zu hinterlegen, damit sich nach erfolgter Abnahme der Auftrag im Ganzen und einheitlich, durch Entfernen der Fakturasperre, abrechnen lässt. Die Fakturierung soll nicht bereits mit Belieferung einzelner Positionen, je nach Ausgestaltung des Systems, angestoßen werden.

Im Anschluss erfolgt die Erfassung der einzelnen Positionen. Existieren keine spezifischen Materialarten und Positionstypen, ist davon auszugehen, dass für alle Positionen dieselbe Materialart (bspw. Handelswaren „HAWA“) und denselben Positionstyp verwendet. Die Materialart ist unabhängig von der Bezeichnung des Materials (bspw. Terminal, Zubehör oder Montage) und wird aus der Eintragung im Materialstamm entnommen.

Das ERP-System ermittelt standardmäßig die diversen Konditionen innerhalb der Preisfindung je Position separat. Eine dieser Konditionen (standardmäßig MWST) ermittelt den Steuerschlüssel und die hinterlegte Höhe des Steuersatzes (nachfolgend „Steuerfindung“ genannt).

Sowohl die Ermittlung je Position als auch die fehlende umsatzsteuerliche Unterscheidung der Materialien ziehen als Konsequenz nach sich, dass die steuerliche Beurteilung inkorrekt erfolgt. Ein manuelles Eingreifen des Vertriebsmitarbeiters im Ist-Prozess ist deshalb notwendig. Die abweichende und ganzheitliche

Steuerfindung im Auftrag soll vorzugsweise über die Eingabe einer vorab definierten Steuerklassifikation in den Kopfdaten erfolgen.

Der Vertriebsmitarbeiter muss vorab diverse (umsatzsteuerliche) Fragen klären, bevor er die Steuerfindung im Auftrag final anpassen kann. Hierzu gehören u.a. folgende Sachverhalte:

- Um was für eine umsatzsteuerliche Leistung handelt es sich / was ist das Wesen des Umsatzes (Hauptleistung)?
- Sind die anderen Leistungsbestandteile Nebenleistungen, welche das Schicksal der Hauptleistung teilen?
- Wird ein Werk (Erfolg) geschuldet und ergibt sich hieraus eine einheitliche Leistung?
- Liegt eine Reparaturleistung vor?
- Wo ist der umsatzsteuerliche Ort der Leistungserbringung?
- Ist der Kunde ein Unternehmer im umsatzsteuerlichen Sinn und erbringt dieser nachhaltig Bauleistungen?
- Handelt es sich um eine Leistung in Zusammenhang mit einem fremden Gegenstand oder Grundstück (an einem wesentlichen Bestandteil eines Gebäudes/Bauwerks)?
- Wird die Leistung an einem beweglichen Gegenstand ausgeführt?
- Handelt es sich um eine ruhende oder bewegte Lieferung?
- Ist eine Abnahme (von nicht untergeordneter Bedeutung) durch den Kunden vorgesehen?

Im betrachteten Fall muss ein Vertriebsmitarbeiter erkennen, dass nicht eine einfache (Waren-)Lieferung oder Dienstleistung (umsatzsteuerlich sog. „sonstige Leistung), ggf. mit entsprechenden Nebenleistungen wie Transport und Montage, vorliegt. Vielmehr handelt es sich um eine umsatzsteuerliche Sonder-/Mischform der einheitlichen Leistung. Diese besteht in der Ausprägung einer Werklieferung, aufgrund der Tatsache, dass sowohl ein Werk (Erfolg) geschuldet und ein fremder Gegenstand (hier Gebäude) (BFH 2013) bearbeitet wird, als auch der Werkhersteller selbstbeschaffte Hauptstoffe (hier Terminals) zur Leistungserbringung verwendet. Die deutsche Definition bzw. Abgrenzung der Werklieferung von der Montagelieferung, durch die geforderte Be- oder Verarbeitung eines fremden Gegenstandes bzw. die feste Verbindung mit diesem, ist nicht zwangsläufig deckungsgleich mit ausländischen Regelungen, weshalb bei Sachverhalten mit Auslandsbezug stets die Vorgaben nach Landesrecht zu beachten sind. Die Terminals sind als Hauptstoffe anzusehen, da diese aus Sicht des Durchschnittsverbrauchers das Wesen des Umsatzes bestimmen. Das o.g. Zubehör repräsentiert lediglich Nebensachen: Es hat keinen eigenen Zweck für den Kunden, sondern dient nur als Mittel, die Hauptleistung unter optimalen Bedingungen in Anspruch zu nehmen. Die vereinbarte Abnahme im umsatzsteuerlichen Sinn

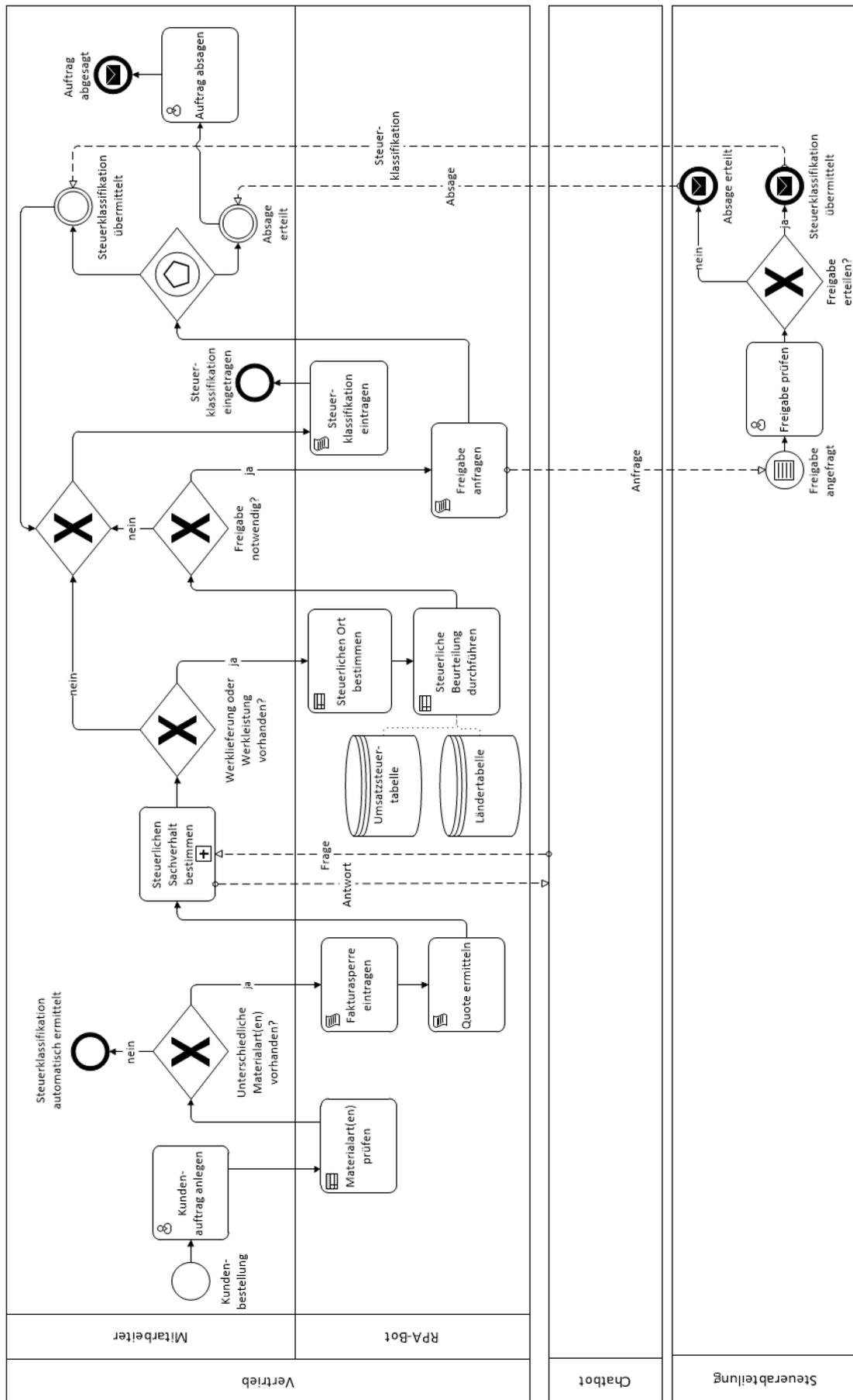


Abbildung 2: Geschäftsprozess „Umsatzsteuerliche Werklieferung“ (BPMN-Modell)

(Billigung der vertraglichen Leistungserfüllung) ist nicht mit einer baubehördlichen Abnahme zu verwechseln. Die vereinbarte Abnahme stellt grundsätzlich den Zeitpunkt der umsatzsteuerlichen Leistungserbringung (sog. „Verschaffung der Verfügungsmacht“) dar. Neben einer förmlichen Abnahme kann auch durch bestimmungsgemäßes Nutzen des Werks eine stillschweigende Bewilligung vorliegen (BMF 2009). Dies ist durch den Vertriebsmitarbeiter zu überwachen.

Angesichts der Montage und Inbetriebnahme der Terminals vor Ort an einem Gebäude sowie der vereinbarten Abnahme ergibt sich eine sog. „ruhende Lieferung“, für welche sich der steuerliche Leistungsort danach bestimmt, wo sich das geschuldete Werk zum Zeitpunkt der Verschaffung der Verfügungsmacht befindet (Abschn. 3.12 Abs. 4 S. 1 ff. UStAE). Im Fall der deutschen Objekte ist der Leistungsort im Inland gelegen. Dabei ist zusätzlich zu überprüfen, ob die Übertragung der Steuerschuldnerschaft auf den Leistungsempfänger (Kunde) anzuwenden ist. Hierfür muss eine gültige Bescheinigung des Finanzamts des Kunden vorliegen, welche bestätigt, dass dieser nachhaltig Bauleistungen im umsatzsteuerlichen Sinn erbringt (Bescheinigung USt 1 TG). Sollte dies der Fall sein, ist nicht mit dem Regelsteuersatz, sondern ohne Ausweis von Umsatzsteuer, abzurechnen. Bei den österreichischen Objekten ist zu prüfen, ob nach lokalem Recht eine Werklieferung vorliegt (dies wird hier vorausgesetzt). Der Leistungsort liegt somit im übrigen Gemeinschaftsgebiet, soweit der Kunde den Erwerb entsprechend versteuert (nach dem sog. „Reverse Charge Verfahren“). Dies gilt durch die Mitteilung der (gültigen) Umsatzsteuer-Identifikationsnummer des Kunden aus dem Empfangsstaat als erfüllt. Sollte keine Umsatzsteuer-Identifikationsnummer des Kunden vorliegen, darf das Reverse Charge Verfahren nicht zur Anwendung kommen und sich eine umsatzsteuerliche Registrierungsverpflichtung für den leistenden Unternehmer ergeben (Philipp und Rütth 2008). Je nach Ergebnis müsste der Vertriebsmitarbeiter den Auftrag manuell über die Eingabe einer vorab definierten Steuerklassifikation in den Kopfdaten anpassen, um eine positionsübergreifende einheitliche Fakturierung des Auftrags zu ermöglichen.

Um dem Vertriebsmitarbeiter bei der Auftragserfassung zu unterstützen und so das Risiko eines falschen manuellen Eingriffs zu minimieren, bietet es sich an strukturiert diverse Automatismen, Kontrollen und Eingabeaufforderungen zu implementieren.

Für eine Optimierung bedarf es vorab einer Anpassung der Materialarten in den Materialstammdaten des ERP-Systems. Es ist eine Materialart einzutragen, welche sonstige Leistungen (als Beispiel wird nachfolgend „DIEN“ verwendet) für das System identifizierbar macht. Sobald dann in einem Auftrag die Materialarten HAWA und DIEN vorkommen, liegt die Vermutung nahe, dass Haupt- und Nebenleistungen vorliegen oder

alternativ eine einheitliche Leistung besteht. In diesem Fall soll der RPA-Bot automatisch eine Fakturasperre setzen, um dem Erfasser die Möglichkeit zu geben, den Sachverhalt genauer zu prüfen und das Risiko einer verfrühten oder womöglich aufgeteilten Fakturierung (soweit sich hier ein Split-Kriterium ergibt) zu verhindern.

Zu berücksichtigen ist außerdem, dass ein Auftrag, welcher mehrere Positionen mit verschiedenen Material-Kontierungsgruppen beinhaltet, je nach Einstellung der Kontenfindung in ERP-System, bei Fakturierung die Beträge auf unterschiedliche Erlöskonten bucht. Sollte eine einheitliche Verbuchung dieser Beträge, bspw. aufgrund der Taxonomie des BMF, gewünscht sein, ist darauf zu achten, dass die verwendeten Materialien die gleiche Kontierungsgruppe haben. Dies erweist sich als sinnvoll, da eine positionsübergreifende Einstellung im Auftrag nicht existiert und die Kontierungsgruppe ansonsten in den jeweiligen Positionen manuell ausgewählt werden müsste.

Darüber hinaus bieten sich weitergehende Automatisierungen an. Zusammen mit der Eintragung der Fakturasperre macht es Sinn, dass das ERP-System den Vertriebsmitarbeiter nicht nur mittels einer Push-Meldung über den vorliegenden Sondersachverhalt informiert, sondern ihn über einen Chatbot direkt anspricht. Der Vertriebsmitarbeiter kann so im Bedarfsfall über den Chatbot weiterführenden Informationen, wie beispielsweise Schulungsunterlagen, Dokumentationen und interne Anweisungen, zum Thema der steuerlichen Werklieferung/-leitung einsehen. Ferner lässt sich der RPA-Bot so konzipieren, dass er das Verhältnis der Dienstleistungen (Materialart DIEN) und der anderen Materialarten (grds. Materialart HAWA) ermittelt und über den Chatbot an den Vertriebsmitarbeiter ausgibt. Das Ergebnis vermag sowohl als Anhaltspunkt für die Einstufung als Werklieferung oder Werkleistung als auch zur Bestimmung der Haupt- und Nebenleistung(en) fungieren (Abschn. 3.8. Abs. 6 S. 4 f. UStAE).

Der Chatbot hat den Vertriebsmitarbeiter zu fragen, ob dieser die Art der Leistung bestimmen kann. Sollte, nach Einschätzung des Vertriebsmitarbeiters, bei diesem Sachverhalt eine Lieferung (Warenlieferung) oder sonstige Leistung (Dienstleistung) als Hauptleistung vorliegen, teilen die anderen Auftragsbestandteile deren steuerliches Schicksal. Durch die Beantwortung der Frage des Chatbots hat der RPA-Bot automatisch eine zuvor definierte Steuerklassifikation in den Kopfdaten des Auftrags einzutragen, um eine ganzheitliche steuerliche Fakturierung zu ermöglichen.

Benötigt der Vertriebsmitarbeiter weitere Unterstützung oder trifft er die Auswahl, dass eine einheitliche Leistung in Form einer Werklieferung oder Werkleistung vorliegt, bedarf es zusätzlicher Informationen seinerseits zur Beurteilung des Sachverhalts. In der Interaktion mit dem

Chatbot werden nun diverse Informationen eingeholt, welche der RPA-Bot zur Bestimmung der steuerlichen Art und Ort der Leistung sowie deren Beurteilung benötigt. An dieser Stelle kann der RPA-Bot eine ggf. getroffene Eingabe (hier Werklieferung/-leistung) des Vertriebsmitarbeiters validieren.

Als Ergebnis der Prüfung sind folgende Fälle zu differenzieren:

- Für das Unternehmen liegt eine durchführbare Warenlieferung oder eine Dienstleistung als Hauptleistung vor. Der Vertriebsmitarbeiter wird über den Chatbot informiert und eine vorher definierte Steuerklassifikation ist durch den RPA-Bot in den Kopfdaten des Auftrags einzupflegen.
- Es handelt sich um eine Werklieferung/-leistung, deren steuerlicher Ort sich im Inland befindet. Im Anschluss wird die Übertragung der Steuerschuldnerschaft auf den Leistungsempfänger geprüft. Hierzu vergleicht der RPA-Bot die Einträge einer separaten Tabelle, ob unter der Kundennummer ein Eintrag vorhanden ist, welcher besagt, dass dem Unternehmen eine gültige USt 1 TG-Bescheinigung vorliegt. Je nach Ergebnis trägt der RPA-Bot eine definierte Steuerklassifikation in den Kopfdaten des Auftrags ein und der Chatbot informiert den Vertriebsmitarbeiter.
- Bei einer Werklieferung/-leistung mit steuerlichem Ort im Ausland hat der RPA-Bot ebenfalls eine separate Tabelle zu prüfen. Diese Tabelle, welche Einträge enthält, in welchen Ländern das Unternehmen umsatzsteuerlich registriert oder eine Abwicklung über das landesspezifische Reverse Charge-Verfahren möglich ist, hat die Steuerabteilung dauerhaft zu pflegen. Soweit ein Eintrag gefunden wird, hat der RPA-Bot eine vorab bestimmte Steuerklassifikation in den Kopfdaten des Auftrags einzutragen und der Vertriebsmitarbeiter wird über den Chatbot informiert.
- Sollte die Prüfung zu keinem eindeutigen Ergebnis kommen oder sich der steuerliche Ort der Leistung im Ausland befinden, ohne entsprechenden Tabelleneintrag, ist eine Zusammenfassung der vorliegenden Informationen an einen entsprechend definierten Key-User oder die interne Steuerabteilung zu senden. Diese Stelle soll den Sachverhalt aufgrund ihrer höheren Qualifikation in Steuerfragen beurteilen. Sofern der Sachverhalt für das Unternehmen nicht abbildbar ist, wird eine Absage erteilt und der zuständige Vertriebsmitarbeiter informiert. Dieser hat nun den Kunden zu kontaktieren und den Auftrag abzusagen. Für den Fall, dass der Sachverhalt ausgeführt werden kann, erteilt die zuständige Stelle ihre Freigabe und wählt die zutreffende Steuerklassifikation aus. Der RPA-Bot übernimmt diese in die Kopfdaten des Auftrags und der Chatbot informiert den Vertriebsmitarbeiter.

Abbildung der Logik mit Hilfe der DMN-Methode

Die im Use Case skizzierte Logik lässt sich durch eine Modellierung in DMN abbilden. DMN steht für Decision Model and Notation und wird von der Object Management Group (OMG) verwaltet. Dieser Ansatz geht auf die Intension zurück, neben BPMN ergänzend eine Sprache zur Modellierung und Automatisierung von Entscheidungen zur Verfügung zu stellen und diese zu standardisieren. Dabei liegt der Fokus auf betriebswirtschaftlichen Entscheidungen (Business Rules). Eine intuitiv zugängliche Darstellung soll dafür sorgen, dass diese für Repräsentanten der Fachabteilungen verständlich sind. Grundsätzlich sind mit DMN sowohl menschliche als auch automatisierte Entscheidungen modellierbar.

Eine Entscheidung im DMN-Sinne ist das Ableiten eines Ergebnisses (Output) aus gegebenen Tatsachen (Input) auf Basis einer definierten Logik (Decision Logic). In diesem Kontext fungieren Entscheidungstabellen (Decision Tables) als zentrales Element für das Business-IT-Alignment. Sie bestehen zum einen aus einer Bedingungs- bzw. Wenn-Komponente (Input) und zum anderen aus einem Ergebnis- bzw. Dann-Teil (Output). Die „Hit Policy“ gibt an, wie viele Regeln maximal zutreffen. So steht der Buchstabe „U“ beispielsweise für „unique“, d.h. dass lediglich eine Regel („Single Hit“) eintreten kann. Diese Abbildung bildet eine strukturierte Basis für einen transparenten, nachvollziehbaren und flexiblen Einsatz (Freund und Rucker 2019). Die DMN-Konstrukte lassen sich mit Hilfe einer Decision Engine ausführen.

Exemplarisch werden nachfolgend drei DMN-Entscheidungstabellen modelliert, die sich für die Werklieferung verwenden lassen. In sämtlichen Tabellen kann lediglich eine Regel greifen. Die Eingabewerte in den weiß hinterlegten Spaltenköpfen repräsentieren jeweils die Bedingungen (Input) und der Output wird durch die grauen Spaltenköpfe beschrieben. Darunter entspricht jede Zeile einer Entscheidungsregel: Ist die Bedingung auf der linken Seite erfüllt, gilt das Ergebnis auf der rechten Seite. Auf die Ausgestaltung von Entscheidungsdiagrammen (Decision Requirement Diagrams) wird im vorliegenden Fall verzichtet, da aus Sicht der Autoren die Zusammenhänge unmittelbar aus den Entscheidungstabellen ersehen werden können.

In den Regeln für den Use Case wird einerseits bestimmt, um was für eine Art von Leistung es sich handelt, an welchem Ort diese steuerbar ist und ob die Übertragung der Steuerschuldnerschaft auf den Leistungsempfänger anlässlich einer Werklieferung Anwendung findet. Der Erfasser aus dem Vertriebsbereich kann diese Tabellen nacheinander abarbeiten und mit seinem Ergebnis fortfahren. Mit dem Ergebnis der dritten Tabelle (innerdeutsche Bauleistung) lässt sich beispielsweise direkt ersehen wie der Auftrag abzurechnen ist. Der Benutzer kann entsprechend, je nach Einstellung im ERP-System,

Tabelle 1: Bestimmung der steuerlichen Leistung

U	Input						Output
	Werkvertrag zur Herstellung, Be- oder Verarbeitung eines Gegenstands?	Selbst beschaffte Stoffe durch Werkhersteller?	Stoffe sind lediglich Zutaten oder Nebensachen?	Verfügbarmacht an einem Gegenstand verschafft?	Hauptleistung und Nebenleistung?	Hauptleistung ist Lieferung?	Leistungsart
	boolean	string	string	string	string	string	string
1	Ja	Ja	Ja	-	-	-	Werkleistung
2	Ja	Ja	Nein	-	-	-	Werklieferung/Montagelieferung
3	Ja	Nein	-	-	-	-	Werkleistung
4	Nein	-	-	Ja	Ja	Ja	Lieferung
5	Nein	-	-	Ja	Ja	Nein	Sonstige Leistung
6	Nein	-	-	Nein	-	-	Sonstige Leistung

Tabelle 2: Steuerliche Ortsbestimmung (Auszug)

U	Input					Output	steuerliche Erläuterung
	Leistungsart	Leistung in Zusammenhang mit einem Grundstück?	Leistung in Zusammenhang mit einem beweglichen Gegenstand?	Abnahme Vorort?	Kunde umsatzsteuerlicher Unternehmer?	Land ermitteln aus	
	string	boolean	string	string	string	string	
1	Werklieferung/Montagelieferung	Nein	-	Ja	-	Partnerrolle WE	Ort der Verschaffung der Verfügungsmacht
2	Werklieferung/Montagelieferung	Nein	-	Nein	-	Lieferwerkwerk	Ort des Beginn der Beförderung
3	Werklieferung/Montagelieferung	Ja	-	-	-	Partnerrolle WE	Ort des Grundstücks
4	Werkleistung	Ja	-	-	-	Partnerrolle WE	Ort des Grundstücks
5	Werkleistung	Nein	Ja	-	Ja	Partnerrolle AG	Sitz des Kunden
6	Werkleistung	Nein	Ja	-	Nein	Partnerrolle WE	Tätigkeitsort
7	Werkleistung	Nein	Nein	-	Ja	Partnerrolle AG	Sitz des Kunden
8	Werkleistung	Nein	Nein	-	Nein	Lieferwerkwerk	Sitz des Leistungsgebers

Tabelle 3: Steuerliche Beurteilung (Auszug)

U	Input					Output
	Inland (Deutschland)?	Be- oder Verarbeitung eins fremden Gegenstandes bzw. feste Verbindung mit diesem?	Bauleistung i.S.d. § 13b Abs. 2 S. 1 Nr. 4 UStG?	gültige Bescheinigung USt 1 TG vorhanden?	Tabelleneintrag (steuerlich zugelassene Länder) vorhanden?	Abrechnung
	boolean	string	string	string	string	string
1	Ja	Ja	Ja	Ja	-	Übertragung der Steuerschuldnerschaft auf den Leistungsempfänger
2	Ja	Ja	Ja	Nein	-	Regelbesteuerung
3	Ja	Ja	Nein	-	-	Regelbesteuerung
4	Ja	Nein	-	-	-	Regelbesteuerung
5	Nein	-	-	-	Ja	Land zugelassen - Erfassung entsprechend unternehmensinterner Vorgabe
6	Nein	-	-	-	Nein	Freigabe notwendig - Weiterleitung des Sachverhalts

eine entsprechende Steuerklassifikation in den Kopfdaten erfassen.

AUSWAHL VON RPA-FÄHIGEN GESCHÄFTS-PROZESSEN

Die Zielsetzung des konzipierten Beispielfalls besteht darin, auf Basis einer praxisrelevanten Detailtiefe Erkenntnisse für die Selektion geeigneter RPA-Szenarien gewinnen. Eine konkrete Implementierung durch die Autoren ist zum gegenwärtigen Stand noch nicht erfolgt, weshalb sich keine Kennzahlen-basierten Aussagen zu Prozessoptimierung treffen lassen. Die nachfolgenden Aussagen beschreiben deshalb eine Generalisierung der aus dem Use Case gewonnenen Einsichten für die Anwendung in der Unternehmenspraxis.

RPA erscheint einfache Antworten auf komplexe

Sachverhalte zu geben, weshalb einzelne Fachbereiche des Öfteren als Treiber zugehöriger Initiativen fungieren. Aufgrund begrenzter Ressourcen gilt es jedoch insbesondere auch für KMUs, Priorisierungen vorzunehmen, welche Maßnahmen die Unternehmens-effizienz in geeigneter Form steigern und sich als effektiv für die strategische Ausrichtung erweisen. Nachfolgend wird ein generischer Kriterienkatalog vorgestellt, der eine systematische Evaluation und Auswahl von RPA-fähigen Prozessen unterstützen soll. Er besteht im Einzelnen aus den nachfolgenden Merkmalen:

- **Technologie / IT-Infrastruktur:** Dieses Kriterium betrachtet die bestehende IT-Infrastruktur im Sinne des Enterprise Architecture Managements (EAM)-Gedankenguts, um eine unsystematische Entwicklung der Anwendungslandschaft und damit technische Schulden zu vermeiden. Die aus-

schließliche Betrachtung von Einfachheit, Dauer und Aufwand für die Implementierung greift i.d.R. zu kurz. Vielmehr erweist sich das Definieren übergreifender IT-Architekturziele als hilfreich, welche den Ausbau der Anwendungslandschaft im Sinne der Unternehmensstrategie gewährleistet. Dabei spielt auch die Unterschiedlichkeit von Standard-, kognitiver RPA und IRPA eine Rolle.

- Mitarbeiter / Humanressourcen: Hierbei sind zum einen die Fähigkeiten und das Wissen der betroffenen Mitarbeiter zu berücksichtigen. Diese betreffen sowohl die fachlichen als auch die IT-Aspekte und sind entsprechend aufzubauen bzw. zu verändern. In diesem Kontext bieten sog. „Citizen“-Ansätze (wie z.B. „Citizen Data Scientists“) eine Orientierungshilfe. Zum anderen erweist sich auch die Motivation im Sinne von RPA-Akzeptanz und Kooperationsbereitschaft mit anderen Beteiligten als besonders bedeutsam. Mögliche Ängste vor einem Arbeitsplatzverlust und dem entgegenwirkende, erforderliche Change-Management-Maßnahmen sind hierfür mit einzubeziehen.
- Geschäftsprozess: Der RPA-Einsatz erfordert durch seine Regelbasiertheit einen hohen Standardisierungsgrad mit wenig Varianten. Darüber hinaus ist die Prozessrelevanz im Sinne eines Kern- oder Unterstützungsprozesses für die Auswahl von Bedeutung. Im Sinne einer Zukunftsorientierung ist zu bewerten, ob die Stabilität erhalten bleibt oder in welchem Ausmaß bzw. in welcher Frequenz Änderungsanforderungen zu erwarten und umzusetzen sind.
- Koordination / Steuerung: Aus Governance-, Risk- und Compliance (GRC)-Gesichtspunkten heraus stellt sich die Frage nach der Ausgestaltung der Rollen sowie deren Kompetenzen / Rechte und Verantwortung. Im Sinne einer „VUCA-World“, die für „Volatility“, „Uncertainty“, „Complexity“ und „Ambiguity“ steht, sind die Möglichkeiten und Grenzen einer Automatisierung zu bestimmen. Die Differenzierung zwischen Attended Robots und Unattended Robots ist in diesem Kontext zu beachten.

Evaluierungen sind durch ein Scoring-Modell bzw. eine Nutzwertanalyse durchzuführen. Die Kosten für die zu lizenzierenden Roboter lassen sich z.B. durch den Total Cost of Ownership (TCO)-Ansatz in Form von Anschaffungskosten und Kosten für die laufende Nutzung leicht ableiten. Nutzeneffekte können ggf. schwerer zu ermitteln sein. In diesem Kontext sind aber auch KO- bzw. Mindestanforderungen zu definieren. I.S.v. nicht-monetären Bewertungsansätzen kann eine angestrebte digitale Transformation beispielsweise einen höheren Integrationsgrad erfordern, als er durch RPA erreichbar ist. Angesichts eines Portfolios an möglichen Optimierungsprojekten erweist sich das Aufsetzen eines systematischen Evaluationsprozesses (entgegen einem „Management by Decibel“) als notwendig.

FAZIT

RPA basiert auf dem Grundgedanken, dass durch die Generierung zugehöriger Bots keine Änderungen an der bestehenden IT-Infrastruktur vorgenommen werden müssen. Eine leicht zu bewerkstellende Automatisierung sowie schnelle und kostengünstige Implementierung sollen fehlende Schnittstellen im Sinne eines „Workarounds“ überbrücken. Durch den Einsatz von RPA ist eine Effizienzsteigerung im Prozessablauf möglich. Der RPA-Einsatz eignet sich insbesondere für Geschäftsprozesse mit (häufig) wiederkehrenden Anwendungsfällen, die sich durch transparente bzw. gut ableitbare (Entscheidungs-)Regeln und strukturierte Datenbestände auszeichnen. Differenziert man zwischen operativen und strategischen Geschäftsprozessen, erweist sich die erstgenannte Kategorie als adäquat. Dies wird u.a. durch die erhöhte Verfügbarkeit des Roboters (24/7) sowie der Zeitersparnis für das Anwendungsunternehmen gewährleistet. Der Roboter lässt sich flexibel auf die Oberfläche der jeweiligen Applikation anpassen und reduziert die manuellen Eingaben, was grundsätzlich eine geringere Fehlerquote ermöglicht. Diese Abhängigkeit bedingt allerdings, dass man Anpassungen der Benutzungsoberfläche für den RPA-Bot stets berücksichtigt, da anderenfalls dessen Funktionalität beeinträchtigt wird.

Die Entscheidungsfindung des Roboters basiert beim klassischen RPA auf einem vorab definierten regelbasierten Grundgerüst. Dies schafft Transparenz, da sich die getroffenen Entscheidungen schrittweise zurückverfolgen lassen. IRPA eignet sich demgegenüber für komplexere Aufgabenstellungen durch den Einsatz von Machine Learning (ML)-Algorithmen. Allerdings benötigen diese eine hinreichende Anzahl von Fallbeispielen und sind in der Praxis (noch) wenig verbreitet. Ferner beruhen ML-Lösungen i.d.R. auf „Black Box“-Modellen und sind daher intransparent, während die Forschungsarbeiten zu „Explainable Artificial Intelligence“ (XAI) sich (noch) in einem frühen Stadium befinden (Morelli et al. 2020). Die Umsetzung von Standard-RPA-Projekten ist in einem vergleichsweise kurzen Zeitrahmen möglich und die Technologie lässt sich in Abhängigkeit von den Erfordernissen gut skalieren. Sie erscheint deshalb als probates Mittel für KMUs.

Sicherheitsaspekte, der Wartungsaufwand für RPA-Scripts, Compliance-Richtlinien und die Notwendigkeit eines Gesamtüberblicks dürfen in diesem Kontext jedoch nicht vernachlässigt werden. Grundlage hierfür bildet eine transparente und gut nachvollziehbare Dokumentation. Unter Zuhilfenahme von BPMN lässt sich ein standardisierter Prozessdurchlauf sicherstellen. Durch den optimierten Prozessablauf wird eine Steigerung der Verarbeitungszeit erreicht, was sich in einer erhöhten Kundenzufriedenheit widerspiegeln kann. Ebenfalls vermag man dadurch ggf. die Abhängigkeit von Drittanbietern zu reduzieren. Darüber hinaus ist zu beachten, dass ein RPA-Bot als Teil eines

internen Unternehmensprozesses zur Sicherstellung des optimalen Ablaufes fortlaufend einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess durchlaufen sollte.

Im Hinblick auf den RPA-Markt besteht kein klares Bild, ob es sich um einen Hype oder einen langfristigen Trend handelt (Smeets et al. 2019). Auch das Spektrum der RPA-Softwareanbieter erweist sich als heterogen: Die Bandbreite der in den letzten Jahren gestiegenen Anzahl reicht von Unternehmen, die sich ausschließlich auf die RPA-Technologie konzentrieren bis hin zu solchen, die ihre vorhandenen Softwarelösungen lediglich um RPA ergänzen. Im Sinne einer zukunftsgerichteten Hyperautomatisierung erscheint es wenig sinnvoll, sich an einen RPA-Anbieter zu binden. (Camunda 2020a) Die Quote der gescheiterten RPA-Projekte wird ferner auf 30-50 % geschätzt (Smeets et al. 2019).

Gerade für KMUs ist deshalb die kritische Auseinandersetzung vor einer Erstimplementierung mit der Thematik wichtig, gerade im Hinblick auf potenzielle Folgeprojekte. Diese beinhaltet insbesondere die Auswahl der zu automatisierenden Geschäftsprozesse. Ineffiziente Ist-Abläufe werden durch RPA nicht zwangsweise optimiert. Möglicherweise erweist sich ein Wechsel innerhalb der IT-Anwendungssystemlandschaft effektiver und effizienter als der Einsatz der RPA-Technologie. Ferner ist sowohl an die Gewährleistung des dauerhaften RPA-Betriebs als auch an systematische, kontinuierliche Verbesserungen zu denken.

Der Auswahl eines Tools sollte eine Auseinandersetzung mit den für das Unternehmen zu definierenden Regeln vorangehen. Da die Toolhersteller für die zugehörige Implementierung unterschiedliche, proprietäre Sprachen verwenden, erweist sich die Orientierung am DMN-Standard zur Modellierung von Geschäftsregeln als vorteilhaft. Diese kann man mit BPMN 2.0 Modellen verknüpfen und grundsätzlich sogar in maschinell ausführbare Programme transformieren. Generell lässt sich die DMN-Struktur aber auch als „Metastruktur“ für die Diskussion zwischen Unternehmensleitung und den betroffenen Fachbereichen verwenden und für eine Dokumentation und Kontrolle des Regelwerks sorgen. Der vorliegende Beitrag untersucht die RPA-Eignung anhand eines abstrahierten, aber dennoch detaillierten operativen Use Cases. Ziel ist es, hieraus allgemeine Gestaltungsempfehlungen für den Einsatz aus der Perspektive einer ganzheitlichen Geschäftsprozessoptimierung abzuleiten. Der beschriebene Use Case mit seiner Schnittstelle zwischen der Kundenauftragsabwicklung und deren steuerlichen Behandlung aus Sicht des Finanzbereichs erscheint als exemplarisches Beispiel geeignet: Durch die existierenden ERP-Lösungen wird bereits ein standardisierter Ablauf beschrieben. Entsprechend stellt sich die Frage, ob sich diese „Lücke“ durch RPA als Brückentechnologie sinnvoll schließen lässt. Dabei spielt u.a. die Anzahl an relevanten Varianten in den Geschäftsabläufen eine wichtige Rolle.

Ausnahmen vom „Happy Path“ haben gerade bei KMUs oftmals manuelle Eingriffe zur Folge. Hierfür sind adäquate Entscheidungspunkte zu definieren. Ferner ist das Zusammenspiel zwischen den beteiligten Personen und der RPA-Technologie im Sinne von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung auch unter Risikoaspekten hin zu berücksichtigen. Unternehmen tendieren oft dazu, operative Prozesse nicht durch organisatorische Anpassung, sondern durch Automatisierung zu optimieren. Prozessautomatisierung birgt jedoch das Risiko, dass deren Überprüfung vernachlässigt wird und Wissen bzw. erworbene Fähigkeiten (Capabilities) verloren gehen. Die Perspektive eines holistischen Geschäftsprozessmanagement-Verständnisses ermöglicht demgegenüber eine ausgewogene Lösung zwischen Automatisierung, Änderungen innerhalb der IT-Infrastruktur, Skill-Bildung bei den Mitarbeitern und organisatorischen Restrukturierungen. Dieses Mindset erweist sich in der Lage, transparente Soll-Prozesse zu definieren, Änderungsanforderungen zu antizipieren und daraus Anforderungen für die IT-technische Implementierung abzuleiten. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht macht es Sinn, dass Process Owner die fachliche Verantwortung für RPA-Entwicklungen übernehmen, um eine sinnvolle Kosten-Nutzen-Relation zu gewährleisten. Dies bildet das Fundament für eine sinnvolle Integration der RPA-Technologie in die Orchestrierung und Hyperautomatisierung eines End-to-End-Geschäftsprozesses.

LITERATUR

- Allweyer, T. 2016. "Robotic Process Automation – Neue Perspektiven für die Prozessautomatisierung". <https://www.kurze-prozesse.de/blog/wp-content/uploads/2016/11/Neue-Perspektiven-durch-Robotic-Process-Automation.pdf>, abgerufen am 22.10.2020.
- Anagnoste, S. 2018. "Automation Process – The operating system for the digital enterprise". https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjJ2q714IzuAhXZIMUKHXwyCioQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fcontent.sciendo.com%2Fdownloadpdf%2Fjournals%2Fpicbe%2F12%2F1%2Farticle-p54.pdf&usq=AOvVaw2r9sLQaT_UvIRyCUF02biy, abgerufen am 22.10.2020.
- Barton, T.; Müller, C. und Seel, C. (Hrsg.) 2018. „Digitalisierung in Unternehmen: Von den theoretischen Ansätzen zur praktischen Umsetzung“. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Beyer, D. 2015. "Selbstanzeige ab 1.1.2015 – Fallstricke in der Praxis: Handlungspositionen und Lösungshinweise zu ausgewählten Problemfeldern". In *NWB*, Nr 11/2015, 769, 774 f.
- Behringer, S. 2017. "IKS als Tax Compliance Management System gemäß IDW PS 980: Ausgestaltung und Prüfung nach dem IDW-Praxishinweis 1/2016". In *BKK*, Nr 18/2017, 875, 885.
- BFH. 2013. Urteil des Bundesfinanzhof vom 22. August 2013, V R 37/10. In *BStBl* 2014 II, 128, Tz. 73.

- BGH. 2017. Entscheidung des Bundesgerichtshof vom 09. Mai 2017, 1StR 265/16 Tz. 118.
- BMF. 2009. „Merkblatt zur Umsatzbesteuerung in der Bauwirtschaft (USt M 2)“. In *Schreiben des Bundesministeriums für Finanzen* vom 12. Oktober 2009 – IV B 8 – S 7270/07/10001. In *BStBl* 2009 I, 1292.
- BMF. 2016. Schreiben des Bundesministeriums für Finanzen vom 23. Mai 2016, IV A 3 – S 0324/15/10001 IV A 4 – S 0324/10001. In *BStBl* 2016 I, 490.
- Botar, A.; Pletschacher, A. und C. Stummeyer. 2018. „Die Roboter sind da“. In *Controller Magazin*, May 2018, 75.
- Camunda. 2020a. „Beyond RPA: How to Build Toward End-to-End Process Automation“. <https://page.camunda.com/wp-beyond-rpa>, abgerufen am 22.10.2020.
- Camunda. 2020b. „The State of Process Automation“. <https://camunda.com/wp-content/uploads/2020/10/Camunda-State-Of-Process-Automation.pdf>, abgerufen am 22.10.2020.
- Deutsche Bundesregierung. 2020. „Gesetzentwurf: Gesetz zur Stärkung der Integrität in der Wirtschaft“ vom 21. Oktober 2020, Bundestag Drucksache 19/23568, <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/235/1923568.pdf>, abgerufen am 17.01.2021.
- Ebbinghaus, M. und P. Neu. 2016. „Aufbau von Tax Compliance Management Systemen: Warum sich die Mühe lohnt – auch für den Mittelstand!“. In *StuB*, Nr 22/2016, 862, 865.
- Flechsig, C.; Lasch, R. und J. Lohner. 2019. „Realizing the Full Potential of Robotic Process Automation Through a Combination with BPM“. https://www.researchgate.net/profile/Christian_Flechsig/publication/335671677_Realizing_the_Full_Potential_of_Robotic_Process_Automation_Through_a_Combination_with_BPM/links/5f7336c6ba6fdcc0086450bcc/Realizing-the-Full-Potential-of-Robotic-Process-Automation-Through-a-Combination-with-BPM.pdf, abgerufen am 22.10.2020.
- Freund, J. und B. Rücker. 2019. „Praxishandbuch BPMN. Mit Einführung in DMN“. 6. Auflage, Carl Hanser Verlag, München.
- Gadatsch, A. 2020. „Grundkurs Geschäftsprozessmanagement, 9. Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden.
- Gartner. 2019. „Smarter with Gartner. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2020“. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>.
- Gehring, H. 1998. „Betriebliche Anwendungssysteme“. Kurseinheit 2, Prozessorientierte Gestaltung von Informationssystemen, Fern-Universität Hagen, Hagen.
- Grune, J. und R. Elvers. 2008. „Umsatzsteuer – Grundlagen der Praxis“. Springer Gabler, Wiesbaden.
- Heuel, I. und D. Beyer. 2016. „Steuerhinterziehung: Großes Ausmaß stets ab 50.001 €: Praxisbedeutung des BGH-Urteils vom 27.10.2015 – 1 StR 373/15“. In *NWB*, Nr 09/2016, 616, 618 f.
- Hermann, K.; Stoi, R. und B. Wolf. 2018. „Robotic Process Automation im Finance & Controlling der MANN+HUMMEL Gruppe“. https://expertenservice.dhbw-stuttgart.de/fileadmin/Presse_Wirtschaft/Downloads/5_Industrie_und_International_Business/Weitere_Dokumente/Hermann_Stoi_Wolf_Robotic_Process_Automation_bei_Mann_Hummel_Controlling_3_2018.pdf, abgerufen am 22.10.2020.
- IDG. 2019. „Studie Process Mining & RPA 2019“, München.
- IRPAAI (o. Jahr). „Definition and Benefits“. <http://irpaai.com/definition-and-benefits/>, abgerufen am 26.07.2020.
- Kamchen, S. 2017. „Nachholbedarf kleiner und mittlerer Unternehmen in Sachen Compliance: Schritte zur Umsetzung eines maßgeschneiderten Tax Compliance Management Systems“. In *NWB*, Nr 51/2017, 3954, 3959.
- Karla, J.; Kleinschmidt, T. und A. Wolf. 2019. „Der Einfluss von Künstlicher Intelligenz, Robotic Process Automation und Spracherkennung im Callcenter 4.0 auf die Entwicklung bisheriger Geschäftsmodelle“. In *Digitale Geschäftsmodelle – Band 2 2019*, Meinhardt, S. und A. Pflaum (Eds.). Springer Vieweg, Wiesbaden, 27-40.
- Koch, C. und S. Fedtke. 2020. „Robotic Process Automation: Ein Leitfaden für Führungskräfte zur erfolgreichen Einführung und Betrieb von Software-Robots im Unternehmen“. Springer Vieweg, Berlin.
- Konken, L. 2019. „Tax Compliance bei kleinen und mittelständischen Unternehmen: Hinweise der Bundessteuerberaterkammer“. In *BBK*, Nr 4/2019, 182-184.
- Kroll, C.; Bujak, A. und V. Darius. 2016. „Robotic process automation - robots conquer business processes in back offices“. Capgemini Consult. Hg. v. Capgemini. <https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/robotic-process-automation-study.pdf>, abgerufen am 15.01.2020.
- Kroll, J. A.; Huey, J.; Barocas, S.; Felten, E. W.; Reidenberg, J. R.; Robinson, D. G. und H. Yu. 2020. „Accountable Algorithms“. https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9570&context=penn_law_review abgerufen am 22.10.2020.
- Lacity, M. C.; Khan, S. A. und A. Yan. 2017. „Review of the empirical business services sourcing literature: an update and future directions“. In *Journal of Information Technology*, 31. Jg., 269-328.
- Langer, R. 2020. „Grenzüberschreitende Lieferungen mit Installation: Deutschland und Frankreich beurteilen den gleichen Umsatz teilweise unterschiedlich“. In *IWB*, Nr. 14/2020, 587, 591 f.
- Langmann, C. und D. Turi. 2020. „Robotic Process Automation (RPA) – Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen: Voraussetzungen, Funktionsweise und Implementierung am Beispiel des Controllings und Rechnungswesens“. Springer Gabler, Wiesbaden.
- McKinsey&Company. 2016. „The next acronym you need to know about: RPA (robotic process automation)“. <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20next%20acronym%20you%20need%20to%20know%20about%20RPA/The-next-acronym-you-need-to-know-about-RPA-robotic-process-automation.pdf?shouldIndex=false>, abgerufen am 22.10.2020.
- Morelli, F.; Geschwill, S.; Zerr, S. und C. Lossos. 2020. „Rationalität maschineller Entscheidungen im Unternehmen durch die Einbindung von „Explainable Artificial Intelligence“ (XAI). In Nees, F.; Stengel, I.;

- Meister, V.; Barton, T.; Herrmann, F; Müller, C; und M. Wolf.: *AKWI - Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik 2020* (Eds.), 33. AKWI-Jahrestagung am 14.09.2020 ausgerichtet von der HS Karlsruhe, 8-17.
- Philipp, C. und H. H. Rüth. 2008. "Umsatzsteuer: Grenzüberschreitende Leistungen in der Praxis". Springer Gabler, Wiesbaden.
- Tornbohm, C. und R. Dunie (Gartner Inc.). 2017. "Market Guide for Robotic Process Automation Software". [https://images.abbyy.com/India/market_guide_for_robotic_pro_319864%20\(002\).pdf](https://images.abbyy.com/India/market_guide_for_robotic_pro_319864%20(002).pdf), abgerufen am 22.10.2020.
- Smeets, M.; Erhard, R. und T. Kaußler. 2020. "Robotic Process Automation (RPA) in der Finanzwirtschaft: Technologie – Implementierung – Erfolgsfaktoren für Entscheider und Anwender". Springer Gabler, Wiesbaden.
- Van der Aalst, W.M.P.; Bichler, M. und A. Heinzl. 2018. "Robotic Process Automation" In *Business & Information Systems Engineering*, 60. Jg., 269-272.
- Wied, M. 2019. "Neufassung der GoBD im Überblick: Anpassungen an Gesetzesänderungen und den technologischen Fortschritt". In *BBK*, Nr 24/2019, 1180-1186.
- Wolan, M. 2020. "Next Generation Digital Transformation: 50 Prinzipien für erfolgreichen Unternehmenswandel im Zeitalter der Künstlichen Intelligenz". Springer Gabler, Wiesbaden.
- Zimmermann P.; Fach, P. und A-K. Schiller. 2017. "Die Roboter kommen". Whitepaper, 5.

ERMITTLUNG VON KUNDENANFORDERUNGEN AN EINE APP-BASIERTE PAKETZUSTELLUNG IM URBANEN RAUM MITTELS CONJOINT-ANALYSE

Daniel Quiter
Studiengang
Wirtschaftsingenieurwesen
Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin
Treskowallee 8
10318 Berlin
E-Mail: daniel.quiter@gmail.com

Stephan Seeck
Studiengang
Wirtschaftsingenieurwesen
Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin
Treskowallee 8
10318 Berlin
E-Mail: stephan.seeck@htw-berlin.de

Maximilian Engelhardt
Studiengang
Wirtschaftsingenieurwesen
Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin
Treskowallee 8
10318 Berlin
E-Mail: maximilian.engelhardt@htw-berlin.de

Birte Malzahn
Studiengang
Wirtschaftsinformatik
Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin
Treskowallee 8
10318 Berlin
E-Mail: birte.malzahn@htw-berlin.de

ABSTRACT

Vom größeren Paketvolumen aufgrund des Online-Handel-Booms sollten Paketdienstleister profitieren, doch deren Lieferkonzepte befinden sich an der Grenze zur Überlastung. Die Folge sind zunehmende Verbraucherbeschwerden, insbesondere, da der Lieferservice auf der letzten Meile im urbanen Raum die Kundenanforderungen immer weniger erfüllt. Im Rahmen dieser Arbeit werden mittels Conjoint Analyse die Präferenzen von Kund*innen hinsichtlich der Paketzustellung identifiziert. Im Ergebnis sind die wichtigsten Merkmale der Preis sowie der Zustellort, aber auch eine umweltfreundliche Zustellung sowie faire Arbeitsbedingungen der Zusteller sind von Bedeutung. Um künftig am Markt bestehen zu können, müssen Kurier-, Express- und Paketdienstleister ihre Lieferkonzepte an diese Kundenanforderungen anpassen. Hierfür wurden Zielkunden-Gruppen mittels Clusteranalyse identifiziert, zugehörige Zustellprodukte entwickelt und Anforderungen an eine App zur Kundenkommunikation bei der Paketzustellung abgeleitet.

SCHLÜSSELWÖRTER

E-Commerce, Paketzustellung, Letzte Meile, Digitalisierung, Kundensegmentierung, Nachhaltigkeit, Smart Cities, Conjoint-Analyse

EINLEITUNG

Der seit Jahren anhaltende Boom des Online-Handels erfährt in Zeiten der Pandemie-Bewältigung seinen bisherigen Höhepunkt. Amazon und weitere Online-Händler erreichen immer neue Rekorde (vgl. Reuters 2020), ein Ende des Wachstums des Sendungsvolumens ist auch nach der Corona-Krise nicht absehbar (vgl. Bundesverband Paket und Expresslogistik e.V. 2020: 14). Doch das hohe Paketvolumen überlastet die Paketdienstleister zunehmend und der Service bei der Zustellung auf der letzten Meile bleibt hinter den Erwartungen der Kund*innen zurück (vgl. Bundesverband Onlinehandel e.V. 2020). So steigt auch die Anzahl der bei der Bundesnetzagentur eingegangenen Beschwerden von Kund*innen überproportional an (vgl. Pecanic und

Lippegaus 2020). Um den Herausforderungen der Paketbranche, u.a. überlastete Paketzentren und fehlende Zusteller, zu begegnen und den Kundenservice zu steigern, testen Paketdienstleister alternative Zustellkonzepte wie den Einsatz autonomer Drohnen oder die Belieferung in den Kofferraum geparkter Autos. Doch Kund*innen stehen neuartigen Zustellkonzepten eher skeptisch gegenüber, wodurch Innovationen auf der letzten Meile gehemmt und die Zustellsituation nicht verbessert wird (vgl. Prümm et al. 2017: 16).

Um einen tragfähigen und akzeptierten Zustellservice zu entwickeln, ist die Einbindung der Paketempfänger*innen in die Konzeptionierung unabdingbar. Daher sollen in der vorliegenden Arbeit im Rahmen einer Conjoint-Analyse zunächst relevante Service-Merkmale der Paketzustellung durch Proband*innen bewertet sowie Erkenntnisse zur Zahlungsbereitschaft gewonnen werden. Im Anschluss sollen auf Basis einer Cluster-Analyse Kundensegmente identifiziert und Services für diese Segmente skizziert werden.

Die Digitalisierung spielt für die Optimierung der Lieferprozesse sowie der Servicequalität eine wichtige Rolle

(vgl. Wegner 2019). Abschließend sollen deshalb auf Basis der Erkenntnisse aus der Conjoint- und Clusteranalyse Anforderungen an eine zu entwickelnde App abgeleitet werden, mit der in Zukunft die Kommunikation mit Kund*innen zur Steuerung der Zustellung auf der letzten Meile erfolgen kann.

Die vorliegende Arbeit hebt sich durch den Methodeneinsatz der Conjoint-Analyse vom Großteil bisher durchgeführter empirischer Studien ab, die zur Paketzustellung im Bereich der Kund*innenpräferenzforschung durchgeführt wurden. Derzeit sind uns im deutschen und englischsprachigen Raum Arbeiten zu einzelnen Themenfeldern der vorliegenden Arbeit bekannt, wie z. B. zu Kundenpräferenzen in der Paketzustellung (vgl. u.a. Nguyen et al. 2019; Seeck und Göhr 2018), zur Zahlungsbereitschaft (vgl. u. a. Engelhardt et al. 2021; Joerss et al. 2016) und zur Paketzustellungs-Software (vgl. u. a. Pufahl et al. 2020), jedoch keine Arbeiten, die alle der genannten Facetten berücksichtigen, damit empirische Befragungsergebnisse in Software-Anforderungen übersetzen und somit einen hohen praxisrelevanten Beitrag für die Umsetzung und Erfüllung der identifizierten Kund*innenanforderungen leisten.

GRUNDLAGEN

E-Commerce Paketzustellung – die „letzte Meile“

Paketsendungen werden über mehrstufige Transportnetzwerke abgewickelt, die in Vor-, Haupt- und Nachlauf gegliedert sind. Im Vorlauf werden Sendungen bei Versender*innen abgeholt oder durch diese in Paketfilialen abgegeben und anschließend in regionalen Depots gesammelt. Von dort werden die Sendungen einem versender-nahen Verteilzentrum zugeführt, in den Hauptlauf übergeben und gebündelt nach Empfängerregion per Fernverkehr zu den jeweiligen empfangernahen Verteilzentren transportiert. Im Nachlauf, welcher auch *letzte Meile* genannt wird, werden die Sendungen den Empfänger*innen zugestellt (vgl. Thaller et al. 2017: 448).

Die Zustellung auf der letzten Meile kann als direkte Belieferung an die Lieferadresse, als indirekte Belieferung (z. B. Paketbox) oder über Pick-up-Modelle erfolgen (vgl. Abbildung 1).

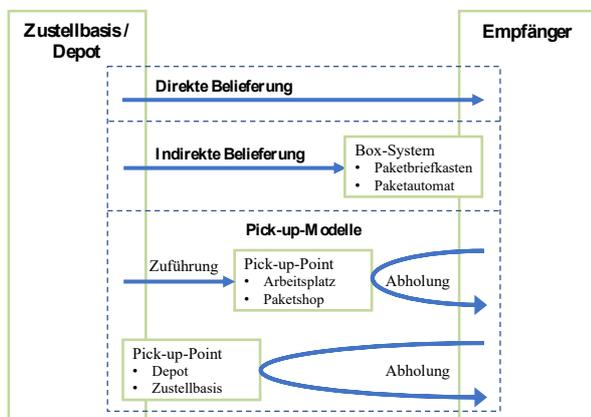


Abbildung 1: Zustellkonzepten auf der letzten Meile
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (Tripp, 2019: 263)

Die Belieferung auf der letzten Meile weist einen Kostenanteil von bis zu 77 Prozent der Transportkosten der Paketzustellung auf (vgl. Brabänder 2020: 24), weswegen die Effizienz – neben der Kundenzufriedenheit und Umweltfreundlichkeit – bei der ganzheitlichen Gestaltung neuer Services unbedingt zu berücksichtigen ist.

Stand der Forschung

Die Anforderungen an Paketdienstleistungen seitens der Empfänger*innen wurden in zahlreichen Untersuchungen analysiert. Studien zeigen, dass Kund*innen den Preis als das entscheidende Kriterium beim Paketempfang sehen (vgl. Hofmann et al. 2020; Nguyen et al. 2019; Prümm et al. 2017; Joerss et al. 2016) und der beliebteste Zustellort für Privatempfänger*innen die Haustür ist (vgl. IFH Köln GmbH und Hermes Germany GmbH 2019; GS1 Germany GmbH 2019; Seeck und Göhr 2018; ECC Köln 2017; DHL Paket GmbH 2016). So ist auch der häufigste Grund für unzufriedene Kund*innen, dass nach Hause bestellte Pakete ungefragt bei Nachbar*innen oder im Paketshop abgegeben werden (vgl. Hofmann et al. 2020; IFH Köln GmbH und Hermes Germany GmbH 2019; Seeck und Göhr 2018). Gegenüber alternativen Zustellorten wie z. B. Paketautomaten sind vor allem jüngere Empfänger*innen positiv eingestellt (vgl. Spectos GmbH 2020), wobei die generelle Akzeptanz neuer Belieferungsformen wie durch Drohnen oder eine Koffer-raumzustellung auch bei Jüngeren nicht gegeben ist (vgl. Prümm et al. 2017; ECC Köln 2017). Die Kund*innen wünschen darüber hinaus einen transparenten Lieferprozess mit der Möglichkeit, Tag und Uhrzeit der Lieferung selbst zu bestimmen (IFH Köln GmbH und Hermes Germany GmbH 2019; PwC 2018; Prümm et al. 2018; DHL Paket GmbH 2016). Zudem erfreuen sich Same Day- und Next Day-Belieferungen immer größerer Beliebtheit (Nguyen et al. 2019; Jacobs et al. 2019; IFH Köln GmbH und Hermes Germany GmbH 2019).

Bisherige Studien (vgl. u.a. Hofmann et al. 2020; Eyefor-Transport Ltd und Reuters Events 2019; Prümm et al. 2017) haben sich zwar mit der Bedeutung einzelner Dienstleistungsmerkmale beschäftigt, die aus Kund*in-nensicht relevanten Ausprägungen wie die Länge von Lieferzeitfenstern, potenzielle zusätzliche Dienstleistungen sowie deren software-technische Unterstützung wurden dabei jedoch nur unzureichend betrachtet. Auch werden die unterschiedlichen Kundenanforderungen in bestehenden Applikationen von Paketdienstleistern nur unzureichend umgesetzt. Die Buchungsmöglichkeit von zusätzlichen Dienstleistungen wird in keinem Fall umgesetzt, auch besteht nicht die Möglichkeit der Bündelung von Paketen und der konsolidierten Zustellung. Zwar besteht bei den Applikationen u.a. von DHL und DPD die Möglichkeit, den Liefertag zu bestimmen, die Wahl eines Wunschzeitfensters mit unterschiedlichen Zeitspannen wird jedoch nicht angeboten. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Funktionen, die bereits heute von Paket-Dienst-Apps abgedeckt werden (vgl. DHL Paket GmbH 2021; DPD Deutschland GmbH 2021; General Logistics Systems Germany GmbH & Co. OHG 2021; Hermes

Germany GmbH 2021; United Parcel Service of America, Inc. 2021).

Tabelle 1: App-Funktionsumfänge Paketdienstleister
Quelle: Eigene Darstellung

Funktion	DHL	Hermes	DPD	GLS	UPS	Amazon
Frankierung	x	x	x	x	x	
Auswahl Liefertag	x	x	x			x
Auswahl Zustellort	x	x	x	x	x	x
Sendungsverfolgung	x	x	x	x	x	x
Informationen Filialen	x	x	x	x	x	
Kontakt Kundenservice	x	x	x			x
Beauftragung Paketabholung			x			
Auswahl Wunschzeitfenster						x
Paketkonsolidierung						
Kontakt Zusteller						
Buchung Zusatzleistungen						

Forschungsfragen

Ziel der empirischen Erhebung ist es, relevante Service-Merkmale der Paketzustellung auf der letzten Meile im urbanen Raum zu ermitteln und Kundensegmente zu identifizieren. Für das Angebot der identifizierten Service-Merkmale sollen im Anschluss Anforderungen an eine zu entwickelnde Kunden-App abgeleitet werden. Im Fokus stehen die folgenden Forschungsfragen:

F1: Welchen *Nutzen* haben einzelne Service-Merkmale und deren Ausprägungen von Paketdienstleistungen auf der letzten Meile (z. B. die Möglichkeit der Zeitfensterbelieferung)?

F2: Wie groß ist die *Zahlungsbereitschaft* der Endkund*innen für Paketdienstleistungen auf der letzten Meile?

F3: Wie unterscheiden sich die Anforderungen verschiedener *Kund*innensegmente* und mit welchen Services können diese erfüllt werden?

F4: Welche *Anforderungen* können an eine App zur Steuerung der Paketzustellung auf der letzten Meile abgeleitet werden?

DATENERHEBUNG

Methodik: Conjoint-Analyse und Clusteranalyse

Das Verfahren der Conjoint-Analyse ist im Bereich der Marktforschung ein etabliertes Instrument, um Kundenwünsche und -präferenzen aufzunehmen (vgl. Rao 2014: 1). Dabei werden den Proband*innen in einer Befragung verschiedene Produktkonfigurationen parallel zur Bewertung vorgelegt und in der daran anschließenden Analyse mit statistischen Verfahren die Nutzenwerte einzelner Produkteigenschaften geschätzt. Der Vorteil der Conjoint Analyse ist die ganzheitliche Betrachtung der Produkte durch die Proband*innen, sodass eine realistische Kaufsituation simuliert werden kann und gleichzeitig Ergebnisse zu einzelnen Produktausprägungen vorliegen (vgl. Baier und Bruschi 2009: 4). Auf Grundlage der aufgenommenen Nutzenwerte lassen sich weitere Analysen

durchführen, welche Rückschlüsse auf Kundensegmente, Zahlungsbereitschaften oder Marktanteile zulassen.

Das Vorgehen bei der Erstellung sowie der Auswertung einer Conjoint Analyse ist in den grundlegenden Schritten unabhängig davon, welches Verfahren in der Befragung Anwendung findet (vgl. Kaltenborn et al. 2013: 27). Es besteht aus vier Schritten: In der Vorbereitungsphase wird das Ziel der Studie sowie die zu analysierenden Merkmale und deren Ausprägungen festgelegt und ein geeignetes Verfahren der Conjoint Analyse ausgewählt. Die anschließende Durchführung kann neben Paper-Pencil-Befragungen auch computergestützt mit einem adaptiven Verfahrensansatz umgesetzt werden, bei dem die Antworten der Befragten für den weiteren Verlauf des Interviews berücksichtigt werden. Zur Auswertung der erhobenen Daten muss ein für den Anwendungsfall geeignetes Nutzenmodell gewählt werden, welches den Zusammenhang zwischen den einzelnen Ausprägungen und dem bewirkten Nutzen beschreibt (vgl. Backhaus et al. 2015: 187). Anschließend erfolgt die Schätzung der Teilnutzenwerte, wobei unterschiedliche Verfahren wie die Ordinary Least Squares (OLS)-Methode oder das heute bevorzugte Hierarchical-Bayes-Verfahren eingesetzt werden können (vgl. Kaltenborn et al. 2013: 41). Anhand zuvor normierter Teilnutzenwerte einzelner Ausprägungen bzw. Gesamtnutzenwerte einzelner Stimuli lässt sich nun ablesen, welche Eigenschaften und Ausprägungen für die Proband*innen von welchem Nutzen sind.

Um das Produkt zielgerichtet an die Bedürfnisse potenzieller Kunden anzupassen oder durch gezielte Marketing-Maßnahmen diese besser zu erreichen, eignet sich die Segmentierung der Probanden. Dabei gibt es drei unterschiedliche Verfahren. Nimmt man die Segmentierung vor der Datenerhebung vor, spricht man von einer a priori-Segmentierung (vgl. Kaltenborn et al. 2013: 78f). Da diese Vorgehensweise jedoch zu einer Heterogenität zwischen den Gruppen führen kann, besteht zudem die Möglichkeit einer a posteriori Segmentierung, die in dieser Arbeit genutzt wird. Dabei werden die individuellen Nutzenwerte der Probanden mittels Hierarchical Bayes Ansatz für eine Clusteranalyse herangezogen (vgl. Kaltenborn et al. 2013: 79). Eine weitere, hier nicht genutzte Möglichkeit der Segmentierung besteht im Latent Class Verfahren (vgl. Backhaus et al. 2015: 218).

Untersuchungsdesign

Für die Durchführung der Studie wird die Conjoint Analyse als geeignetes Verfahren zur Messung der Kundenpräferenzen angewandt, welches sich durch eine hohe Reliabilität sowie Validität auszeichnet.

Seit Beginn der ersten Anwendung der Conjoint Analyse im Jahr 1971 (vgl. Luce und Turkey 1964: 1 – 27 zitiert nach Orme 2019: 30) wurden zahlreiche Abwandlungen der traditionellen Conjoint Analyse entwickelt, die für unterschiedliche Anwendungsfälle geeignet sind. Zur Beantwortung der Forschungsfragen dieser Studie eignet sich das Verfahren der Adaptive Choice Based Conjoint Analyse (ACBC). Es ist sowohl zur Analyse der Zahlungsbereitschaft sowie für eine hohe Anzahl an Stimuli geeignet und bietet darüber hinaus gute Ergebnisse bei

kleinen Stichproben (vgl. Sawtooth Software, Inc. 2021b). Die Befragung wird in Form einer Online-Studie durchgeführt, sodass die Durchführung des computergestützten adaptiven Ansatzes gewährleistet ist. Ein weiterer Vorteil der ACBC liegt in der Möglichkeit, die Proband*innen in der Phase Build-Your-Own (BYO) mit den Merkmalen und Ausprägungen vor der eigentlichen Befragung vertraut zu machen (vgl. Orme 2013: 4). Auf Grundlage einer Literaturrecherche, in welcher aktuelle und zukünftige Zustellkonzepte aus Kundensicht analysiert wurden, wurden sämtliche Merkmale potenzieller Letzte-Meile-Dienstleister in einer Vorstudie (n = 22) priorisiert. Tabelle 2 zeigt die Attribute und Ausprägungen, die in die Conjoint-Analyse aufgenommen werden.

Tabelle 2: Attribute und Ausprägungen
Quelle: Eigene Darstellung

Attribut	Ausprägungen
Zustellort	Haustür, Arbeitsplatz, Paketshop, Paketautomat, Paketbriefkasten am Haus, Kofferraum, sicherer Ablageort
Selbst gewählte Zeitfensterlieferung	möglich, nicht möglich
Zeitfensterlänge	0,5h (+ 3,00€), 1h (+ 2,00€), 2h (+ 1,50€), 4h (+ 0,50€)
Gebündelte Zustellung	möglich, nicht möglich
Arbeitsbedingungen	fair (+0,30€), hart
Zustellart	umweltfreundlich (+0,20€), nicht umweltfreundlich
Verfahren nach Zustellversuch	Abgabe bei Nachbar, Ablage sicherer Ort, Lagerung Paketshop, erneuter Zustellversuch
Zusätzliche Dienstleistung	Mitnahme von Retouren (+ 0,50€), Mitnahme von Leergut (+ 1,00€), Entsorgung von Verpackung (+ 0,50€), Lieferung lokaler Händler (z. B. Apotheke) (+ 1,00€)
Preis	0€ - 4,50€ ±30%

Besonders der Preis spielt für die Kundenzufriedenheit eine zentrale Rolle. Bereits 50 Prozent der Käufe im Internet werden davon abhängig gemacht, ob eine Lieferung sowie der Rückversand kostenlos angeboten wird (vgl. Kolf et al. 2019). Unrealistische Kombinationen, wie z.B. ein Service mit Premium-Ausprägungen (0,5h-Zeitfenster, umweltfreundlichen Transportmitteln) bei sehr günstigem Preis, werden vermieden, indem für jede Ausprägung individuelle Preise festgelegt werden, welche für die Proband*innen als Preisindikationen dienen. Die Berechnungen stützen sich dabei auf vereinfachte Annahmen und erheben nicht den Anspruch an eine umfassende Kostenkalkulation. Die einzelnen Preise der gewünschten Ausprägungen werden summiert und bilden den Gesamtpreis des zusammengestellten Produkts in der Conjoint Analyse. Dabei sind die Preise als zusätzliche

Kosten neben dem Paketpreis für die Erbringung der gewählten Dienstleistungen auf der letzten Meile zu verstehen.

Fragebogen

Für die Erstellung der ACBC wird das Programm Lighthouse Studio von Sawtooth Software genutzt, mit dem sowohl der Fragebogen erstellt, die Erhebung durchgeführt sowie die anschließende Schätzung der Nutzenwerte vorgenommen wird.

Der Aufbau des Fragebogens gliedert sich in drei Teile. Die Einleitung besteht aus einem Einführungstext sowie Einstiegsfragen, welche die Proband*innen an das Thema der Untersuchung heranzuführen. Anschließend beginnt der Hauptteil mit der Conjoint Analyse, welcher sich in die Phasen Build-Your-Own, Screening Task und Choice Tournament gliedert. Proband*innen können in der ersten Phase *Build-Your-Own* ihr Wunschprodukt aus allen möglichen Merkmalen und Ausprägungen eigenständig konfigurieren. Die Merkmalsausprägungen der Wunschkonfiguration werden in der darauffolgenden *Screening Task* Phase dazu verwendet, verwandte Stimuli zur Bewertung anzuzeigen. Dazu werden bis zu vier Stimuli gleichzeitig angezeigt und der Proband gibt an, ob einzelne Stimuli für ihn von Relevanz sind. Dadurch können Ausprägungen erkannt werden, die für die Proband*innen in jedem Fall (Must Haves) oder auf keinen Fall (Unacceptables) erforderlich sind. Die Phase *Choice Tournament* beinhaltet nur Choice Sets mit Stimuli, die in den vorangegangenen Phasen nicht ausgeschlossen wurden. Die Befragung dauert so lange, bis sich ein Konzept, das sogenannte *Winning Concept*, durchgesetzt hat. Im Anschluss an die Conjoint Analyse werden soziodemografische Daten der Proband*innen erhoben.

Voraussetzung ist, dass die Proband*innen im städtischen Gebiet wohnen sowie bereits Erfahrungen mit Paketdienstleistern gesammelt haben. Daher wird in den Einstiegsfragen zum einen die Wohnort-Situation abgefragt sowie die Häufigkeit empfangener Pakete abgefragt. Des Weiteren soll die Zufriedenheit mit der Serviceleistung der Paketdienste bewertet werden. Für die Messung der Zufriedenheit wird eine fünfstufige, verbalisierte Likert-Skala gewählt. Mittels Entscheidungsfrage werden die Proband*innen anschließend gefragt, ob sie Premium-Lieferservices wie Amazon Prime oder Zalando Plus nutzen. Zudem werden sie nach der Warengruppe gefragt, aus der sie am häufigsten Artikel im Internet bestellen. Darüber hinaus findet eine Abfrage nach bevorzugten Lieferzeiträumen statt. Neben den paketbezogenen Fragen werden die Proband*innen nach ihrer Einstellung zum Umweltschutz befragt. Dazu werden drei Fragen auf Grundlage der Theorie des geplanten Verhaltens gestellt, mit der Einstellungen der Konsument*innen und deren Auswirkungen auf die Kaufentscheidung beschrieben werden können (vgl. Homburg 2017: 110f). Auf einer fünfstufigen Likert-Skala geben die Proband*innen Antworten zu ihrer eigenen Einstellung zum umweltfreundlichen Verhalten, dem von den

Proband*innen erwarteten Verhalten aufgrund subjektiver Normen sowie der wahrgenommenen Verhaltenskontrolle.

Für die Erstellung der Conjoint Analyse werden die zuvor festgelegten Merkmale sowie deren Ausprägungen in das Programm Lighthouse Studio übertragen. Der ermittelte Preis wird automatisch ergänzt. Es wird in der Software eingestellt, dass der Preis der Stimuli um 30 Prozent variiert.

Den Proband*innen werden möglichst große Freiräume bei der Gestaltung ihres favorisierten Geschäftsmodells in der Phase BYO gelassen. Die Kombinationen der Entsorgung von Verpackung oder Leergut in Verbindung mit einem Paketautomaten sowie die Abgabe von Paketen nach einem Zustellversuch bei Nachbarn oder die Ablage an einem sichere Ort in Verbindung mit Paketautomaten und -shops werden aufgrund einer nicht gegebenen Realisationsmöglichkeit unterbunden; alle weitere Kombinationsmöglichkeiten bleiben erhalten, da zu viele Unterbindungen die Reliabilität der Schätzverfahren bei der Auswertung gefährden (vgl. Sawtooth Software, Inc. o. J.).

Zustellort:	Paketbriefkasten am Haus	Haustür
Selbst gewählte Zeitfensterlieferung:	möglich	möglich
Zeitfensterlänge:	4h	1h
Gebündelte Zustellung: ⓘ	möglich	nicht möglich
Arbeitsbedingungen:	fair	hart
Zustellart:	umweltfreundlich	nicht umweltfreundlich
Verfahren nach Zustellversuch:	Ablage sicherer Ort	Lagerung Paketshop
Zusätzliche Dienstleistung:	Mitnahme von Leergut	Mitnahme von Leergut
Preis:	2,50€	3,50€

<input type="radio"/>	kommt infrage	<input type="radio"/>	kommt infrage
<input type="radio"/>	kommt nicht infrage	<input type="radio"/>	kommt nicht infrage

Abbildung 2: Screening Task mit zwei Stimuli
Quelle: Eigene Darstellung

Im Anschluss an die Einrichtung der Merkmale und Ausprägungen werden Einstellungen für die Choice Sets vorgenommen. Auf Grundlage der durch Sawtooth Software bereitgestellten Empfehlungen werden in der Phase Screening Task (vgl. Abbildung 2) vier Stimuli in jeweils

sieben Choice Sets angezeigt, wodurch einem/einer Proband*in insgesamt 28 Produktkonzepte zur Bewertung vorgelegt werden (vgl. Sawtooth Software, Inc. 2020). Zudem haben die Proband*innen bis zu viermal die Möglichkeit, Unacceptables bzw. bis zu dreimal Must Haves für eine verbesserte Nutzenwertschätzung anzugeben. In der Phase Choice Tournament werden drei Stimuli parallel zur Bewertung angezeigt, jedoch maximal 16 Stimuli in der gesamten Phase. Proband*innen sehen in soziodemografischen Fragen oftmals einen Eingriff in die Privatsphäre, weswegen diese Fragen in den Schlussteil der Studie implementiert werden (vgl. Kuß et al. 2018: 122). Dabei werden Alter, Geschlecht, Arbeitsverhältnis, Nutzung von Verkehrsmitteln, Wohnsituation sowie das Einkommen abgefragt. Die Antwortmöglichkeiten orientieren sich an bisherigen Studien und ermöglichen dadurch Vergleiche zu anderen Untersuchungen (vgl. Beckmann et al. 2016: 5).

Untersuchungsdurchführung

Die Stichprobe wird als Zufallsstichprobe konstruiert. Der Link zur Online-Umfrage wurde über soziale Netzwerke (Facebook und Nebenan.de) verteilt und wird auf einem durch Sawtooth Software bereitgestellten Server gehostet. Der Erhebungszeitraum erstreckt sich vom 13. November 2020 bis 29. November 2020. Insgesamt haben 218 Proband*innen mit der Bearbeitung der Conjoint Analyse begonnen, wobei von 174 Studienteilnehmer*innen ausreichend Daten für die Schätzung der Nutzenwerte erhoben wurden. Um die Datenqualität der Studie zu sichern, werden Datensätze mit einer zu geringen Bearbeitungszeit ausgeschlossen. Zudem werden Landbewohner*innen und Proband*innen mit lediglich einer Bestellung pro Jahr oder weniger entfernt, um die Stichprobe entsprechend der Zielstellung zu konstruieren. Nach Entfernung der Datensätze anhand der beschriebenen Kriterien bleiben 150 Datensätze zur Schätzung der Nutzenwerte erhalten.

Datenanalyse

Als Schätzverfahren wird das Hierarchical-Bayes-Verfahren gewählt. Für die Anwendung werden vorab ermittelte Preispunkte für die Berechnung der Preisfunktion eingefügt sowie das Teilnutzenwertmodell für die Nutzenwertschätzung der Attribute eingestellt. Insgesamt werden für die Schätzung 200.000 Iterationen je Proband*in durchgeführt, wobei in die Auswertung aufgrund einer besseren Validität nur die letzten 100.000 Iterationen berücksichtigt werden. Als Kriterium der Anpassungsgüte wird das McFadden Pseudo-R² herangezogen, welches Streuungen der geschätzten Nutzenwerte erklären kann (vgl. Backhaus et al. 2018: 298f). Die Werte für Pseudo-R² können zwischen null und eins liegen, wobei man bereits ab 0,2 von einer guten Anpassung des Modells spricht (vgl. Backhaus et al. 2018: 298f). Mit einem Pseudo-R² von 0,538 kann das aufgebaute Modell für die Schätzung der Nutzenwerte als sehr valide angesehen werden. Als weiteres Gütekriterium wird die Root-

Likelihood herangezogen. Das Kriterium gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der sich die Auswahlentscheidungen der Proband*innen auf Grundlage der berechneten Nutzenwerte vorhersagen lassen (vgl. Sawtooth Software, Inc. 2021a). Die Root-Likelihood beträgt 0,682, deren Wert als gut angesehen werden kann (vgl. Sawtooth Software, Inc. 2021a).

Die individuellen Nutzenwerte der Proband*innen werden im Anschluss mittels Clusteranalyse ausgewertet, anhand derer die Proband*innen a posteriori segmentiert werden. Dabei werden die Proband*innen Gruppen zugeordnet, deren Nutzenwerte innerhalb der Gruppe homogen sind (vgl. Backhaus et al. 2015: 217). Für die Clusteranalyse wird das Programm Convergent Cluster & Ensemble Analysis von Sawtooth Software gebraucht, welches den k-Means-Algorithmus anwendet. Der Algorithmus ordnet die Nutzenwerte voreingestellten Gruppengrößen zu, sodass die Streuung innerhalb der Gruppe minimiert wird (vgl. Backhaus et al. 2018: 493).

ERGEBNISSE

Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe setzt sich aus 63 Prozent weiblichen, 36 Prozent männlichen sowie ein Prozent diversen Proband*innen zusammen. Weibliche Probandinnen sind somit zu einem größeren Anteil vertreten.

88 Prozent der Teilnehmer*innen wohnen in Großstädten, sieben Prozent in Mittelstädten und fünf Prozent in Kleinstädten.

Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Zusammensetzung der Stichprobe nach Arbeitsverhältnis und Altersgruppe auf. Es zeigt sich, dass über 80 Prozent der Befragten Student*innen bzw. Arbeitnehmer*innen sind. Über die Hälfte der Proband*innen ist jünger als 30 Jahre.

Tabelle 3: Arbeitsverhältnisse
Quelle: Eigene Darstellung

Arbeitsverhältnis	Anteil
Schüler*in	3%
Student*in	40%
Arbeitnehmer*in	43%
selbstständig	9%
Hausmann/-frau	1%
Rentner*in	2%
arbeitssuchend	2%

Tabelle 4: Altersgruppen
Quelle: Eigene Darstellung

Altersgruppe	Anteil
10 – 19 Jahre	3%
20 – 29 Jahre	53%
30 – 39 Jahre	15%
40 – 49 Jahre	11%
50 – 59 Jahre	15%
60 – 69 Jahre	3%

Ergebnisse zum Paketverhalten

Die Serviceleistung der Paketzusteller empfinden nur 33 Prozent der Proband*innen als ziemlich oder außerordentlich zufriedenstellend, 26 Prozent sind mit den erbrachten Leistungen weniger oder gar nicht zufrieden (vgl. Abbildung 3).

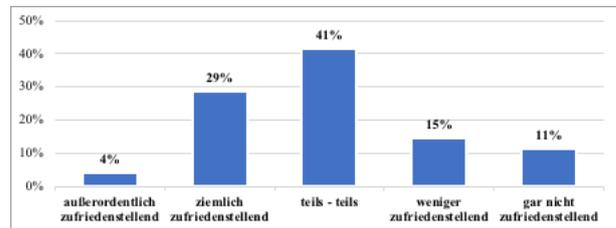


Abbildung 3: Zufriedenheit mit Paketdienstleistungen
Quelle: Eigene Darstellung

Die Bestellhäufigkeit der Proband*innen kann Tabelle 5 entnommen werden und zeigt, dass 25% der Gruppe der Vielbesteller*innen mit mehr als einer Bestellung pro Woche sind. Von den Befragten besitzen 51 Prozent ein Abonnement von Premium-Lieferservices wie Amazon Prime oder Zalando Plus.

Tabelle 5: Bestellhäufigkeit
Quelle: Eigene Darstellung

Bestellhäufigkeit	Anteil
fast täglich	3%
min. 1x pro Woche	22%
min. 1x pro Monat	48%
min. 1x pro Quartal	21%
min. 1x pro Halbjahr	5%
min. 1x pro Jahr	1%

Zudem wurden die Proband*innen zu ihren bevorzugten Lieferzeitfenstern befragt. Das Ergebnis ist in Abbildung 4 dargestellt und lässt eine klare Präferenz für eine Zustellung am Nachmittag und Abend erkennen.

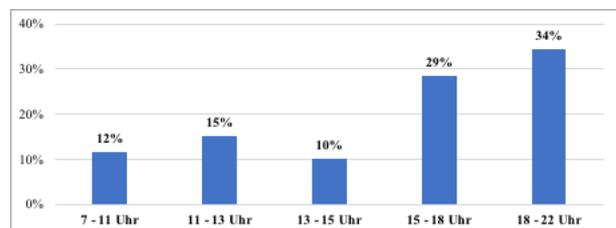


Abbildung 4: Bevorzugter Lieferzeitraum
Quelle: Eigene Darstellung

Ergebnisse zu Nutzen und Zahlungsbereitschaft

Anhand der ermittelten individuellen Nutzenwerte der Proband*innen lassen sich für die einzelnen Attribute die relativen Wichtigkeiten bestimmen. Dazu werden diese mithilfe des Programms Lighthouse Studio berechnet. In

Tabelle 6 sind die Attribute und deren relativen Wichtigkeiten mit zugehörigen Standardabweichungen dargestellt.

Tabelle 6: Relative Wichtigkeit der Attribute
Quelle: Eigene Darstellung

Attribut	Relative Wichtigkeit	Standardabweichung
Preis	29,60%	10,02
Zustellort	19,05%	4,62
Arbeitsbedingungen	14,34%	6,45
Zustellart	11,55%	5,23
Verfahren nach Zustellversuch	6,81%	3,11
Zeitfensterlänge	5,10%	2,78
Zusätzliche Dienstleistung	4,90%	1,85
Zeitfensterlieferung	4,35%	2,76
Gebündelte Zustellung	4,30%	2,16

Der Preis ist mit 29,6 Prozent das am wichtigsten bewertete Attribut, das zweitwichtigste Attribut ist der Zustellort (19,05 Prozent). Die Attribute Arbeitsbedingungen der Zusteller (14,34 Prozent) sowie die Art der Zustellung, umweltfreundlich oder nicht, (11,55 Prozent) sind ebenfalls relevant. Für die Entscheidungsfindung der Proband*innen ist das Verfahren nach einem Zustellversuch (6,81 Prozent), die Zeitfensterlänge (5,10 Prozent), zusätzliche Dienstleistungen (4,90 Prozent), die selbst gewählte Zeitfensterlieferung (4,35 Prozent) sowie die Möglichkeit der Paketbündelung (4,30 Prozent) weniger relevant.

Bei Betrachtung der Standardabweichungen zeigt sich, dass die relativen Wichtigkeiten auf Individualebene besonders stark bei Preis, Arbeitsbedingungen, Zustellart sowie Zustellort differieren.

Nachfolgend sind für jede Ausprägung der Attribute die normierten nullzentrierten Nutzenwerte sowie die relativen Häufigkeiten dargestellt. Die Häufigkeiten geben an, wie oft die entsprechende Ausprägung in der Phase Build-Your-Own der Conjoint Analyse durch die Proband*innen ausgewählt wurde.

Zustellort

Die Haustür hat als Zustellort den größten Nutzenwert, gefolgt vom Paketbriefkasten sowie dem sicheren Ablageort. Der Kofferraum zeigt den geringsten Nutzenwert auf und wurde in der BYO-Phase von keinem/keiner der befragten Proband*innen als Zustellort gewählt. Zudem zeigen die Nutzenwerte eine Präferenz für Zustellorte, welche sich in unmittelbarer Nähe der Proband*innen befinden und dementsprechend gut erreichbar sind. Zustellorte, zu denen sich Proband*innen für eine Abholung der Sendung hinbewegen müssen, werden mehrheitlich abgelehnt (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Nutzenwerte und Häufigkeit der Zustellorte
Quelle: Eigene Darstellung

Ausprägung	Mittlerer Nutzenwert	Relative Häufigkeit
Haustür	60,15	60,00%
Paketbriefkasten	37,34	18,00%
Sicherer Ablageort	22,15	8,67%
Paketautomat	5,93	6,67%
Paketshop	-18,19	5,33%
Arbeitsplatz	-18,78	1,33%
Kofferraum	-88,59	0,00%

Selbst gewählte Zeitfensterlieferung

Die Möglichkeit einer selbst gewählten Zeitfensterbelieferung wird von den Proband*innen mit einem Nutzenwert von 16 am höchsten bewertet und wurde durch die Proband*innen zu 74 Prozent als Servicemerkmal der selbstbestimmten Paketdienstleistung gewählt.

Zeitfensterlänge

Proband*innen, denen die Möglichkeit der selbstbestimmten Zeitfensterauswahl angezeigt wurde, haben mit 28 Prozent am häufigsten das 2h-Zeitfenster ausgewählt, wobei die 1h- und 4h-Zeitfenster mit 19 und 21 Prozent ebenfalls häufig in der BYO-Phase ausgewählt wurden. Interessant sind die Unterschiede zwischen mittleren Nutzenwerten und relativen Häufigkeiten. Wurde das 1h- und 4h-Zeitfenster annähernd gleichhäufig gewählt, hat das 4h-Zeitfenster den mit Abstand geringsten Nutzenwert. Darüber hinaus hat das kleinste Zeitfenster, welches mit einer Länge von 30 Minuten die genaueste Zeiteingrenzung abbildet, nicht den größten Nutzenwert und wurde am wenigsten durch die Proband*innen in der Phase BYO berücksichtigt.

Gebündelte Zustellung

Die Möglichkeit einer gebündelten Zustellung wurde von den Proband*innen mit 93 Prozent sehr häufig ausgewählt.

Arbeitsbedingungen

Die am häufigsten durch die Proband*innen ausgewählte Ausprägung sind faire Arbeitsbedingungen für Zusteller, welche eine relative Häufigkeit von 96 Prozent aufweisen. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Ausprägung der fairen Arbeitsbedingungen zudem von 50 Prozent der Proband*innen als Must Have angegeben wurden und damit den größten Anteil aller gewählten Must Haves abbildet.

Zustellart

Neben fairen Arbeitsbedingungen wurde eine umweltfreundliche Zustellung zu 94 Prozent am zweithäufigsten durch die Proband*innen ausgewählt. Zudem wurde ein umweltfreundlicher Transport von 30 Prozent der Proband*innen als Must Have angegeben.

Verfahren nach Zustellversuch

Die Nutzenwerte der verschiedenen Verfahren nach einer nicht erfolgreichen Zustellung weisen Analogien zum Zustellort auf. Kund*innen möchten ihr Paket in unmittelbarer Nähe abholen, was durch die Abgabe beim Nachbarn, der Ablage an einem sicheren Ort oder einer erneuten Zustellung gegeben ist. Die Abgabe beim Nachbarn wurde von den meisten Proband*innen in der BYO-Phase präferiert, welche gleichzeitig den höchsten Nutzenwert hat. Obwohl die Lagerung beim Paketshop den geringsten Nutzenwert hat, wurde sie gleichhäufig mit der Ablage am sicheren Ort oder dem erneuten Zustellversuch durch die Proband*innen ausgewählt.

Zusätzliche Dienstleistung

Als zusätzliche Dienstleistung neben der Paketlieferung erweist sich die Mitnahme von Retouren als der größte Nutzenwert, gefolgt von der Lieferung lokaler Händler. In der BYO-Phase entschieden sich hingegen ca. 40 Prozent, dass für sie keine zusätzlichen Dienstleistungen interessant sind.

Preis

Inwieweit eine Person bereit ist, für ein Gut bzw. eine Leistung zu bezahlen, wird unter anderem von den Präferenzen dieser Person bestimmt: Je mehr Nutzen sie mit einem Gut bzw. einer Leistung verbindet, desto weniger wird sie bereit sein, dieses zu substituieren (vgl. Scheufen 2020). Normalerweise sinkt die aggregierte Nachfrage, wenn der Preis steigt, und umgekehrt (vgl. Scheufen 2020). In der Analyse der einzelnen Nutzenwerte haben sich die in Abbildung 5 dargestellten Preispunkte ergeben. Zwischen den einzelnen Preispunkten kann die Preisfunktion als linear angegeben werden. Interessant sind die annähernd gleichen Nutzenwerte für Preise zwischen null und 0,75 Euro. Dies bedeutet, dass die Paketzustellung auf der letzten Meile bis 0,75 Euro kosten kann – ohne eine Einbuße am Nutzenwert. Erst nach diesem Preispunkt fällt der Nutzenwert mit zunehmendem Preis, bis er bei sechs Euro den geringsten Nutzenwert erreicht. In der Phase BYO ergaben die selbstbestimmten Zustellkonzepte einen durchschnittlichen Preis von 1,98 Euro.

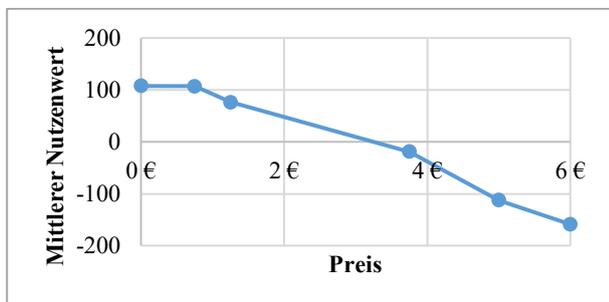


Abbildung 5: Preisfunktion
Quelle: Eigene Darstellung

Ergebnisse zur Kundensegmentierung und Services

Mit einer maximalen Reproduzierbarkeit von 90,2 Prozent ergab die Clusteranalyse zwei Gruppen.

Gruppe 1 (n = 81): Premium Belieferung an Haustür

Die Proband*innen in dem ersten Segment haben einen hohen Nutzenwert für die Zustellorte Haustür, Paketbriefkasten sowie sicherer Ablageort. Sie bevorzugen eine Zeitfensterlieferung in einem 2h-Zeitfenster und präferieren Zustelldienste, die eine Bündelung der Pakete ermöglichen. Die Zusteller sollen dabei unter fairen Arbeitsbedingungen arbeiten und die Belieferung soll mit umweltfreundlichen Transportmitteln stattfinden. Im Falle einer nicht erfolgreichen Zustellung bevorzugen sie die Ablage der Sendung an einem sicheren Ort. Sie wünschen sich zusätzliche Dienstleistungen, wobei die Mitnahme von Leergut am stärksten präferiert wird. Zudem sind sie höheren Preisen gegenüber aufgeschlossen.

Die Proband*innen können zusammenfassend als Gruppe beschrieben werden, welche Haustürzustellungen und zusätzliche Mehrleistungen präferiert und auch bereit ist, für diese Ausprägungen höhere Preise zu zahlen.

Gruppe 2 (n=69): Kostenbewusste Belieferung an Paketautomat

Die Proband*innen des zweiten Segments präferieren Zustellorte wie die Lieferung an den Arbeitsplatz, an Paketautomaten und Paketshops ohne die Möglichkeit der Zeitfensterbelieferung. Das Segment hat die größten Nutzenwerte bei niedrigen Preisen und lehnt daher aufgrund der zu erwarteten Mehrkosten zusätzliche Lieferservices wie gebündelte Zustellungen, faire Arbeitsbedingungen, umweltfreundliche Zustellung sowie zusätzliche Dienstleistungen mehrheitlich ab.

Insgesamt kann die Gruppe als kostenbewusst beschrieben werden, welche als Zustellort Paketautomaten präferiert und Mehrleistungen auf der letzten Meile mehrheitlich ablehnt.

Um den unterschiedlichen Kundenanforderungen gerecht zu werden und dabei auch auf unentschlossene Empfänger*innen einzugehen, sollten Paketdienstleister unterschiedliche Produktarten anbieten, die sich in Serviceumfang und Preis unterscheiden.

Aufgrund der hohen Akzeptanz von 94 bzw. 96 Prozent der Proband*innen in der Phase BYO beinhalten alle im Rahmen dieser Arbeit abgeleiteten Produkte eine umweltfreundliche Zustellung sowie faire Arbeitsbedingungen. Wegen der annähernd gleichen Nutzenwerte für Preise bis 0,75€ ist es möglich, diese Leistungen trotz Mehrkosten ohne Einbußen an Kundennutzen anzubieten.

Produkt 1: Flexibler Premium-Lieferservice; Preis 2,50 bis 3,50 Euro pro Lieferung

Bei der Produktart Premium-Lieferservice wird eine gebündelte Haustürzustellung im 2h-Zeitfenster angeboten. Während der Zustellung können Empfänger*innen auf einer interaktiven Karte ihr Paket verfolgen und kurzfristig in den Lieferprozess eingreifen. Als zusätzliche Dienstleistungen werden eine Retourenmitnahme und die Warenlieferung von lokalen Händlern, z. B. von Apothe-

ken und Buchläden, angeboten. Zudem besteht die Möglichkeit der individuellen Anpassung des Serviceumfangs durch den/die Empfänger*in.

Produkt 2: Paketbriefkasten ohne Zeitfenster; Preis 0,75 bis 1,25 Euro pro Lieferung

Eine kostengünstige Alternative zur Haustürzustellung besteht in der Belieferung von Paketbriefkästen. Diese werden an geeigneten Standorten im Haus aufgestellt, wodurch Empfänger*innen ein einfacher Zugang gewährleistet wird. Durch eine garantierte Erstzustellung aufgrund der durchgehenden Verfügbarkeit der Paketkästen sowie durch Verzicht auf zusätzliche Dienstleistungen sind die Kosten im Vergleich mit dem Premium-Produkt deutlich geringer.

Produkt 3: Kostengünstigste Belieferung; Preis 0,50 bis 0,75 Euro pro Lieferung

Das dritte Produkt stellt die günstigste Form der Belieferung auf der letzten Meile dar und ist weitgehend vergleichbar mit den Services, die Paketdienstleister aktuell anbieten. Eine Zustellung ist nur an Paketshops oder Paketautomaten möglich, ohne dass weitere Dienstleistungen angeboten werden.

Es ist zu erwarten, dass Kund*innen, die der ersten Gruppe zugeordnet werden können, vor allem das erste Produktangebot nutzen werden. Kund*innen der zweiten Gruppe werden vor allem das dritte Produkt nutzen, durch den höheren Nutzen aber möglicherweise zur Nutzung des zweiten Produkts bewegt werden können.

Ableitung von Anforderungen an App

Die vorangegangenen Analysen haben gezeigt, dass die Kundenzufriedenheit mit der konventionellen Paketzustellung nicht durchgehend gegeben ist und für einige, derzeit nicht verfügbare Produkteigenschaften hohe Nutzenwerte erreicht werden. Gleichzeitig gibt es Empfänger*innen, die bereit sind, für diese Mehrleistungen auf der letzten Meile zu zahlen. Diese Diskrepanz zwischen vorhandenem Service-Umfang bestehender Lieferkonzepte auf der einen und Zahlungsbereitschaft auf der anderen Seite legt eine Weiterentwicklung des Leistungsumfangs der Paketzustellung nahe.

Um den Kunden eine effiziente Möglichkeit anzubieten, sich über die Zustellprodukte zu informieren, diese auszuwählen und zu bezahlen sowie gewünschte Leistungen zu spezifizieren (z. B. Bestellung bei einem lokalen Händler), ist eine Software-Unterstützung unabdingbar. Aus diesem Grund werden aus den abgeleiteten Leistungsmerkmalen der konzipierten Zustellprodukte nun Anforderungen an eine App zur Kundenkommunikation abgeleitet.

Funktionale Anforderungen beschreiben die Funktionen, die das System zur Verfügung stellen soll; weitere Anforderungen können sich z. B. auf die Gestaltung der Benutzeroberfläche beziehen (vgl. Brandt-Pook und Kollmeier 2020). Folgende funktionalen Anforderungen an die App zur Kundenkommunikation wurden abgeleitet:

- Allgemeine Funktionen
 - Informationen über Zustellprodukte: Kosten, Leistungsumfang
 - Auswahl und Bezahlung der Zustellprodukte
- Funktionen für Produkt 1
 - Benachrichtigung über auszuliefernde Sendungen
 - Buchung eines Zeitfensters für die Zustellung
 - Änderung eines Zeitfensters für die Zustellung
 - Benachrichtigung über Statusänderungen (z. B. „in Zustellung“, „Zustellung erfolgt“)
 - Paketverfolgung über eine interaktive Karte
 - Interaktive Kommunikationsmöglichkeit zwischen Empfänger*in und Zustellorganisation
 - Interaktive Kommunikationsmöglichkeit zwischen Empfänger*in und Zusteller*in
 - Anmeldung einer Retourenmitnahme, ggfs. Möglichkeit zur Frankierung
 - Buchung einer Auslieferung von einem lokalen Händler
- Funktionen für Produkt 2
 - Benachrichtigung über auszuliefernde Sendung
 - Benachrichtigung über Statusänderungen (z. B. „in Zustellung“, „Zustellung erfolgt“)
 - Paketverfolgung über eine interaktive Karte
- Funktionen für Produkt 3
 - Benachrichtigung über auszuliefernde Sendung
 - Auswahl eines Paketshops bzw. eines Paketautomaten
 - Benachrichtigung über Statusänderungen (z. B. „in Zustellung“, „Zustellung erfolgt“)

Weitere Anforderungen sind ein einfacher Registrierungsprozess innerhalb der App, die Erfüllung hoher Sicherheitsstandards, ein userfreundliches Design sowie die Einhaltung und Gewährleistung gesetzlicher Vorgaben zum Datenschutz.

DISKUSSION

Die Analyse der kundenrelevanten Merkmale der Paketzustellung auf der letzten Meile hat ergeben, dass Empfänger*innen heute wenig Auswahl an neuartigen Zustellmöglichkeiten haben. Die derzeit am Markt verfügbaren Paketdienstleistungen beschränken sich größtenteils auf unflexible Zustellverfahren, neue Dienstleistungen sind, mit Ausnahme von Paketautomaten, nicht flächendeckend eingeführt. Neue Technologien und Konzepte bieten die Möglichkeit, die bisherige Form der Zustellung auf der letzten Meile komplett zu ändern. Aktuell werden Innovationen durch die Kund*innen jedoch kaum angenommen. Doch innovative Konzepte sind nötig, damit sich Paketdienstleister stärker von Mitbewerbern abheben, um auf dem hart umkämpften Markt bestehen zu können. Erfolg versprechen Konzepte, die an die Bedürfnisse der Empfänger*innen angepasst sind, denn nur ein Drittel der Befragten sind mit der aktuellen Leistung der Paketdienstleister zufrieden.

Der klassische Standardweg der Zustellung – an der Haustür ohne Vereinbarung eines Lieferzeitfensters – scheint Anbetracht der Überlastung der Zustelldienste auf der einen Seite und der Unzufriedenheit auf Seite der

Kund*innen kein zukunftsfähiges Modell mehr zu sein. Künftige Zustelldienstleistungen müssen die unterschiedlichen Präferenzen und Bedürfnisse der Kund*innen berücksichtigen, Zusatzleistungen mit einem hohen Nutzenwert und flexible Modelle der Zustellung anbieten; damit wird eine hohe Zufriedenheit der Kund*innen erreicht.

Die Ergebnisse der durchgeführten Studie zeigen, dass zwei Kundensegmente unterschieden werden können: Premium-Kund*innen, die bereit sind, für einen Komfort in Form von verschiedenen Zusatzleistungen bei der Zustellungen zu bezahlen, und auf der anderen Seite kostenbewusste Kund*innen, die bereit sind, für einen günstigen Zustellpreis auf ebensolche zu verzichten. Premium-Kund*innen sind durchaus bereit, für zusätzliche Leistungen auf der letzten Meile einen höheren Preis zu bezahlen.

Im Gegensatz zu bisherigen Forschungsarbeiten ermittelt diese Arbeit die Kund*innenanforderungen differenzierter und zeigt mittels Kund*innensegmentierung, Produktentwicklung und Definition von App-Anforderungen konkrete Umsetzungswege zur Erfüllung der Kund*innenpräferenzen auf.

Grenzen der Arbeit liegen in der Erhebung der Zahlungsbereitschaft: Die Bereitschaft wurde lediglich in einem hypothetischen Setting ermittelt; hier sind Feldversuche erforderlich, um zu ermitteln, ob Kund*innen in der Realität entsprechend handeln. Außerdem ist die Stichprobe in Teilen nicht repräsentativ, wodurch die Erkenntnisse nur eingeschränkt verallgemeinerbar sind. Die Stichprobe setzt sich aus überdurchschnittlich jungen Personen zusammen. Es ist davon auszugehen, dass dies die Verteilung auf die ermittelten Segmente beeinflusst hat. Mit steigendem Alter wäre eine stärkere Tendenz zur ersten Gruppe denkbar, z. B. durch steigendes Einkommen und/oder eine zunehmende Bequemlichkeit. Die Stichprobe weist zudem einen überdurchschnittlich hohen Anteil an weiblichen Befragten auf, was aber bei vergleichbaren Befragungen ebenfalls der Fall war. Inwieweit dies einen Einfluss auf die Ergebnisse hatte, müsste ebenfalls noch näher untersucht werden. Dementgegen zeichnet sich die Arbeit durch eine hohe interne Validität der Ergebnisse bzgl. der Nutzer*innenpräferenzen auf Grund des Einsatzes der Conjoint-Analyse aus.

FAZIT UND AUSBLICK

Die entwickelten Zustellprodukte zeigen eine Möglichkeit auf, eine hohe Zufriedenheit von Kund*innen bei der Paketzustellung zu erreichen, indem Zustelloptionen in Abhängigkeit der eigenen Präferenzen ausgewählt werden können. Eine unterschiedliche Bepreisung der verschiedenen Zustelloptionen ermöglicht dabei ein kostendeckendes Angebot von Leistungen durch die Lieferdienste.

In Zukunft wird der Gesetzgeber zunehmend in Erscheinung treten und mittels Restriktionen und Vorgaben die Lenkung der Warenströme gerade in verdichteten Innenstädten übernehmen, damit im wettbewerbsintensiven Markt eine zunehmende Belastung der Infrastruktur und

Umwelt vermieden wird. Das entwickelte Konzept bietet Lieferdiensten die Möglichkeit, zu einer Entlastung der Infrastruktur und Umwelt beizutragen, ohne die Kundenbedürfnisse zu vernachlässigen.

In weiteren Arbeiten sollte die Realisierung des entwickelten Konzeptes überprüft und die technische Entwicklung der App weiter spezifiziert werden. Die Umsetzung des Konzeptes könnte zunächst im Rahmen eines Feldversuchs im urbanen Raum erfolgen.

LITERATUR

- Backhaus, Klaus, Bernd Erichson, und Rolf Weiber. 2015. Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden. Springer Gabler.
- Backhaus, Klaus, Bernd Erichson, Wulff Plinke, und Rolf Weiber. 2018. Multivariate Analysemethoden. Springer Gabler.
- Baier, Daniel, und Michael Brusch. 2009. *Conjointanalyse*. Springer.
- Beckmann, Katharina, Axel Glemser, und Christiane Heckel. 2016. Demographische Standards. Statistisches Bundesamt.
- Brabänder, Christian. 2020. Die Letzte Meile - Definition, Prozess, Kostenrechnung und Gestaltungsfelder. Springer Gabler.
- Brandt-Pook, Hans, und Rainer Kollmeier. 2020. *Softwareentwicklung kompakt und verständlich - Wie Softwaresysteme entstehen*. Springer Vieweg.
- Bundesverband Onlinehandel e.V. 2020. Überlastung der Paket-Verteilzentren führt zu Verzögerung der Auslieferung an den Kunden. 16. April. <https://bvoh.de/ueberlastung-der-paket-verteilstellen-fuehrt-zu-verzoegerung-der-auslieferung-an-den-kunden/>.
- Bundesverband Paket und Expresslogistik e.V. 2020. „KEP-Studie 2020 – Analyse des Marktes in Deutschland.“ Bundesverband Paket und Expresslogistik. 06. <https://www.biek.de/download.html?getfile=2623>.
- DHL Paket GmbH. (2016). *Vom Klick bis zur Klingel - Von der Online-Bestellung bis zum Paketempfang*.
- DHL Paket GmbH. 2021. *POST & DHL APP*. <https://www.dhl.de/de/privatkunden/kampagnenseiten/dhl-app.html>.
- DPD Deutschland GmbH. 2021. *Nie mehr ein Paket verpassen*. <https://www.dpd.com/de/de/empfangen/dpd-app/>.
- ECC Köln. 2017. „„Klick“ auf den ersten Blick.“ <https://docplayer.org/56023927-Klick-auf-den-ersten-blick.html>.
- Engelhardt, Maximilian, Stephan Seeck, und Birte Malzahn. 2021. „Der Wert der kunden- und umweltfreundlichen Paketzustellung im Online-Handel – Ergebnisse einer quantitativen Befragung im Rahmen des Berliner Forschungsprojekts KOPKIB.“ In

- Tagungsband 21.
Nachwuchswissenschaftler*innenkonferenz,
von Kristin Mitte, 264-272. Ernst-Abbe-
Hochschule Jena.
- EyeforTransport Ltd und Reuters Events. 2019. *Supply Chain Last Mile Report 2020*.
- General Logistics Systems Germany GmbH & Co. OHG. 2021. *Pakete empfangen – alle Services für Empfänger*. <https://www.gls-pakete.de/pakete-empfangen>.
- GS1 Germany GmbH. (2019). *Zuverlässig, schnell, bequem – was der Empfänger von der Paketzustellung der Zukunft erwartet*.
- Hermes Germany GmbH. 2021. *Hermes App*. <https://www.myhermes.de/service/hermes-app/>.
- Hofmann, Dominic, Tobias Hagen, Petra K. Schäfer, Kai-Oliver Schocke, Domenik H. Wendt, Felix Bergold, Sabine Scheel-Kopeinig, Dana Stolte, und Simon Steinpilz. 2020. „DeinDepot - Potenzialanalyse zur Umsetzung eines zentralen Depots mit dem Ziel einer umweltfreundlichen und gebündelten Auslieferung von Paketen auf der letzten Meile.“ [https://bdkep.de/files/bdkep-dateien/pdf/Hofmann%20et%20al%20\(2020\)%20DeinDepot%20Abschlussbericht_lang.pdf](https://bdkep.de/files/bdkep-dateien/pdf/Hofmann%20et%20al%20(2020)%20DeinDepot%20Abschlussbericht_lang.pdf).
- Homburg, Christian. 2017. *Marketingmanagement*. Springer Gabler.
- IFH Köln GmbH; Hermes Germany GmbH. 2019. „Stadt, Land, Los! - Der Weg zu kundenorientierten Zustellungs- und Retourenlösungen in der Stadt und auf dem Land.“
- Jacobs, Shannon Warner, Marc Rietra, Lindsey Mazza, Jerome Buvat, Amol Khadikar, Sumit Cherian, und Yashwardhan Khemka. 2019. *The last-mile delivery challenge - Giving retail and consumer product customers a superior delivery experience without impacting profitability*.
- Joerss, Martin, Jürgen Schröder, Florian Neuhaus, Christoph Klink, und Florian Mann. 2016. *Parcel delivery - The future of last mile*.
- Kaltenborn, Tim, Harald Fiedler, Ralf Lanwehr, und Torsten Melles. 2013. *Conjoint-Analyse*. Rainer Hampp Verlag.
- Kolf, Florian, Christoph Schlautmann, und Georg Weishaupt. 2019. Die Paketlieferung bis zur Haustür könnte zum Luxus werden. 16. Juni. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/e-commerce-die-paketlieferung-bis-zur-haustuer-koennte-zum-luxus-werden/24444676.html>.
- Kuß, Alfred, Raimund Wildner, und Henning Kreis. 2018. *Marktforschung - Datenerhebung und Datenanalyse*. Springer Gabler.
- Luce, Robert, und John Turkey. 1964. „Simultaneous Conjoint Measurement. A New Type of Fundamental Measurement.“ *Journal of Mathematical Psychology* 1 - 27.
- Nguyen, Dung H., Sander De Leeuw, Wout Dullaert, und Bram Foubert. 2019. „What Is the Right Delivery Option for You? Consumer Preferences for Delivery Attributes in Online Retailing.“ *Journal of Business Logistics*, Mai: 1-23.
- Orme, Bryan. 2013. „Which Conjoint Method Should I Use?“ Sawtooth Software, Inc. <https://sawtoothsoftware.com/resources/technical-papers/which-conjoint-method-should-i-use>.
- Orme, Bryan. 2019. „A Short History of Conjoint Analysis.“ In *Getting Started with Conjoint Analysis: Strategies for Product Design and Pricing Research*, 29-37. Research Publishers LLC.
- Pecanic, Ana, und Olaf Lippegaus. 2020. Klagen über nicht zugestellte oder beschädigte Pakete nehmen zu. 07. Dezember. <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2020/12/deutsche-post-pakete-beschwerden-berlin-brandenburg.html>.
- Prümm, Dietmar, Peter Kauschke, und Hanna Peiseler. 2017. „Aufbruch auf der letzten Meile – Neue Wege für die städtische Logistik.“ *pwc*. Oktober. <https://www.pwc.de/de/transport-und-logistik/aufbruch-auf-der-letzten-meile-neue-wege-fuer-die-staedtische-logistik.html>.
- Prümm, Dietmar, Peter Kauschke, und Hanna Peiseler. 2018. *Wege aus dem Paketdilemma*. pwc.
- Pufahl, Luise, Sven Ihde, Michael Glöckner, Bogdan Franczyk, Björn Paulus, und Mathias Weske. 2020. „Countering Congestion: A White-Label Platform for the Last Mile Parcel Delivery.“ In *Business Information Systems*, von Witold Abramowicz und Gary Klein, 210-223. Springer.
- PwC. 2018. *Global Consumer Insights Survey 2018 - Signed, sealed, delivered (and regularly returned)*.
- Rao, Vithala R. 2014. *Applied Conjoint Analysis*. Springer.
- Reuters. 2020. „Online-Boom in der Corona-Krise trägt Amazon zu Rekordergebnis.“ Reuters. 31. Juli. <https://de.reuters.com/article/usa-amazon-idDEKCN24W0YY>.
- Rupp, Chris. 2021. „In medias RE – Grundlegendes zum Requirements-Engineering.“ In *Requirements-Engineering und -Management - Das Handbuch für Anforderungen in jeder Situation*, von Chris Rupp & die Sophisten. Hanser.
- Sawtooth Software, Inc. 2020. „Design Tab (ACBC).“ Sawtooth Software Lighthouse Studio Help. https://sawtoothsoftware.com/help/lighthouse-studio/manual/hid_web_designtab.html.
- Sawtooth Software, Inc. 2021a. *Glossary of Terms*. <https://sawtoothsoftware.com/resources/knowledge-base/general-issues/glossary-of-terms>.

- Sawtooth Software, Inc. 2021b. Which Conjoint Method Grid.
<https://sawtoothsoftware.com/resources/knowledge-base/sales-questions/which-conjoint-method-grid>.
- Sawtooth Software, Inc. o. J. Specifying Prohibitions.
https://sawtoothsoftware.com/help/lighthouse-studio/manual/index.html?hid_web_specify_prohibited.html.
- Scheufen, Marc. 2020. *Angewandte Mikroökonomie und Wirtschaftspolitik: Mit einer Einführung in die ökonomische Analyse des Rechts*. Springer Gabler.
- Seeck, Stephan, und Göhr, Marc. (2018). *Paketzustellung und Kundenservice – ein Widerspruch in sich?* Von BdKEP – Bundesverband der Kurier-Express-Post-Dienste e.V.: https://bdkep.de/files/bdkep-dateien/pdf/DLK-Kongressband-2018_Seeck.pdf abgerufen
- Spectos GmbH. 2020. „E-Commerce Monitor 2020.“
- Thaller, Carina, Marten Telake, Uwe Clausen, Benjamin Dahmen, und Bert Leerkamp. 2017. „KEP-Verkehr in urbanen Räumen.“ In *Innovative Produkte und Dienstleistungen in der Mobilität*, von Heike Proff und Thomas Martin Fojcik, 443–458. Springer Gabler.
- Tripp, Christopher. 2019. *Distributions- und Handelslogistik - Netzwerke und Strategien der Omnichannel-Distribution im Handel*. Springer Gabler.
- United Parcel Service of America, Inc. 2021. *UPS Mobile*.
<https://www.ups.com/de/de/services/tracking/mobile.page?>
- Wegner, Kirsten 2019. „Potenziale der Digitalisierung für die letzte Meile in der Logistik.“ In *Logistik im Wandel der Zeit – Von der Produktionssteuerung zu vernetzten Supply Chains*, von Maike Schröder und Kirsten Wegner, 285–301. Springer Gabler.

Lösungen für die „Urbane Letzte Meile“ mit Fokus auf Künstlicher Intelligenz.

Birte Malzahn ist seit 2012 Professorin für Informationswirtschaft, Geschäftsprozesse und Allgemeine Betriebswirtschaftslehre im Studiengang Wirtschaftsinformatik der HTW Berlin. Ihr Forschungsinteresse gilt unter anderem dem Nutzungsverhalten von IT-Anwender*innen und dessen Ursachen.

KONTAKT

Daniel Quiter hat im Februar 2021 sein Masterstudium im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der HTW Berlin erfolgreich abgeschlossen. Seit Juni 2021 ist er Geschäftsführer der Kiezbote GmbH, einem nachhaltigen White-Label-Paketdienstleister für die letzte Meile.

Stephan Seeck ist seit 2012 Professor für Produktion, Logistik und Supply Chain Management im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen der HTW Berlin und parallel als Unternehmensberater bei der 4flow AG tätig. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Urban Last Mile Logistics.

Maximilian Engelhardt ist seit 2019 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTW Berlin tätig. Nach seinem Studium des Wirtschaftsingenieurwesens und seiner Tätigkeit als Strategieberater forscht er nun an innovativen

Prozessautomatisierung mit Chatbot, Workflow-Engine und Robot Process Automation (RPA) – Evaluierung anhand eines Use Cases der Landesmesse Stuttgart GmbH

Janine Springer

Landesmesse Stuttgart GmbH
Messepiazza 1
70629 Stuttgart
Janine.Springer@messe-stuttgart.de

Frank Morelli

Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Straße 65
75175 Pforzheim
Frank.Morelli@hs-pforzheim.de

Stefan Bantscheff

Landesmesse Stuttgart GmbH
Messepiazza 1
70629 Stuttgart
Stefan.Bantscheff@messe-stuttgart.de

ABSTRACT

Diese Arbeit befasst sich mit der Prozessautomatisierung durch eine Kombination verschiedener IT-Lösungen. Dabei wird auch auf den von Gartner geprägten Begriff der „Hyperautomatisierung“ eingegangen. Zielsetzung ist es, eine End-to-End Geschäftsprozessoptimierung durch Automatisierung zu generieren. Darunter fällt die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für die Ausgestaltung einer zukünftigen Kooperation zwischen Menschen und Maschinen, wodurch sich die Arbeitsweise in vielen Bereichen grundlegend verändern wird. In den Unternehmen gibt es viele Abläufe, welche abhängig von komplizierten regelbasierten Entscheidungen sind, mehrere Systeme einbinden oder in denen ein Zusammenspiel von Mensch und Maschine sich als erforderlich erweist. Erfahrungen über eine effektive und effiziente Umsetzung zugehöriger Prozessautomatisierungen sind bisher lediglich in geringem Maße vorhanden. Mit den gewonnenen Erkenntnissen aus den Use Case will der vorliegende Artikel hierzu einen Beitrag leisten.

SCHLÜSSELWÖRTER

Prozessautomatisierung, Hyperautomatisierung, Chatbot, Robot Process Automation (RPA), Workflow Management System

EINLEITUNG

Digitalisierung und Automatisierung sind bereits seit geraumer Zeit elementare Bestandteile in den Unternehmen. Die Mitarbeiter lernten sich im Laufe der Zeit an maschinelle Gegebenheiten in ihrem Arbeitsalltag anzupassen. Verschiedene Veränderungen in grafischen Benutzungsoberflächen (engl. Graphical User Interfaces) führten zu einer erhöhten Bedienerfreundlichkeit, dennoch ist der Mensch gefordert, sich mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Interaktionsschnittstellen auseinanderzusetzen und einen adäquaten Umgang zu erlernen. Neue Technologien, darunter Chatbots, ermöglichen eine neue Ära der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine. Danach müssen sich hauptsächlich Maschinen an die Menschen und ihre Art zu arbeiten anpassen, da der Austausch dieser Schnittstelle auf menschenähnlicher Kommunikation basiert (Ward-Dutton, 2020).

Unter dem von Gartner geprägten Begriff Hyperautomatisierung ist insbesondere die Kombination von Technologien zur Prozessautomatisierung zu verstehen. Im Sinne einer ganzheitlichen Prozessautomatisierung spielt dabei auch der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) eine wichtige Rolle. Die Ergebnisse der Recherche zum Stand der Forschung zeigen jedoch, dass hierzu bisher kaum Erfahrungen in Wissenschaft und Praxis vorliegen. Zugehörige Aussagen beziehen sich zumeist auf bisherige Erfahrung in Bezug auf Robotic Process Automation

(RPA) oder spiegeln lediglich subjektives Empfinden wider. Ferner fehlt ein Konzept für die Ausgestaltung des Zusammenspiels zwischen Mensch und Maschine.

Die anwendungsorientierte Umsetzung eines integrierten Prozessautomatisierungsansatzes wird als zentrale Forschungsfrage innerhalb dieses Artikels thematisiert. Eine Darlegung der damit einhergehenden Möglichkeiten und Herausforderungen runden die ganzheitliche Betrachtung ab. Mit zwei weiteren Unterfragen soll ein weiterer Fokus auf eine mögliche zukünftige Kooperation zwischen Usern und IT-Systemen gelegt werden. Hierbei stehen Conversational Interfaces in Form einer Chatbot-Technologie im Vordergrund, da diese bereits im privaten Umfeld zunehmend genutzt werden und eine Integration dieser Technologie deshalb auch im geschäftlichen Umfeld ein Chancenpotenzial in der Ausgestaltung von Geschäftsprozessen beinhaltet.

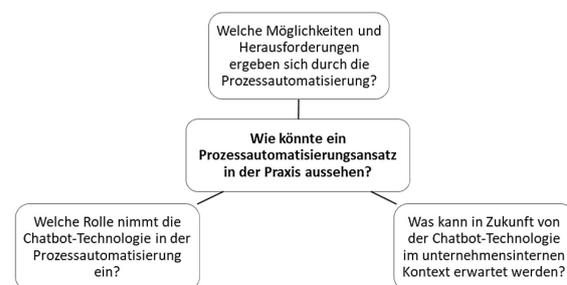


Abbildung 1: Forschungsfragen in Bezug auf Prozessautomatisierung

Die Untersuchungsmethodik stützt sich auf eine qualitative Forschung nach Mayring (Mayring, 2015). Es erfolgt

eine Analyse der insgesamt acht durchgeführten leitfadengestützten Experteninterviews, sowie eine Betrachtung des durchgeführten Use Cases in Kooperation mit der Landesmesse Stuttgart GmbH (LMS). Das Ziel der Experteninterviews besteht in der Einbeziehung außenstehender Experten, was eine externe Informationsgewinnung weiterer Aspekte über ganzheitliche Prozessautomatisierung ermöglicht. Die Einzelfallstudie entwickelt im Rahmen des Use Cases im Sinne einer pragmatischen Vorgehensweise eine zugehörige Umsetzungsmöglichkeit in der Praxis.

HYPERAUTOMATISIERUNG vs. HOLISTISCHE PROZESSAUTOMATISIERUNG

Hyperautomatisierung

Der Marktanalyst Gartner definiert Hyperautomatisierung als Ansatz für ganzheitliche Automatisierung. Abhängig vom Marktforschungsanalysten wird man auf unterschiedliche Begriffe für einen solchen Ansatz treffen, wie beispielsweise Intelligente Prozessautomatisierung von IDC oder digitale Prozessautomatisierung von Forrester. Im Vordergrund steht eine Kombination aus verschiedenen „intelligenten“ Automatisierungslösungen, dazu gehören robotergestützte Prozessautomatisierungen oder intelligente Geschäftsprozesssysteme, darunter sind aber auch fortschrittliche Technologien zu verstehen, die auf Bereichen der Künstlichen Intelligenz (KI) basieren. Ein solches Zusammenspiel vieler unterschiedlicher Werkzeuge ermöglicht eine bessere Abbildung menschlicher Fähigkeiten, wobei das Ziel einer immer stärker KI-gestützten Entscheidungsfindung verfolgt wird (Gartner, 2019).

Bei der Idee der Hyperautomatisierung handelt es sich um einen jungen und weitgehend unerforschten Automatisierungsansatz, deshalb liegt nahezu keine wissenschaftliche Literatur vor. Veröffentlichte Artikel wurden zumeist von Praktikern verfasst, d.h. von Marktforschungsunternehmen, Unternehmensberatungen, Softwareunternehmen oder Zeitungen. Die grundsätzliche Möglichkeit einer Recherche von oberflächlichen Erkenntnissen ist zwar gegeben, jedoch sind die Aussagen solcher Artikel kritisch zu würdigen, da die Darstellungen häufig in einem positiven Licht anstatt in einer intersubjektiv nachvollziehbaren Betrachtung gehalten werden. Im vorliegenden Beitrag wird deshalb von ganzheitlicher Prozessautomatisierung gesprochen.

Prozessautomatisierung und Automatisierungszyklus

Zweck einer Prozessautomatisierung ist die Verbesserung und Vereinfachung der Prozessausführung, die sich positiv auf den Prozessablauf, die Produkt- oder Dienstleistungsvielfalt oder die Prozessgeschwindigkeit auswirkt (Lexa, 2021). Zwar gibt es in der einschlägigen Literatur keine einheitliche Definition, dem Artikel wird je-

doch das nachfolgende Begriffsverständnis zugrunde gelegt: „Process automation is defined as the level of human interaction with equipment and technology during the value-creation process. In general, the goals of automation are to minimize total system cost by reducing labor cost, and to improve process stability and system reliability“ (Wang, Mileski, & Zeng, 2019).

Eine Thematisierung der methodisch-anwendungsorientierten Herangehensweise an die Prozessautomatisierung erfolgt anhand eines Automatisierungszyklus (Gartner, 2019). Der Ansatz nach Gartner zeigt mit seinen sieben Phasen einen Weg für die digitale Transformation auf, jedoch lässt dieser Automatisierungszyklus aus Sicht der Autoren noch einen relevante Aspekt aus: Einen zukünftigen Interaktionspunkt sowie eine Regulierung des Zusammenspiels zwischen Mensch und Maschine, für beispielsweise anstehende Entscheidungen in einem automatisierten Prozess, thematisiert keine der genannten Phasen ausdrücklich. Dahingegen haben UiPath (UiPath, kein Datum) und KPMG (Ginner, 2020) eine solche Phase in ihren abgewandelten Automatisierungszyklen unter dem englischen Begriff „Engage“ (deutsch Beteiligen) aufgenommen und ordnen diese Phase thematisch zwischen Ausführung bzw. Produktivsetzung und dem Monitoring eines Prozesses ein. Die Phase „Engage“ berücksichtigt die Interaktion bzw. Regulierung zwischen Mensch und Maschine isoliert, z. B. in Form von Workflows oder Chatbots.

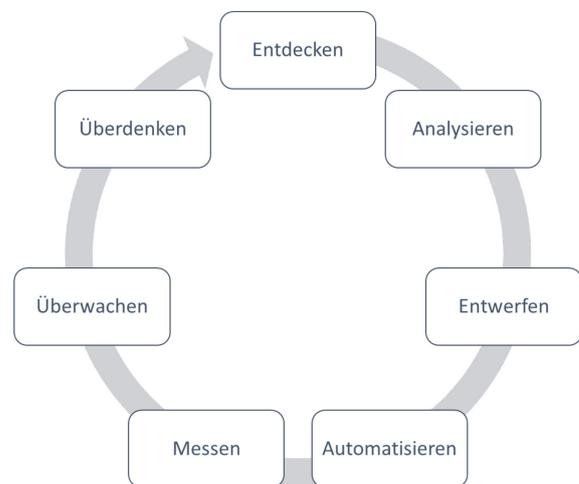


Abbildung 2: Phasen des Automatisierungslebenszyklus nach Gartner

Rahmenbedingungen für eine integrierte Prozessautomatisierung

Die Etablierung eines ganzheitlichen Automatisierungsansatzes erfordert eine Betrachtung verschiedener Rahmenbedingungen.

- **Rechtliche Aspekte**

Im Zuge der digitalen Transformation sind Unternehmen in der Verantwortung sich mit unterschiedlichen rechtli-

chen Anforderungen wie z.B. der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) auseinanderzusetzen. Die jeweiligen Regelungen von Gesetzen und Rechten werden in den meisten Fällen innerhalb einer Compliance-Richtlinie für das gesamte Unternehmen festgehalten. Automatisierungen von Geschäftsprozessen sehen in der Regel eine Modellierung der entsprechenden Abläufe vor, was eine Reduzierung von denkbaren Verstößen gegen Vorschriften ermöglicht. Der modellierte Prozess durchläuft häufig eine Freigabe von unterschiedlichen Personen, wodurch eine Sicherstellung der entsprechenden Vorschriften erfolgt (Allweyer, 2020).

Außerdem wird diese Thematik auch durch Regulierungen seitens der Politik gesteuert. Hierfür wurde eine einheitliche Strategie zur Cybersicherheit in der EU entwickelt, welche ein hohes Sicherheitsniveau für Netz- und Informationssysteme vorsieht, sowie Mindeststandards bezüglich Sicherheitsfragen und Meldepflichten (Rosenthal, 2018). Das Ziel dieser Strategie ist unter anderem den Aufbau einer soliden Cybersicherheitsstruktur in der EU voranzubringen. Eine konkrete Maßnahme sieht bspw. vor, eine europäische Zertifizierung für Cybersicherheit einzuführen, sodass dadurch eine höhere Transparenz und Sicherheit für digitale Produkte und Dienstleistungen entstehen. Die EU hat in diesem Themenspektrum jedoch noch großen Aufholbedarf insbesondere bei der Harmonisierung von rechtlichen Verbindlichkeiten in Bezug auf Cyberkriminalität (Bendiek, Bossong, & Schulze, 2017).

Der Umgang mit technischen Risiken und Verantwortungslücken erfordert neue Maßnahmen für die bestehende Rechtslage, wie beispielsweise einen eigenen Rechtsstatus für Softwareagenten, da geltende Rechte für Menschen nicht ausreichen:

- Das sogenannte **Autonomierisiko** thematisiert die schwierige Nachvollziehbarkeit von korrekten Regulierungen aufgrund möglicher willkürlicher Entscheidungsmechanismen durch digitale Lösungen unter Einsatz von KI. Dabei sind Fairnessaspekte, die z.B. durch Bias-Effekte bei Machine Learning (ML)-Systemen beeinträchtigt werden können, zu berücksichtigen. Ein Lösungsansatz versucht dieses Risiko zu minimieren, indem vorgegebene Varianten i.S.v. Entscheidungen unter Unsicherheit hinterlegt werden. Eine getroffene Entscheidung basiert dann auf gewichteten Kriterien der zugrundeliegenden Programmierung, sowie der eigenen Lernleistung durch die künstliche Intelligenz (Cornelius, 2020). Ferner vermag das Konzept der erklärbaren KI („Explainable Artificial Intelligence“ – XAI), das zugehörige Risiko weiter einzugrenzen. Hierzu stehen verschiedene generische Ansätze (Ante hoc-, Design- und Post-hoc-Konzepte) sowie die Möglichkeit, diese untereinander zu kombinieren, zur Verfügung (Walzl, & Vogl, 2018).

- Neben dem Autonomierisiko bestehen das Verbund- und Vernetzungsrisiko durch die Digitalisierung. Das **Verbundrisiko** greift die Problematik einer intensiven Mensch-Maschine-Kooperation auf, wobei in diesem Fall insbesondere eine Interaktion zwischen den beiden Akteuren im Vordergrund steht, z. B. in Form eines Chatbots. Eine enge Verflechtung von Mensch und Maschine führt dazu, dass sich eine Identifikation der Einzelhandlungen als schwierig bzw. unmöglich gestaltet. Eine zukünftige Lösungsmöglichkeit hierfür wäre die Einführung eines Mensch-Maschinen-Verbundes, woraus sich eine gemeinsame Zurechnungseinheit ergeben würde (Cornelius, 2020).
- Das **Vernetzungsrisiko** beschäftigt sich mit Risiken, die aus einer Vernetzung mehrerer IT-Anwendungssysteme entstehen können. Auch hierbei erweist sich eine Zurechnung der verantwortlichen Handlungsträger als schwierig. Die Diskussion über eine mögliche Regelung bewegt sich dahingehend nicht einen einzelnen Entscheidungsträger als Zurechnungseinheit zu bestimmen, sondern die Handlung selbst als autonome Entscheidung zu verantworten, wodurch ein kollektives Risikomanagement entsteht (Cornelius, 2020).

• Personelle Aspekte

Humanressourcen-bezogene Thematiken stehen an erster Stelle, denn viele Unternehmen wenden die digitalen Technologien lediglich an, anstatt eine echte Veränderung im Mindset voranzutreiben. Die Aufgabe liegt hierbei beim Führungspersonal der Unternehmen. Diese sind in der Verantwortung eine Richtung einzuschlagen, in welcher Technologien die menschlichen Fähigkeiten unterstützen (Westerman, 2020).

Im Sinne eines effektiven Change Managements erweist es sich als erforderlich, die Mitarbeiter von Anfang an aktiv miteinzubeziehen, sodass eine durchgehende Begleitung in den digitalen Wandel erfolgt. Neben dem Einsatz etablierter Instrumente des Change-Managements ergibt sich die Notwendigkeit neue Anforderungsprofile für eine digitale Arbeitswelt zu entwickeln (Kreher & Roth, 2019).

Zunächst ist eine konzeptionelle und planerische Vorbereitung hinsichtlich der kommenden Veränderungen erforderlich, sodass die Entwicklung eines Stufenplans für die tatsächliche Transformation erfolgen kann. Weiterhin zeigt sich eine durchgängige, transparente Kommunikation als notwendig: Ein erfolgreiches Veränderungsmanagement beinhaltet beispielsweise die Aufklärung über Auswirkungen auf die tägliche Arbeit der Mitarbeiter. Eine mangelnde Veränderungsbereitschaft seitens der Mitarbeiter entsteht in den meisten Fällen durch ein mangelndes Verständnis der anstehenden Herausforderungen für das Unternehmen, was zudem durch Furcht anstehen-

der Konsequenzen verstärkt wird, sowie durch Entziehung des Einflusses auf die Arbeitsgestaltung (Hagenlocher, Müller, & Scherber, 2013).

- **Organisatorische Aspekte**

Die organisatorische Gestaltung dient einer erfolgreichen Skalierung der digitalen Transformation im gesamten Unternehmen. Die Ziele einer solchen organisatorischen Aufstellung sind einerseits auf den bereits existierenden Erkenntnissen aufzubauen. Andererseits ist die Erfüllung der Unternehmensanforderungen in Bezug auf Sicherheit, Qualität, Governance und Compliance etc. zu gewährleisten. Ein probates Betriebsmodell stellt das sogenannte Center of Excellence (CoE) dar. Hierdurch wird gemeinschaftliches Wissen mithilfe von Best-Practice-Anleitungen in Kombination mit Schulungen gebündelt, sowie eine zentral gelenkte Richtung auf übergeordnete Ziele und Strategien des Unternehmens eingeschlagen. Auch die Verwaltung von Softwarelizenzen, sowie das dazugehörige Upgrade-Management gehören in den zugehörigen Verantwortungsbereich. Außerdem fungiert ein CoE auch als Prüfungs- und Genehmigungsinstanz, sodass eine Einhaltung relevanter Standards und definierter Praktiken erfolgt (Ward-Dutton, 2020).

Das White Paper von Horváth & Partners zeigt die einzelnen Stufen des Reifegrades zur Bildung eines Automation Center of Excellence auf (vgl. Abb. 3). Hierfür starten zunächst erste Pilotprojekte, zumeist in Finanzbereichen, was nach erfolgten, erfolgreichen Abschlüssen zu Automatisierungsprojekten in mehreren Funktionsbereichen führt. Für ein weiteres Vorantreiben von Skalierungseffekten und Kosteneinsparungen ist die Bildung einer zentralen Instanz im Sinne eines CoE vorgesehen (Beuckes & Liesert, 2019).

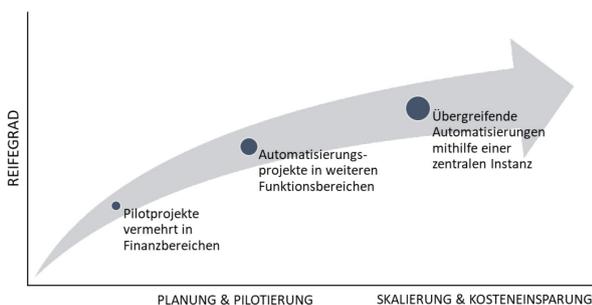


Abbildung 3: Reifegradmodell zum Automation Center of Excellence [Eigene Darstellung in Anlehnung an (Beuckes & Liesert, 2019)]

Eine solche Einbindung erfolgt in zentraler, dezentraler oder hybrider Form in eine Organisationsstruktur. Das zentrale Modell sieht das CoE als einzige Instanz vor, die eine Steuerung und Verantwortung für die gesamten Automatisierungsprojekte in Zusammenarbeit mit Geschäfts- bzw. Funktionsbereichen übernimmt. Dahingegen enthält das dezentrale Modell keine zentrale Instanz, sondern eine Verteilung der Automatisierungsprojekte

auf die unterschiedlichen Unternehmenseinheiten, wobei die Steuerung und Verantwortung dort jeweils angesiedelt ist. Beim hybriden Modell handelt es sich um einen Mix aus der zentralen und der dezentralen Vorgehensweise: Hierbei übernehmen die Geschäfts- bzw. Funktionsbereiche die operative Prozessverantwortung, während die zentrale Instanz strategische Themen steuert (Beuckes & Liesert, 2019).

- **IT-Aspekte**

Eine moderne IT-Infrastruktur bildet das Herzstück der digitalen Transformation, deshalb erweisen sich flexible und innovative IT-Infrastrukturen als notwendig. Als Tendenz lässt sich der Ausbau und Betrieb eigener IT-Zentren unter einer zunehmenden Nutzung von Cloud-Services erkennen, was sich aus einer von Bitkom durchgeführten Befragung ergibt (Bitkom, 2019).

Die neuen IT-Betriebsmodelle externer IT-Dienstleister beruhen auf Cloud-Services und bieten im Allgemeinen drei unterschiedliche Arten an, um Unternehmen bei der digitalen Transformation zu unterstützen (Lindner, Niebler, & Wenzel, 2020):

- **Infrastructure-as-a-Service:** Die grundlegenden IT-Ressourcen fallen unter diesen Service, wie beispielsweise Speicherplatz, Prozessoren, Betriebssysteme oder Netzwerke.
- **Plattform-as-a-Service:** Dieser Service stellt dem Nutzer eine Entwicklungsumgebung bereit, wodurch sich eigene Anwendungen innerhalb des Unternehmens entwickeln lassen.
- **Software-as-a-Service (Software):** Bei diesem Service stellt der IT-Dienstleister seine eigenen Anwendungen für die Nutzung bereit, welche direkt über das Internet bzw. den Browser erreichbar sind. Es ist keinerlei Aufwand für eine technische Infrastruktur, sowie Installation oder Ausführung von Updates der Anwendung seitens der Nutzer notwendig.

Zu den technischen Rahmenbedingungen zählt außerdem auch noch der Umgang mit Programmierschnittstellen (engl. Application Programming Interfaces, APIs). Dies ermöglicht eine Kombination bzw. Integration von verschiedenen Technologien und IT-Anwendungssystemen durch den automatisierten Datenaustausch. Die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation lässt sich z.B. durch den REST (Representational State Transfer-Architekturstil) umsetzen, welcher die Kommunikation zweier Webanwendungen über das World Wide Web ermöglicht. Der REST-Ansatz hat sich in den letzten Jahren aufgrund seiner einfachen Prinzipien durchgesetzt und gegenwärtige Entwicklungen von Webservices dadurch stark verändert (Golubski, 2020).

CHATBOTS

Im Laufe der Zeit entwickelten sich unterschiedliche Formen von Benutzungsschnittstellen zwischen Menschen

und Maschinen. Insbesondere die sogenannten Conversational Interfaces (CI) weisen seit mehreren Jahren eine rasche Weiterentwicklung auf. Die Interaktion zwischen Benutzer und IT-System kann generell in geschriebener oder gesprochener Form erfolgen. Dies führt zu einer Differenzierung zwischen Sprachassistenten und Chatbots (Stanoevska-Slabeva, 2018).



Abbildung 4: Conversational Interfaces

Durch die Ausgestaltung von Benutzungsschnittstellen, die sich an einem natürlichsprachlichen Dialog ausrichten, besteht das Potenzial für eine attraktive und effiziente Art der Kommunikation (Stanoevska-Slabeva, 2018). Der User hat die Möglichkeit, sein Anliegen gegenüber der Maschine direkt zu äußern. Das IT-System „versteht“ und reagiert auf das gewünschte Anliegen. Dem Nutzer wird hierdurch das bei grafischen Benutzeroberflächen übliche Suchen und Durchklicken erspart (Kabel, 2020). Im Sinne der Reziprozität beinhaltet der Ansatz eine richtungsweisende Veränderung – da bei diesem Paradigma weniger der Mensch die Interaktion mit der Maschine erlernt, als sich die Maschine an die Interaktion mit dem Menschen anpassen muss (Alder, et al., 2018).

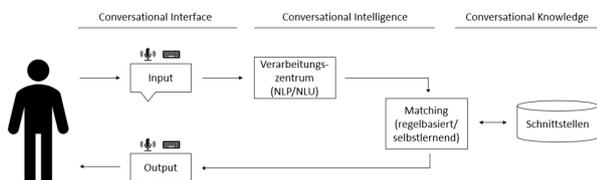


Abbildung 5: Drei-Komponenten-Architektur [Eigene Darstellung in Anlehnung an (Stucki, D’Onofrio, & Portmann, 2018)]

Das **Conversational Interface** ermöglicht einen textbasierten oder einen sprachbasierten Dialog i.S.v. eingegebenen Fragen (Input) und ausgegebenen Antworten (Output). Bei dem Einsatz eines Sprachassistenten ist es in diesem Kontext zum einen zusätzlich nötig, dass der gesprochene Input mittels „Speech to Text“ (STT) in Text konvertiert wird. Zum anderen erweist es sich als erforderlich, den in Textform generierten Output mittels „Text to Speech“ (TTS) in Sprache zu übertragen (Stanoevska-Slabeva, 2018).

Die Komponente **Conversational Intelligence** charakterisiert das Verarbeitungszentrum. An dieser Stelle lässt sich Input analysieren und Output generieren (Stanoevska-Slabeva, 2018).

Im ersten Schritt ist die Nutzung von Verfahren zur Analyse und Verarbeitung textbasierter Sprache erforderlich: (Singh, Ramasubramanian, & Shivam, 2019)

- Natural Language Processing (NLP): Diese Technologie führt eine Analyse des Textes im Hinblick auf bestimmte Schlüsselwörter durch.
- Natural Language Understanding (NLU): Zugehörige Algorithmen ermöglichen die Interpretation eines Textes auf Sinn und Kontext.

Der Chatbot ist dadurch in der Lage, die Nutzerabsicht in Form eines Freitextes automatisch zu erschließen. Diese Fähigkeit erlernt der Chatbot anhand von verschiedenen hinterlegten Intent-Varianten: Für ein Intent (Anliegen) sind unterschiedliche Freitexte, d.h. eine Auswahl an möglichen Fragen zu einem bestimmten Anliegen des Nutzers, hinterlegt. Ein neues Intent muss der Chatbot erst erlernen, bevor er auf dieses reagieren kann. Dies erfolgt auf der Basis von ML-Algorithmen: Das neue Intent ist in der Datenbank mit unterschiedlichen Beispielen zu hinterlegen. Diese dienen dem ML Programm als Trainingsdatensatz, sodass auch mit Abweichungen im praktischen Einsatz umgegangen werden kann. Im zweiten Schritt hat der Chatbot auf den Input entsprechend zu reagieren. Hierzu wird der Output entweder durch explizit formulierte Regeln (Human Teaching) oder mithilfe von ML-Verfahren generiert. (Stanoevska-Slabeva, 2018).

Die dritte Komponente beinhaltet die interne oder externe Wissensdatenbank des Chatbots. Das **Conversational Knowledge** stellt dem Chatbot die notwendigen Daten bzw. Schnittstellen für eine Antwortgenerierung bereit. Diese Schnittstellenanbindung dient auch dem Anstoßen von weiteren Prozessen in Drittsystemen (Stanoevska-Slabeva, 2018).

Chatbots sind in der Praxis häufig im Kunden- oder Mitarbeiterservice eingesetzt, mit dem Ziel, sowohl innerhalb als auch außerhalb eines Unternehmens einen besseren Informationsfluss zu gewährleisten. Gegenwärtig legt man den Fokus bei der Entwicklung von Chatbots darauf, dass die generierten Lösungen einen Assistenz-Charakter haben: Anhand der Orientierung am zwischenmenschlichen Dialog liefert der Chatbot dem Nutzer die gewünschten Informationen (Informationsbot) und stößt auch bestimmte Prozesse an (Transaktionsbot). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Chatbot den Nutzer sowohl bei der Informationsfindung als auch bei der Informationsverarbeitung unterstützt. Dadurch lassen sich kritische Erfolgsfaktoren wie Zeit und Kosten positiv beeinflussen: Der Chatbot steht 24/7 zur Nutzung bereit, wodurch sich u.a. telefonische Nachfragen bei Service Centern oder Kollegen eindämmen lassen. Hierdurch können Ressourcen letztendlich anderweitig eingesetzt bzw. verlagert werden (Stucki, D’Onofrio, & Portmann, 2018).

USE CASE

Nach Mayring gehören auch Einzelfallstudien zu qualitativen Analysemöglichkeiten. Diese lassen sich in eine offene, deskriptive und interpretative Methodik einordnen, wodurch man Möglichkeiten und Grenzen der praktischen Implementierung aufzeigen kann (Mayring, 2015). Ein Use Case dient danach zur Veranschaulichung einer Thematik anhand der Durchführung eines praktischen Fallbeispiels, was eine greifbare und sichtbare Betrachtung von Prozessautomatisierung ermöglicht. Der Anwendungsfall befasst sich mit der prozessorientierten Kostenrechnung anhand der Nutzung von Projektstrukturplanelementen (PSP-Elementen), welche dem SAP ERP-PS Projektmodul angehören.

1. Einordnung der PSP-Elemente an der LMS

Die Landesmesse Stuttgart GmbH (LMS) nutzt Projektstrukturpläne (PSP) in ihrem SAP-ERP-System, um ihre verschiedenen Veranstaltungen abzubilden. Die einzelnen PSP-Elemente geben in diesem Zusammenhang eine Erlös- bzw. Kostenstruktur für einzelne Veranstaltungen vor, welche man je nach Bedarf zusammenstellen kann. Die PSP-Elemente dienen der LMS als Erlös- bzw. Kostensammler für die verschiedenen Veranstaltungen. Eine Abrechnung dieser Elemente erfolgt anhand von vorgegebenen Abrechnungsvorschriften durch das Controlling innerhalb des Project Builders im Project System (PS)-Modul in SAP. Ein PSP-Element an der LMS kann aus bis zu 7 unterschiedlichen Ebenen bestehen, wobei die einzelnen Ebenen in Ziffernblöcken abgebildet werden.

2. Beschreibung der Problemstellung

Eine Kontierung dient der Zuordnung von angefallenen Kosten und Erlösen auf Kontierungsobjekten, hier PSP-Elemente, in Kostenrechnungssystemen, was ein Kostenmanagement ermöglicht. Hierfür ist eine verursachungsgerechte Kontierung erforderlich, sodass sich korrekte Aussagen über z. B. Ressourcenverbrauch oder Kosteneinflussgrößen treffen lassen (Friedl, 2019).

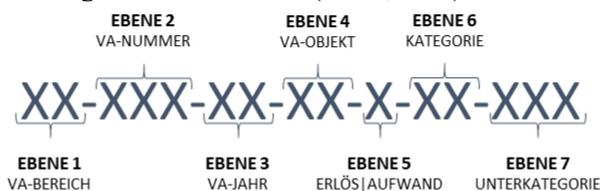


Abbildung 6: Aufbau eines PSP-Elements an der LMS

Die bisherige Vorgehensweise einer Kontierungsdurchführung an der LMS lässt den Verantwortlichen viele Freiheiten offen, was unter anderem zu Unsicherheiten führt, beispielsweise durch mangelndes Wissen oder durch fehlerhafte Interpretation. Eine vom Controlling in der Vergangenheit durchgeführte Kostenartenanalyse auf Ebene der einzelnen Kategorien bzw. Unterkategorien (PSP-Elemente) zeigte erhebliche Diskrepanzen auf. Dieser Anlass hat den Wunsch nach einer geführten digitalen Lösung verstärkt, bei welcher das Controlling einen größeren Einfluss auf die Kontierung ausüben kann. Die

Herausforderung besteht darin, eine digitale Lösung zu entwickeln, welche sowohl den Anforderungen des Controllings als auch denen der Projektteams gerecht wird. Dies soll in der vorgegebenen Zeit von drei Monaten erfolgen. Die Grundidee einer digitalen Kontierungshilfe, welche die Verantwortlichen in einem geführten Dialog (Chat) unterstützt, stellt somit den Ausgangspunkt der digitalen Lösung seitens der Anforderung des Controllings dar.

3. Vorgehensweise im Projekt

Die Durchführung des Projekts findet im Rahmen eines Vorgehensmodells mit Meilensteinen am Ende jeder Phase statt. Abbildung 7 zeigt die einzelnen Arbeitsschritte der Vorbereitungsphase auf, sowie eine Einordnung einzelner Phasen des Automatisierungszyklus nach Gartner:

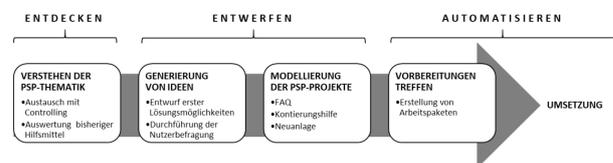


Abbildung 7: Vorgehensweise PSP-Projekt

• Verstehen der PSP-Thematik

Im ersten Schritt erweist es sich als notwendig, eine Einführung in die PSP-Thematik zu erhalten, sodass ein Grundverständnis und ein Gesamtüberblick resultieren. Dafür findet einerseits ein Austausch mit dem Controlling als prozessverantwortliche Organisationseinheit und andererseits eine Auswertung bzw. Analyse der vorhandenen Hilfsmittel statt.

• Generieren von Ideen

Auch die Mitglieder des Messe-Projektteams, als zugehörige End-User, werden in den Entwicklungsprozess anhand einer durchgeführten Nutzerbefragung eingebunden. Die Auswertung der Nutzerbefragung stellt relevante Erkenntnisse aus Sicht der End-User für die Thematik des Use Cases (PSP-Elemente), aber auch über die neuartige Mensch-Maschine-Kooperation (Chatbot) fest.

• Modellieren der PSP-Projekte

Die Ergebnisse der Anforderungsdiagnose werden daraufhin in einem kommentierten Soll-Modell als gemeinsame Kommunikationsgrundlage festgehalten. Die Erstellung erfolgt in der Geschäftsprozessmodellierungssprache BPMN 2.0, da diese sich auch als Grundlage für eine spätere Automatisierung eignet.

• Treffen von Vorbereitungen

Nachdem das Zusammentragen der theoretischen Grundlagen für eine Umsetzung der Kontierungshilfe im Sinne einer integrierten Prozessautomatisierung mithilfe unterschiedlicher Methodiken stattgefunden hat, erfolgen die notwendigen Vorbereitungen für eine praktische Umsetzung. Hierfür fungiert ein Online-Projektplaner in Microsoft Teams, der die erforderlichen Arbeitspakete für die

jeweiligen Teilprojekte (FAQ, Kontierungshilfe, Neuanlage) enthält, als Basis. Die Darstellung der Teilprojekte erfolgt in sogenannten Buckets, was eine separate Betrachtung des Fortschritts der einzelnen Teilprojekte ermöglicht. Eine Klassifizierung der Arbeitspakete erfolgt anhand der betroffenen Technologie, wodurch eine gezielte Abarbeitung in den einzelnen Anwendungen stattfindet.

4. Vorstellung der digitalen Lösung

Die entwickelte digitale Kontierungshilfe ermöglicht einerseits eine geführte Unterstützung für den End-User und andererseits eine gewünschte Eingrenzung der Kontierungsoptionen für das Controlling.

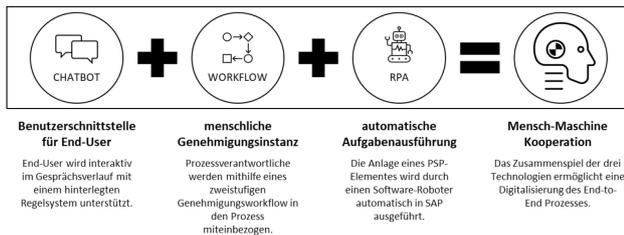


Abbildung 8: Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine in der Prozessautomatisierung

Der Prozess erfordert eine Kooperation zwischen Mensch und Maschine, was mit einer Auswahl der nachfolgenden Kombination von Low-Code-Anwendungen gelungen ist.

- **Chatbot**

Als Benutzungsschnittstelle für den End-User bietet sich in diesem Fall die Wahl einer interaktiven Kommunikation in Form eines Chatbots an, denn die Zusammenstellung eines PSP-Elements ist von vielen unterschiedlichen Faktoren abhängig. Hierbei erfolgt die Ermittlung einerseits durch ein festgeschriebenes bzw. vordefiniertes Rahmenwerk und andererseits durch das eigene Ermessen des Projektteams. Mithilfe dieses Lösungswegs ist der End-User nicht nur auf sein eigenes Verständnis angewiesen. Vielmehr kann er in Form eines automatisierten Dialogs zusammen mit der Maschine Schritt für Schritt das notwendige PSP-Element für den Sachverhalt bestimmen.

Die Ergebnisse der Nutzerbefragungen haben zur Entscheidung für einen Klick-Chatbots geführt, welcher ganzheitlich mit einem geführten Dialog ausgestattet ist. Dies gewährleistet eine zielführende Nutzung des Chatbots für die End-User.

Des Weiteren ist es wichtig, bei der Einführung einer neuen Technologie das Risiko von Frustration oder Ablehnung so gering wie möglich zu halten. Dies wird durch die Wahl eines Klick-Chatbots gewährleistet, denn hierdurch ist die Gestaltung eines intuitiv geführten Dialogs anhand von Buttons und gezielten Eingabefeldern möglich. Der Gesamtprozess wird speziell für den End-User

mithilfe einer einzigen Anlaufstelle (Chatbot) vereinfacht. Mit dieser Vorgehensweise lassen sich Medienbrüche verhindern.

Damit gewährleistet der Chatbot eine flexible Kontierung in einem vorgegebenen Rahmen wie auch dem End-User eine Einhaltung der Mindestanforderungen für eine Kontierung seitens des Controllings.

- **Workflow-Management-System**

Der Wunsch nach einer Einbeziehung von Projektteam und Controlling in den Prozess wird mit der Wahl eines Workflow-Management-Systems umgesetzt. Mithilfe dieser Technologie ist die Abbildung eines Entscheidungsmanagements in Form einer menschlichen Genehmigungsinstanz möglich. Der Workflow sieht in diesem Fall eine zweistufige Genehmigung vor, wobei die erste Instanz die Projektleitung und die zweite Instanz das Controlling einnimmt. Die Prozessverantwortlichen erhalten die notwendigen Daten anhand eines aggregierten Formulars, was den Entscheidungsprozess erleichtert und beschleunigt. Zudem wird die abteilungsübergreifende Betreuung der einzelnen Projektteams in Bezug auf die Projektstruktur für das Controlling an einem Ort zentralisiert, was ein übersichtlicheres und nachvollziehbareres Management seitens des Controllings ermöglicht. Das Controlling kann hierdurch seiner beratenden Aufgabe im Zuge eines effizienten Kostenmanagements intensiver nachkommen.

- **Robotic Process Automation (RPA)**

Für den letzten Schritt im Gesamtprozess eignet sich der Einsatz eines RPA-Bots. Die RPA-Technologie ermöglicht eine Automatisierung von sich wiederholenden und regelbasierten Prozessen und Aufgaben. RPA ist eine vorkonfigurierte Software-Instanz, die Geschäftsregeln und vordefinierte Aktivitäts-Choreografien verwendet, um ein Ergebnis mithilfe einer autonomen Ausführung von Prozessen, Aktivitäten, Transaktionen und Aufgaben in einem oder mehreren unabhängigen Softwaresystemen und mithilfe menschlichem Ausnahmemanagement zu erzielen (IEEE 2017).

RPA verwendet sogenannte Roboter bzw. Bots, um die gestellten Aufgaben zu erfüllen. Bei den Robotern unterscheidet man zwischen „Attended Robots“ (Desktop-RPA) und „Unattended Robots“ (sog. RPA-Plattformen):

- „Attended Robots“ repräsentieren (häufig von Mitarbeitern oder dem verantwortlichen RPA-Team) programmierte Neuentwicklungen, die auf einem ausgewählten Computer oder mobilen Gerät lokal ausgeführt werden (Langmann und Turi 2020).
- „Unattended Robots“ werden i.d.R. durch ein Projektteam entwickelt und zentral über virtuelle Maschinen verwaltet (Langmann und Turi 2020; Smeets et al. 2019; Koch und Fedtke 2020).

Die Ausführung einer Anlage des PSP-Elements in SAP basiert immer auf derselben Vorgehensweise, was eine automatisierte Bearbeitung durch digitale Software-Roboter ermöglicht. Eine Schnittstelle zu SAP ist bei der Wahl dieser Technologie nicht erforderlich, da ein RPA-Bot die Arbeitsschritte eines Menschen nachahmt. Der RPA-Bot arbeitet auf der Ebene der grafischen Benutzeroberfläche. Für den vorliegenden Anwendungsfall ist eine Vollautomatisierung ohne menschliche Interaktion vorgesehen, deshalb ist die Entscheidung auf einen unattended Robot gefallen. Der Trigger für den Prozessstart des RPA-Bots ist innerhalb des Workflows festgelegt. Sobald eine Genehmigung des Controllings vorliegt, reiht sich der entwickelte RPA-Bot in die Queue im Orchestrator ein, der im Folgenden den Auftrag an den unattended Robot weitergibt. Eine Abarbeitung der eingereihten Aufgabenausführung erfolgt, sobald beim Robot freie Kapazitäten vorliegen. Nachdem der RPA-Bot die Ausführung in SAP durchgeführt hat, erhält der End-User eine E-Mail über die erfolgreiche Anlage des PSP-Elements.

5. Erkenntnisgewinn

Der Use Case hat sowohl einen ersten Einblick in Chancenpotenziale und Herausforderungen einer praktischen Umsetzung von Prozessautomatisierung gegeben, als auch die Veranschaulichung anhand eines Beispiels ermöglicht. Die nachfolgenden aufgezählten Aspekte stammen aus den Erfahrungen des hier vorgestellten Use Cases und zeigen somit nur einen speziellen Ausschnitt der übergreifenden Prozessautomatisierungsthematik.

Möglichkeiten:

- **Low-Code-Anwendungen** gestatten eine schnelle und unkomplizierte Umsetzung, wobei auch mit wenig IT-Background durch sog. Citizen Developer eine schnelle Einarbeitung in diese Anwendungen möglich ist.
- Mithilfe der **Auswahl von unterschiedlichen Technologien** lässt sich eine Automatisierung von End-to-End-Geschäftsprozessen umsetzen und mit KI- bzw. ML-Anreicherung ist die Abbildung von komplexeren Prozessen denkbar.
- Die Integration eines Chatbots bietet eine neue Form der **Mensch-Maschine-Kooperation**, wodurch digitale unterstützende Funktionen im Arbeitsalltag realisierbar sind. Dies führt zu effizienteren Geschäftsprozessen und ermöglicht eine bessere Einbindung der End-User in den digitalen Wandel. Außerdem lassen sich durch einen Chatbot Routine-Konversationen (teil)automatisieren, welche häufig in einem Unternehmen anzutreffen sind, da für viele Prozesse bestimmte Informationen vorab vorliegen müssen. Ferner gestattet es die Kooperation, dass End-User nur mit einem IT-Anwendungssystem konfrontiert werden, im vorliegenden Fall mit „MS Teams“. Dies führt dazu, dass die Komplexität und die Anzahl an genutzten Systemen signifikant abnehmen.

- Digitalisierung und Automatisierung bewirken eine **Standardisierung von Abläufen**, wodurch eine systematische Bearbeitung in der festgelegten Reihenfolge erfolgt. Dadurch lassen sich Fehlerquellen reduzieren und Effizienzgewinne realisieren.
- Das **Monitoring von Prozessen** wird vereinfacht, da die Prozesse transparenter sind und allen Beteiligten die relevanten Informationen zur Verfügung stehen.
- Die **digitale Transformation** ist mithilfe eines Zusammenspiels aus verschiedenen Technologien, Werkzeugen und Methodiken möglich. Hierbei ist es wichtig, eigenes Know-how aufzubauen und Schritt für Schritt Veränderungen in der Organisation auszulösen. Entsprechend lässt sich die Entwicklung einer neuen Denkweise im gesamten Unternehmen gewährleisten.

Herausforderungen:

- **Low-Code-Anwendungen** kommen schnell an ihre Grenzen, sodass oftmals, besonders bei komplexeren Thematiken, ein Coding-Einsatz erforderlich ist. Jedoch ermöglichen viele Low-Code-Anwendungen eine einfache Integration.
- Der alleinige Einsatz von Technologie ermöglicht keine **digitale Transformation**. Vielmehr ist diese durch innovative Ideen auszugestalten, wobei sich eine intensive Auseinandersetzung mit Prozessen und Menschen als notwendige Bedingung erweist.
- Eine **regelmäßige Kommunikation** über den Fortschritt der geplanten und eingesetzten Technologien ist erforderlich, sodass Menschen ein passendes Verständnis und Akzeptanz für die kommende digitale Transformation entwickeln.
- Den **Pflege- und Wartungsaufwand** darf man bei der Kombination von IT-Technologien nicht unterschätzen, um eine hinreichende Stabilität der Geschäftsprozesse zu gewährleisten.
- Es sind geeignete Architekturmaßnahmen hinsichtlich einer flexiblen Integration von neuen Technologien in die bestehende **IT-Infrastruktur** zu treffen.
- Den **Potentialen der Technologien** scheinen nahezu keine Grenzen gesetzt zu sein. Es gilt jedoch, die Technologien kritisch zu beleuchten. Nur so lassen sich eine adäquate Umsetzung und sinnvoller Einsatz aus Unternehmenssicht erzielen.

DISKUSSION UND FAZIT

Eine breitere Darlegung von Prozessautomatisierung ist mit den zur Verfügung stehenden Quellen erfolgt, die sich primär als praxisorientiert und weniger fundiert im Sinne einer wissenschaftlicher Forschungsarbeit erweisen. Die dadurch gewonnenen Informationen liefern jedoch interessante und relevante Erkenntnisse. Der Hauptfokus dieser Arbeit besteht in der Erarbeitung eigener Erkenntnisse und Erfahrungen über den Forschungsgegenstand, um eine objektive Ausarbeitung zu ermöglichen.

Mit der Durchführung eines Use Cases haben sich einerseits weiterführende Informationen über die technologische Thematik und andererseits relevante Auffassungen der letztendlich betroffenen Mitarbeiter ergeben. Der hier wiedergegebene Use Case liefert allerdings kein Gesamtbild über die Thematik, sondern zeigt lediglich eine mögliche praktische Umsetzung, um mit integrierter Prozessautomatisierung in einem Unternehmen zu beginnen. Er beruht nicht – wie von Gartner durch den Hyperautomation-Begriff propagiert - auf KI-Algorithmen, sondern auf regelbasierten Logiken und einer Kombination aus unterschiedlichen Low-Code-Anwendungen. Die Durchführung des Use Cases hat jedoch in einem hohen Ausmaß zur Beantwortung der Forschungsfragen in Bezug auf eine ganzheitliche Prozessautomatisierung beigetragen. Außerdem zeigt der Anwendungsfall eine Möglichkeit für zukünftige Mensch-Maschine-Kooperationen auf. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich jedoch nicht uneingeschränkt auf andere Unternehmen übertragen. Vielmehr sollten sie im Hinblick auf eine zugehörige Eignung kritisch analysiert und hinterfragt werden. Es ist dennoch möglich, verallgemeinerbare Aussagen über die Prozessautomatisierung in Form einer Mensch-Maschine-Kooperation zu treffen. Mit diesem Use Case lassen sich hierfür erste Erfahrungen durch eine Anwendung im Unternehmen sammeln: Es erweist sich zum einen als wichtig, das Technologie-Know-How unternehmensintern aufzubauen. Zum anderen ist es erforderlich, die Reaktionen der betroffenen Mitarbeiter wahrzunehmen und diese Stakeholder konstruktiv einzubinden.

Erfolgreiche Prozessautomatisierung im Unternehmen bedingt einen ganzheitlichen Rahmen für die digitale Transformation. Es handelt sich dabei jedoch um eine Entwicklung, die Schritt für Schritt in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Technologien und Menschen erzielt werden muss. Der technologische Faktor wird sich in naher Zukunft rasant weiterentwickeln. Hierbei ist insbesondere Rücksicht auf die Betroffenen zu nehmen, sodass diese sich gemeinsam mit der Technologie weiterentwickeln können.

AUSBLICK

Für die Thematik der integrierten Prozessautomatisierung sowie dem jungen Terminus Hyperautomation ergeben sich weitere Forschungsbedarfe unter dem Aspekt der KI bzw. des ML. Dabei geht es insbesondere um die Entwicklung von Unternehmen in Richtung einer datengetriebenen Organisation. Die zugehörige Notwendigkeit zeigt sich u.a. in Form einer durchgeführten Studie von etventure zum Thema digitale Transformation. Diese nimmt Bezug auf aktuelle Technologien bzw. digitale Entwicklungen. Laut Aussage der Autoren werden Big Data / Smart Data, Plattformökonomie und KI in Zukunft den größten Einfluss auf die Ausgestaltung von Geschäftsmodellen in Unternehmen haben (etventure, 2019).

LITERATUR

- Alder, C., Asani, B., Barmettler, G., Blumenthal, P., Brügger, D., Burgunder, M., . . . Müller, K. P. (2018). *Studie über Einsatzpotentiale und Beispiele für Conversational Interfaces*. Forschungs-, Praxis- und Venture Projekt im Bereich «Digitale Kommunikation und Geschäftsmodelle», Universität St. Gallen, Institut Für Medien- und Kommunikationsmanagement.
- Allweyer, T. (2020). *Prozessmanagement für die Digitale Transformation. Untersuchung aktueller Ansätze des Geschäftsprozessmanagements als Enabler für die digitale Unternehmenstransformation*. Forschungsbericht, Hochschule Kaiserslautern, Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik.
- Bendiek, A., Bossong, R., Schulze, M. (2017). Die erneute Strategie der EU zur Cybersicherheit, in: SWP-Aktuell 72, 1-8.
- Beuckes, T., & Liesert, H. (2019). Beyond RPA: Intelligente Prozessautomatisierung. Auf dem Weg zum großflächigen Einsatz. *Horváth & Partners*.
- Bitkom. (2019). Cloud-Monitor 2019. Eine Studie von Bitkom Research im Auftrag von KPMG Pressekonferenz. Retrieved from https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-06/bitkom_kpmg_pk_charts_cloud_monitor_18_06_2019.pdf
- Cornelius, K. (2020). "Künstliche Intelligenz", Compliance und sanktionsrechtliche Verantwortlichkeit. *Zeitschrift für Internationale Strafrechtsdogmatik*, 51-64.
- etventure. (2019). *Studie Digitale Transformation. Die Zukunftsfähigkeit der deutschen Unternehmen*. Retrieved Dezember 10, 2020, from www.etventure.com/studie2019
- Friedl, B. (2019). *Praxishandbuch Kostenmanagement*. München: UVK Verlag.
- Gartner. (2019). *Smarter with Gartner. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2020*. Retrieved September 21, 2020, from <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>
- Ginner, M. (2020). *Automatisch aus der Krise. Hyperautomation*. Retrieved Oktober 12, 2020, from <https://home.kpmg/at/de/home/insights/2020/07/dimensionen-schwerpunkt-it-ist-alles-automatisch-aus-der-krise.html>
- Golubski, W. (2020). *Entwicklung verteilter Anwendungen. Mit Spring Boot & Co*. Wiesbaden: Springer Vieweg.

- Hagenloch, E., Müller, S., & Scherber, M. (2013). Organisatorische Umsetzung. In F. Bayer, & H. Kühn, *Prozessmanagement für Experten. Impulse für aktuelle und wiederkehrende Themen* (pp. 225-247). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kabel, P. (2020). Weshalb sind CUIs und intelligente Assistenten so bedeutend? In P. Kabel, *Dialog zwischen Mensch und Maschine. Conversational User Interfaces, intelligente Assistenten und Voice-Systeme*. (pp. 65-81). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Kreher, M., & Roth, E. (2019). Kompetenzprofile in der Finanzfunktion der Zukunft. In: Christian Fink und Oliver Kunath. In C. Fink, & O. Kunath, *Digitale Transformation im Finanz- und Rechnungswesen* (pp. 39-50). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Lexa, C. (2021). Bedeutung des Begriffs Automatisierung. In C. Lexa (Ed.), *Fit for Future. Fit für die digitale Zukunft* (pp. 7-9). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-33073-6_3
- Lindner, D., Niebler, P., & Wenzel, M. (2020). *Der Weg in Die Cloud. Ein Leitfaden Für Unternehmer und Entscheider*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12. überarb. Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz Pädagogik)*.
- Rosenthal, S. (2018). Cybersecurity Act: Mehr Sicherheit im digitalen Raum? *wissensmanagement*(Heft 6), 32-33.
- Singh, A., Ramasubramanian, K., & Shivam, S. (2019). *Building an Enterprise Chatbot. Work with Protected Enterprise Data Using Open Source Frameworks*. New York: Apress.
- Stanoevska-Slabeva, K. (2018). Conversational Interfaces — die Benutzerschnittstelle der Zukunft? *Wirtschaftsinformatik & Management 10 (6)*, 26-37.
- Stucki, T., D'Onofrio, S., & Portmann, E. (2018). Chatbot – Der digitale Helfer im Unternehmen. Praxisbeispiele der Schweizerischen Post. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 55 (4)*, pp. 725-747.
- UiPath. (n.d.). *Hyperautomation - Fast Complete Process Automation. What it is, why it matters, and how the UiPath automation suite fits in*. Retrieved Oktober 18, 2020, from <https://www.uipath.com/rpa/hyperautomation>
- Wang, P., Mileski, J. P., & Zeng, Q. (2019). Alignments between strategic content and process structure: the case of container terminal service process automation. *Maritime Economics & Logistics*, 21(4), 543-558. <https://doi.org/10.1057/s41278-017-0070-z>
- Waltl, B. & Vogl, R. (2018) Explainable Artificial Intelligence – the New Frontier in Legal Informatics, in: Jusletter IT 22. Februar 2018
- Ward-Dutton, N. (2020). From Big Boxes to Intelligence Everywhere: The Changing Face of Automation. In *Hyperautomation* (pp. 18-37). BookBaby.
- Westerman, G. (2020). How to Turn Your Company into a Master of Digital Transformation. In *Hyperautomation* (pp. 38-51). BookBaby.

Methodik zur Implementierung der operativen Exzellenz im Bereich Aviation des Flughafens München

Elisabeth Bornschlegl

Masterandin

Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1
84036 Landshut

E-Mail: lisa.bornschlegl@web.de

Jürgen Weiß

Prozessmanagement
& Benchmarking

Flughafen München GmbH
Nordallee 25
85356 München

E-Mail: juergen.weiss@munich-airport.de

Jürgen Wunderlich

Wirtschaftsinformatik

Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1
84036 Landshut

E-Mail: juergen.wunderlich@haw-landshut.de

ABSTRACT

Prozessmanagement hat in den letzten Jahren einen starken Aufschwung erlebt und ist mittlerweile für Unternehmen, die erfolgreich am Markt bestehen wollen, nicht mehr wegzudenken. Daher stehen Prozessmanagement sowie die dazugehörige Analyse der Prozesse, die Prozessüberwachung, -bewertung und -optimierung im Fokus von Wissenschaft und Praxis. So müssen Prozesse an die sich häufig rasch verändernden Marktgegebenheiten, wie steigende Kundenanforderung, größerem Wettbewerbsdruck und dem schnellen Technologiewandel laufend angepasst und optimiert werden. Der durchdachte und konsequente Einsatz von Prozessmanagement bringt viele Vorteile mit sich, wie z.B. die Verkürzung der Durchlaufzeit, die Verbesserung der Qualität und die Verringerung der Reaktionszeit. Zusätzlich werden durch die geschickte Gestaltung von Prozessen voneinander unabhängige Organisationseinheiten zu einer Leistungsgemeinschaft verknüpft. Das Erfolgsergebnis der Mitarbeiter wird durch die nachvollziehbaren Leistungsmaßstäbe erhöht und die Selbststeuerung verbessert.

SCHLÜSSELWÖRTER

PDCA, Prozesse, Prozessanalyse, Prozessmanagement, Prozesskennzahlen, Prozesssimulation, Prozessüberwachung, Prozessoptimierung, Prozessverbesserung, Organisation, Ursachen-Wirkungsanalyse

MOTIVATION

Was in der Theorie so überzeugend klingt, ist in der Praxis meist sehr ambitioniert. So sieht sich zunächst jedes Unternehmen mit der Herausforderung konfrontiert, aus der Vielzahl von möglichen Prozessmanagementansätzen die passenden Methoden auszuwählen und ggf. individuell anzupassen. Vor dieser Aufgabe stand auch die Flughafen München GmbH (FMG), die sich zum Ziel gesetzt hat, ihr internes Prozessmanagement stetig voran zu treiben, allem voran die prozessorientierte Optimierung der Leistungserstellung. Es muss hierfür die nötig Transparenz und Nachvollziehbarkeit über die Unternehmensprozesse gegeben sein. Diese benötigen zur Steuerung der Performance eine bereichsübergreifende Zusammenarbeit und die entsprechende Flexibilität. Regelmäßig auftretende Probleme verlangen eine systematische Herangehensweise an die Lösung, denn diese wird v.a. bei großen Organisationen mit einer Vielzahl von Prozessen in der Regel nicht durch Zufall gefunden. Als eine solche große Organisation beschäftigte die Flughafen München GmbH im Jahr 2018 laut integriertem Bericht 9.626 Mitarbeiter innerhalb des Konzerns und erwirtschaftete einen Umsatz von ca. 1,5 Milliarden Euro.

METHODIK

Es sind verschiedene Voraussetzungen für die laufende Prozessoptimierung zu erfüllen und anhand derer muss ein, an die Zielsetzung des Unternehmens, individuell angepasstes Prozessmanagementvorgehen entwickelt werden. So ist ein allgemeines Prozessverständnis innerhalb der Organisation eine wichtige Voraussetzung, um mithilfe von Methoden die Leistung der Prozesse und ihre Schwachstellen zu analysieren. Die laufend steigenden Flugbewegungen und Passagierzahlen brachten in den Jahren bis 2019 viele Flughäfen weltweit an ihre Kapazitätsgrenzen. Prozesse müssen daher reibungslos ablaufen und insbesondere über die verschiedenen Systempartner bestmöglich synchronisiert werden. Aus einem konzernweiten Programm der Flughafen München GmbH wurde der Auftrag zu einer konzeptionellen Lösungsevaluierung für die relevanten Abfertigungsprozesse erteilt. Vor diesem Hintergrund galt es, ein mögliches Vorgehen zur laufenden Prozessverbesserung und eine zugehörige Kennzahlensteuerung mit dem Ziel der systematischen Steuerung der Prozesse im Bereich Aviation zu entwickeln, siehe Abbildung 1. Allem voran stand im Fokus, mithilfe eines exzellenten und stabilen Ablaufs des sogenannten Turnaround-Prozesses einen wesentlichen Beitrag zur Pünktlichkeit zu leisten. Auch im Blick auf die in der Corona-Krise eingebrochenen Verkehrszahlen bleibt die Anforderung einer optimierten Prozessleistung wesentlich im Bezug auf Effizienz und nun noch sehr viel stärker betreffend die damit möglichen Kosteneinsparungen bestehen.

Laufende Prozessverbesserung

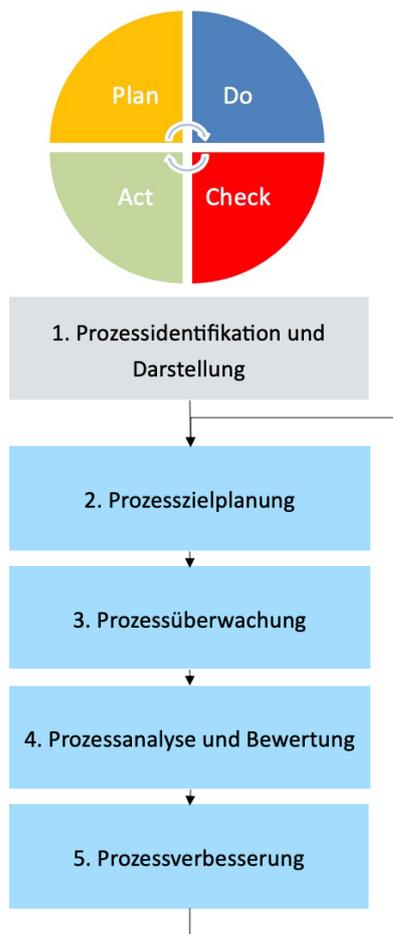


Abbildung 1: Entwickelte Methodik zur laufenden Prozessverbesserung nach PDCA

Die eigene Methodik zur laufenden Prozessoptimierung wurde an den bekannten PDCA-Zyklus von dem amerikanischen Physiker und Statistiker William Edwards Deming (1900-1993) angelehnt. Dieser stellt mit den Phasen Plan – Do – Check – Act einen vierstufigen Problemlösungsprozess dar. Diese Methode hat zum Ziel, durch die systematische Festigung der Ergebnisse die wachsenden Anforderungen zu erfüllen und Verbesserungen einzuführen.

Das erarbeitete Vorgehen besteht folglich aus den Phasen Prozessidentifikation und Darstellung, Prozesszielplanung, Prozessüberwachung, Prozessanalyse und Bewertung sowie der Prozessverbesserung. Die Wirkung der eingeführten Verbesserungsmaßnahmen kann im Zuge des zyklischen Durchlaufens der einzelnen Schritte überprüft werden und die stetige Optimierung der Prozesse wird ermöglicht.

Prozessstatus mithilfe von Prozesskennzahlen messen

Eine laufende Prozessoptimierung ist jedoch nur zu erreichen, wenn ein festgelegtes Prozessziel verfolgt wird und die Zielerreichung mithilfe von Statuswerten kontinuierlich geprüft wird. Durch die Anzeige der Zustandswerte und Abweichungen können Schwachstellen analysiert

und die Prozessleistung fortlaufend gesteigert werden. Bei Prozesszielen kann es sich um Zeit-, Qualitäts- und Effizienzziele handeln. Mithilfe von Prozesskennzahlen kann die Zielerreichung gemessen werden. Sie geben Auskunft über das erreichte Zielausmaß (Ist-Wert) und die Prozessleistung. Prozesskennzahlen setzen sich aus den Messungen der einzelnen Prozessschritte zusammen. Es ist somit erforderlich die Betrachtungsebene zu definieren und die Zusammensetzung der Prozessindikatoren über die tieferliegenden Ebenen zu erarbeiten. Für die entwickelte Methodik wurden als Kennzahlen die Zeiteffizienz zur Abbildung der internen Sicht, die Termintreue bzw. hier die Verlässlichkeit zur Darstellung der externen Sicht und der First Pass Yield (FPY) bzw. im Umkehrschluss die Fehlerrate zur Bewertung der Qualität definiert. Damit war es möglich, sowohl die Perspektive der Leistungserstellung (interne Sicht) als auch der Leistungsanspruchnahme (externe Sicht) zusammen mit einer aussagekräftigen Qualitätskennzahl in einem Top-Management-Dashboard zu vereinen.

Überblick Turnaround-Prozess

Bei dem Turnaround-Prozess, siehe Abbildung 2, handelt es sich um den Bodenabfertigungsprozess. Dieser umfasst alle Aktivitäten zwischen Landung und Start eines Flugzeugs. Der Turn-around-Prozess beginnt mit dem Startereignis „On Block“ und endet mit dem Ereignis „Off Block“. Es handelt sich hierbei um reine Zeitstempel, die derzeit durch in den Boden eingelassene Sensoren ausgelöst werden.

Der Prozess beginnt, sobald das Bugrad die Sensoren überfahren hat und zum Stillstand gekommen ist. Erreicht das Flugzeug seine Parkposition, wird die Flugkastbrücke herangefahren. An ihrer Unterseite befindet sich das Bodenstromkabel, das an das Flugzeug ange-dockt wird. Damit ist die Reichweite auf die Entfernung der Fluggastbrücke zum Flugzeug beschränkt.

Im weiteren Verlauf starten das „De-Boarding“ und die „Flugzeugentladung“ parallel und unabhängig voneinander. Das „De-Boarding“ beschreibt nur den Ausstieg der Passagiere; hierbei wird – anders als beim Boarding – keine besondere Strategie verwendet, da alle Passagiere das gleiche Ziel haben, die Flugzeugtür. Die Reinigung der Kabine, das Catering und die Betankung können regulär erst starten, wenn alle Passagiere von Bord sind.

Unabhängig davon beginnt die Flugzeugentladung sobald die Ladeluke geöffnet ist. Diese wird von einem Mitarbeiter der Bodenabfertigung per Knopfdruck bedient. Die Gepäckfahrer sollen sich vor „On Block“ an der jeweiligen Position befinden. Die „Flugzeugent- bzw. -beladung“ wird bei einem Flugzeug des Typs Airbus A320 mit insgesamt acht Containern bewerkstelligt. Diese werden mithilfe eines elektronischen Ladesystems auf Schienen innerhalb des Laderaums bewegt.

Die Prozesssteile innerhalb des grauen Bereichs sind zur Vereinfachung auf Grund ihres nicht sequentiellen Ablaufs wie gezeigt dargestellt. Sie laufen parallel und ineinander greifend ab und starten sobald alle Passagiere das Flugzeug verlassen haben.

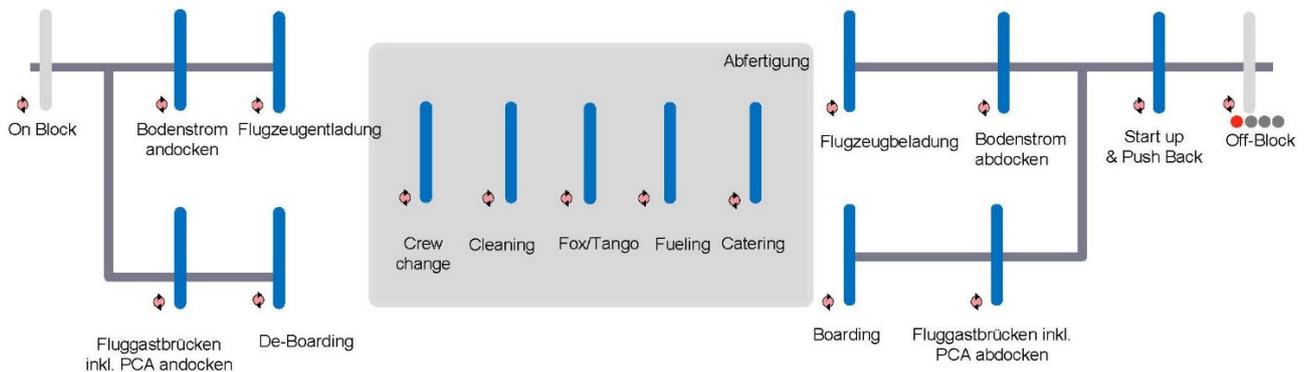


Abbildung 2: Turnaround-Prozess

Der „Crew change“ umschreibt, wie der Name schon sagt, den Wechsel des Kabinenpersonals. Dabei wird die Crew vom vorher bestellten Crew Bus abgeholt und an die entsprechenden Orte gefahren. Das „Cleaning“ richtet sich nach der Kundenart und startet nach dem Beenden des „De-Boardings“. So wird die Kabine bei Premiumkunden meist von Drittdienstleistern gründlicher gereinigt wie bei Low Cost Kunden. Hier wird dieser Prozess teil dann in der Regel von der Crew selbst durchgeführt. Der Prozess teil „Fox/Tango“ steht für den Frisch- und Abwasseraustausch. Die Betankung des Flugzeuges wird mit dem Schritt „Fueling“ abgebildet und darf in der Regel auf Grund von Sicherheitsbestimmung erst starten, nachdem der letzte Passagier die Kabine verlassen hat. Das „Catering“ ist wie das „Cleaning“ abhängig von der Art des Kunden. So fällt die Versorgung der Premiumpassagiere meist vielfältiger aus, als bei Niedrigpreiskunden.

Der Prozess teil „Boarding“ beschreibt das Einsteigen der Passagiere. Es wird, anders als das Aussteigen, mithilfe einer Strategie durchgeführt, die sich u.a. je nach Flugzeugtyp unterscheidet. Die Aktivitäten „Bodenstrom abdocken“ und „Fluggastbrücke inkl. PCA (Pre-Conditioned Air-Anlagen) abdocken“ schließen die beiden parallelen Äste des Turnaround-Prozesses ab.

Als letzte Aktivität, vor dem Endereignis, kommt „Start up & Push Back“. Sind alle Abfertigungsprozess beendet, das Rückfahrgerät in Position und das Startsignal durch die Vorfeldkontrolle erteilt, darf der Pilot den Flugzeugmotor starten und die Parkposition verlassen.

Zu beachten ist, dass dieser Prozessausschnitt lediglich den standardmäßigen Turnaround-Prozess mit einer geringen Detailtiefe abbildet. Die geforderte und tatsächliche Leistung eines Prozesses kann aber, je nach Begebenheiten, sehr unterschiedlich ausfallen. So kann für den einen Flugzeugtyp der Prozess ohne Schwierigkeiten ablaufen und für einen anderen die Leistung eher schwach ausfallen.

Es wird der Prozess für Flugzeugtyp Airbus A320 mit einem Gang und zwei Klassen, der Business- und Economy-Klasse betrachtet. Bei ihm handelt es sich um ein Mittelstreckenflugzeug, das neben der Boeing B737 einen großen Marktanteil besitzt. Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge sind auf Grund des häufigeren Durchlaufs des Bodenabfertigungsprozesses interessanter als Langstreckenflugzeuge.

Beim Airbus A320 wird die Fracht, von insgesamt 140 Passagieren, in Containern verladen. Die Abfertigungsposition befindet sich am Gate. Das Boarding wird über die Fluggastbrücke durchgeführt. Diese Variantenunterscheidung ist bei dem Vergleich von Kennzahlen notwendig, weil es z.B. mehr Zeit benötigt wenn die Passagiere erst mit einem Bus zum Flugzeug zu bringen sind. Störungen können auf Grund der engen Aufeinanderfolge der einzelnen Prozess teile der Bodenabfertigung schnell zu Verspätungen der nachfolgenden Teilprozesse und einer Gesamtverspätung des Turnaround Prozesses führen. Somit ist das Ziel, das Flugzeug so schnell wie möglich wieder in die Luft zu befördern und die Abfertigung möglichst kurz zu halten und Störungen zu vermeiden. Die Verbesserung des Turnaround-Prozesses kann mit der Optimierung eines Prozess teils erfolgen und somit zur Reduzierung von Verspätungen einen großen Beitrag leisten. Es sollen die rechtzeitige Leistungserstellung in der geforderten Qualität überprüft und wenn nötig Verbesserungsmaßnahmen eingeführt werden.

Gesamtprozessportfolio

Ob ein Prozess nun erfolgsversprechend oder nicht verläuft, kann durch die Auswertung der Zielerreichung festgestellt werden. Schwachstellen können durch die unzureichende Erfüllung der vorgegebenen Werte erkannt und tiefer analysiert werden. So ist es möglich den allgemeinen Zustand des Prozesses auf der End-to-End Ebene zu untersuchen und durch die Aggregation der Prozesskennzahlen die problematischen Teilprozesse zu erkennen.

Anhand des Zusammenhangs der Kennzahlen ist die Gegenüberstellung der einzelnen Prozessschritte mithilfe der Portfolio-Analyse möglich. Die kritischen Stellen werden folglich aufgedeckt und können im nächsten Schritt auf ihre Probleme und deren Ursachen untersucht werden. Es werden die Einflussgrößen, die Auskunft über die Prozessleistung geben, in einen Zusammenhang gebracht und es ergibt sich ein Anhaltspunkt dafür, welcher Prozess teil den dringendsten Verbesserungsbedarf aufweist. In Abbildung 3 sind die Teilschritte des Bodenabfertigungsprozesses gegenübergestellt. Die Graphik ermöglicht es auf der höchsten Betrachtungsebene die interne und externe Sicht mithilfe der Achsen gemeinsam mit der Qualitätssicht durch die Kreisgröße abzubilden. Die Kosten spielen an dieser Stelle zunächst eine untergeordnete Rolle.

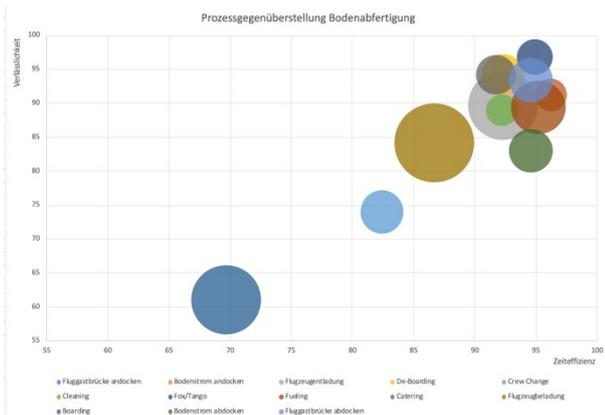


Abbildung 3: Prozessgegenüberstellung Turnaround-Prozess

Die Prozesse werden in Hinblick auf ihre Zeiteffizienz (x-Achse) und ihre Verlässlichkeit (y-Achse) gegenübergestellt. Die Skala der Achsen startet zur besseren Illustration mit einem Wert von 55%. Es ist nicht realistisch noch geringere Kennzahlenwerte zu erhalten, da z.B. bei einer Zeiteffizienz von 0% über den gesamten Prozess keine Bearbeitungszeit stattgefunden hätte. Die Größe der Blasen innerhalb des Diagramms zeigt die Fehlerrate der einzelnen Prozessteile an. Diese wird im Umkehrschluss durch den Wert des FPYs berechnet. Die direkte Prozessgegenüberstellung ermöglicht es den Verbesserungsbedarf des Boarding-Prozesses deutlich zu erkennen. Die Ist-Daten werden zusammen mit den Soll-Daten visualisiert und auf signifikante Abweichungen außerhalb der Toleranz geprüft. Probleme wie zu lange Durchlaufzeiten, Unpünktlichkeit und Schwachstellen wie Fehlnutzungen oder technische Mängel können somit gefunden und korrigiert werden. Der Grundstein für die weitere Analyse, um die Abweichungsursachen aufzudecken, wird durch die ermittelte Größe der Zielverfehlung gelegt. Die erneute Zielplanung erfolgt auf Basis der umgesetzten Steuerungsmaßnahmen. Der Kreis der laufenden Prozessoptimierung schließt sich.

Prozessüberwachung

Werden Zielabweichungen frühzeitig im Prozess erkannt und Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet, wird die Prozesszielerreichung gesichert. Bei der Prozessüberwachung werden grundsätzlich zwei Vorgehensweisen unterschieden, die laufende und die periodische Prozesskontrolle.

Was die Erhebung der Kennzahlen angeht, können diese zeitversetzt aus Mitschriften heraus ermittelt werden oder direkt beim Zeitpunkt ihres Anfalls. Eine zeitnahe Leistungssteuerung der Prozesse wird vor allem durch die echtzeitbasierte, dauerhafte Messung aller Daten der Kennzahlen und ihrer laufenden Kontrolle gewährt. Bei der echtzeitbasierten, laufenden Prozesskontrolle wird die Prozessleistung in kurzen Zeitabständen z.B. stündlich, täglich, wöchentlich gemessen. Die definierten Kennzahlen der Prozessziele bilden die Basis der Messung. Es können hierdurch Zielabweichungen, sogenannte Soll-Ist-Abweichungen, aufgedeckt werden und falls nötig Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Die Messung der Ist-Leistung mithilfe der Kennzahlen der Prozesse ist somit Aufgabe der laufenden Überwachung. Durch den Abgleich der Zielwerte mit den gemessenen Werten können Zielabweichungen aufgedeckt, bewertet und analysiert werden. Probleme wie zu lange Durchlaufzeiten, Unpünktlichkeit und Schwachstellen wie Fehlnutzungen oder technische Mängel können somit gefunden und korrigiert werden. Der Grundstein für die weitere Analyse, um die Abweichungsursachen aufzudecken, wird durch die ermittelte Größe der Zielverfehlung gelegt. Auf Abweichungen kann umso schneller reagiert werden desto kürzer die Messintervalle gewählt werden. Zudem kann ein größerer Lerneffekt durch häufiges Messen und Kontrollieren erzielt werden. Es soll der Ergebnisaktualität ein größeres Gewicht eingeräumt werden als der Messgenauigkeit. Für die aufgedeckten Abweichungsursachen sind Korrekturmaßnahmen zu erarbeiten. Die Wirkung der eingeleiteten Maßnahmen kann durch den erneuten Abgleich geprüft werden und Erfahrungswerte werden gesammelt. Es ist eine differenzierte Prozessanalyse möglich, die durch ihre Ergebnisse Schwachstellen aufdeckt und Verbesserungsmaßnahmen aufzeigt.

Ursachen-Wirkungsanalyse

Als Ergebnis der Schwachstellensuche resultiert eine Liste an Problemen, die auf ihre tatsächlichen Ursachen analysiert werden müssen. Denn in der Regel gelingt es einer Symptombekämpfung durch schnelle Korrekturen nicht, die Schwachstellen dauerhaft zu beheben und den Prozess nachhaltig zu verbessern. Folglich ist es notwendig, das Problem an der Wurzel anzugreifen und die eigentliche Ursache aufzuspüren. Hierfür dient das Ursachen-Wirkungsdiagramm, das zu Beginn einen möglichst breiten Lösungsraum absteckt. Die wahrscheinlichsten Ursachen können dann auf ihre tieferliegenden Auslöser untersucht werden. Mithilfe des Fischgräten-Diagramms lassen sich die Probleme als Wirkung am Kopf der Gräte darstellen und auf ihre Ursachen, in Hinblick verschiedener Kategorien, untersuchen, siehe Abbildung 4. Die Annahme ist, dass die Ursachen aus den fünf Bereichen Mensch, Maschine, Material, Mitwelt, Methode kommen.

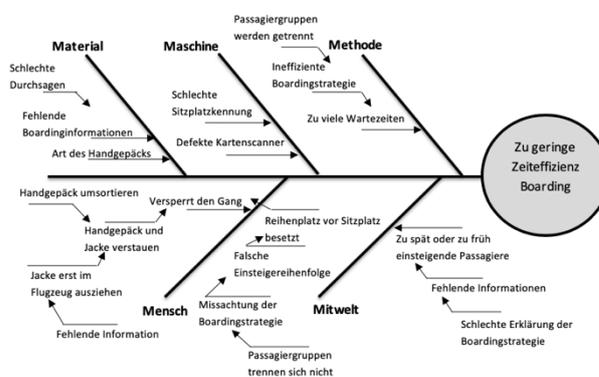


Abbildung 4: Ursachen-Wirkungsdiagramm Problem: Zu geringe Zeiteffizienz Boarding

Es erfolgt somit die systematische Suche nach Lösungen in allen betroffenen Bereichen. Dabei wird die voreilige Auswahl einer nicht ganz zutreffenden Lösung zur Behebung der Problemwurzel vermieden. Die zu geringe Zeiteffizienz findet ihren Ursprung innerhalb jeder Ursachenkategorie. So entstehen z.B. auf Grund der aktuellen Boarding-Methode zu viele Wartezeiten oder es steigen in Folge einer schlechten Erklärung einige Passagiere zu früh oder zu spät ein.

PROZESSSIMULATION

Das Ziel ist nun, den Ablauf und die Effizienz des Boardings als verbesserungswürdigsten Prozess zu optimieren. Hierzu bietet sich – um z.B. unterschiedliche Boarding-Methoden direkt miteinander vergleichen zu können – die Prozesssimulation als leistungsfähiges Werkzeug an. Es werden auf Basis eines Simulationsmodells des Airbus A320 die Boarding-Zeiten bei Anwendung des Random-Boarding sowie der Boarding-Strategien Back-to-Front Boarding, Outside-In-Boarding und einer Kombination von Back-to-Front und Outside-In Boarding verglichen. In Abbildung 5 ist das Flussdiagramm des Boarding-Prozesses aus der Sicht eines Fluggastes dargestellt.

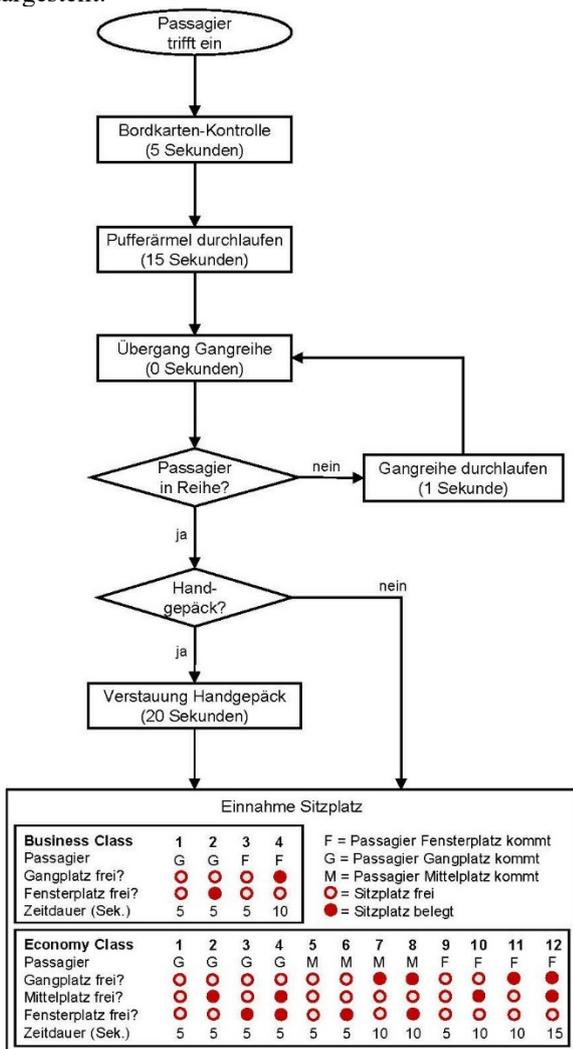


Abbildung 5: Flussdiagramm des Boarding-Prozesses aus Sicht eines Fluggastes

Dieser Prozess wird so auch in der Simulation verwendet und es kann der Einfluss verschiedener Boarding-Methoden auf die Boardingzeit untersucht werden. Damit ist es möglich, verschiedene Verbesserungsideen vorab zu untersuchen und zu bewerten und so eine gezielte Optimierung vorzunehmen. Verbesserungsmethoden, die hier untersucht wurden, sind z.B. die Reservierung fester Sitzreihen statt fester Sitzplätze, passagierspezifische Einsteigeverfahren und die visuelle Darstellung zusätzlicher Boardinginformationen. Die Simulation macht deutlich, dass sich einerseits durch das Outside-In Boarding eine Verkürzung der Boarding-Zeiten von über 12% realisieren lässt, aber andererseits hierfür auch eine hohe Disziplin erforderlich ist. Die Einführung der nötigen Verbesserungen hat in der Regel zur Folge, dass ein anderer Prozess zum Prozess mit dem höchsten Verbesserungspotenzial wird. Daraus entsteht ein permanenter Anreiz zur Optimierung, was schließlich zur regelmäßigen Verbesserung der operativen Exzellenz führt.

LITERATUR

Appel, Holger Stefan. 2014. „Analyse der Verzögerung beim Boarding von Flugzeugen und Untersuchung möglicher Optimierungsansätze“ (Dissertation, Maschinenwesen). Aachen

Fischermanns, Guido. 2012. Praxishandbuch Prozessmanagement. 10., aktualisierte Aufl. Gießen: Schmidt.

Flughafen München GmbH. 2020. „Integrierter Bericht 2018“. <https://bericht2018.munich-airport.de/services/kennzahlenvergleich.html> (21. Januar 2021).

Freidinger, Robert. 2017. Geschäftsprozessoptimierung für dummies. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Füermann, Timo. 2014. Prozessmanagement. München [u.a.]: Hanser.

Hirzel, Matthias, Ulrich Geiser, und Ingo Gaida, hrsg. 2013. Prozessmanagement in der Praxis: Wertschöpfungsketten planen, optimieren und erfolgreich steuern. 3., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.

Jankulik, Ernst, hrsg. 2009. Praxisbuch Prozessoptimierung: Management- und Kennzahlensysteme als Basis für den Geschäftserfolg. Erlangen: Publicis Publ.

Schmelzer, Hermann J. 2013. Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. 8., überarb. und erw. Aufl. München: Hanser.

Wagner, Karl Werner, und Gerold Patzak. 2020. Performance Excellence - Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement. 3. Aufl. München: Hanser.

Wunderlich, Jürgen. 2020. Simulation und Bewertung unterschiedlicher Boarding-Strategien am Beispiel des Airbus A320, in „Proceedings ASIM SST 2020“. Wien: ARGESIM / ASIM

Toth, Vigo, “An Overview of Vehicle Routing Problems” aus Toth, Vigo (Ed.) The Vehicle Routing Problem, Siam, 2002

KONTAKT



ELISABETH BORNSCHLEGL ist in Landshut, Deutschland geboren und absolvierte an der Hochschule Landshut ihr Masterstudium in Systems Engineering und erhielt ihren Abschluss 2020. Sie arbeitete als Werkstudentin zwei Jahre im Prozessmanagement der Flughafen München Gesellschaft. Ihre E-mail Adresse ist: lisa.bornschlegl@web.de



JÜRGEN WEIß, 1968 in Trier geboren, ist Dipl-Informatiker (FH). Er verantwortete lange Zeit Führungspositionen in der IT und war als Berater für Projekt- und Prozessmanagement-Themen tätig. Seit 2013 ist er am Flughafen München beschäftigt, seit 2016 als Leiter des zentralen „Prozessmanagement und Benchmarking“. E-Mail Adresse: juergen.weiss@munich-airport.de



JÜRGEN WUNDERLICH ist seit 1. Oktober 2010 Professor und Studiengangsleiter für Wirtschaftsinformatik an der Hochschule Landshut. Dort entwickelt er v.a. Methoden zur wertschöpfungsorientierten Optimierung betrieblicher Strukturen und Prozesse in Produktion und Logistik. Darüber hinaus führt er als interdisziplinärer Prozessoptimierer laufend Projekte in der Fertigungs- und Logistikindustrie durch und verfügt außerdem über eine langjährige Operations-Erfahrung bei einer international führenden Top-Management-Beratung. Seine E-Mail Adresse ist: juergen.wunderlich@haw-landshut.de

Beispiele für problematische KI-Anwendungen

Karl Hans Bläsius

Hochschule Trier, Fachbereich Informatik
Schneidershof
54293 Trier
E-Mail: blaesius@hochschule-trier.de

Schlüsselwörter

Künstliche Intelligenz, Überwachung, Autonome Waffen, militärische Frühwarnsysteme

ABSTRACT

In diesem Artikel werden drei Beispiele für problematische Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) vorgestellt. Bei diesen Beispielen „Bestimmen von persönlichen Eigenschaften“, „autonome Waffensysteme“ und „computerstützte Frühwarn- und Entscheidungssysteme“ geht es um potenziell erhebliche Auswirkungen für die Menschheit. Um einerseits nicht nur einen negativen Blick auf KI-Entwicklungen zu werfen und um andererseits Hinweise auf Erkennungskriterien zu liefern, die zur Beurteilung von problematischen Anwendungen hilfreich sein können, werden auch drei Anwendungen mit eigener Beteiligung vorgestellt. Hierbei werden auch die Aspekte Vagheit und Unsicherheit behandelt, die auch bei den problematischen KI-Anwendungen relevant sind.

1. Einführung

In den letzten Jahren sind einige spektakuläre Erfolge der Künstlichen Intelligenz bekannt geworden. Insbesondere bei der Bilderkennung und dem Sprachverstehen gibt es große Fortschritte. Systeme wie DeepL zum automatischen Übersetzen von Texten liefern inzwischen sehr gute Ergebnisse. Die aktuellen Erfolge basieren vor allem auf „Neuronalen Netzen“ und „Deep Learning“.

Die sprachverstehenden Systeme stützen sich auf riesige Mengen an Mustern, aus denen passende Antworten erzeugt werden, ohne dass der Inhalt wirklich verstanden wird. Um ein gewisses Maß an Verstehen zu erreichen, wären umfangreiches allgemeines Weltwissen und „common sense reasoning“ (Schließen nach gesundem Menschenverstand) erforderlich. Nur in eingeschränkten Anwendungsbereichen ist es derzeit möglich, das erforderliche Wissen in einer geeigneten Form bereitzustellen.

Im Rahmen dieses Beitrags wird nur auf wenige Methoden der KI kurz eingegangen, um eine Grundlage für die Darstellung problematischer KI-Anwendungen zu legen.

Dies betrifft logisches Schließen, einschließlich der Aspekte Unsicherheit und Vagheit, sowie Klassifikationsaufgaben.

Logische Sprachen und Kalküle sind wichtige Grundlagen für automatische Schlussfolgerungen bei KI-Anwendungen.

Dazu ein Beispiel:

$$\forall x \forall y \forall z (\text{ist_kind_von}(x,y) \wedge \text{ist_kind_von}(y,z)) \\ \Rightarrow \text{ist_enkel_von}(x,z)$$

Also:

für alle x, y, z : wenn x Kind von y ist und y Kind von z ist, dann ist x Enkel von z

Eine solche Formel der Prädikatenlogik kann als uneingeschränkt gültig betrachtet werden. In unserem Alltag sind viele Zusammenhänge aber unsicher oder vage. Dies wird an weiteren Beispielen verdeutlicht.

Betrachten wir folgende Regel:

$$\forall x \forall y (\text{ist_auto}(x) \wedge \text{ist_besitzer_von}(y,x)) \\ \Rightarrow \text{ist_nutzer_von}(y, x)$$

Also:

für alle x, y : wenn x ein Auto ist und y ist Besitzer von x , dann ist y Nutzer von x

Eine solche Regel gilt nicht immer, es kann Ausnahmen geben. Der Nutzer eines Autos könnte ein Kind des Besitzers sein. Auch bei Firmen können Besitzer und Nutzer unterschiedlich sein. Eine solche Regel ist also unsicher, sie gilt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit w .

In der Praxis gibt es viele Zusammenhänge, die unsicher sind, also nicht uneingeschränkt gelten. Trotzdem sind auch hier Schlussfolgerungen möglich und für bestimmte Problemlösungen notwendig. In der KI sind verschiedene Methoden zur Behandlung von Unsicherheiten entwickelt worden.

Besonders wichtig sind Methoden des probabilistischen Schließens. Hierbei werden numerische Werte für die Gültigkeit von Formeln verwendet, die dann beim

Schlussfolgern miteinander verrechnet werden. Verschiedene Wahrscheinlichkeitsmodelle unterscheiden sich darin, wie Formeln verknüpft und wie die Wahrscheinlichkeitswerte dann verrechnet werden.

In vielen Fällen kann Unsicherheit auch so behandelt werden, dass zunächst eine normale, „typische“ Regelanwendung erfolgt. Typisch ist, dass der Besitzer eines Autos auch ein Nutzer dieses Autos ist. Solange nichts Gegenteiliges bekannt ist und kein Widerspruch entsteht, kann ein entsprechender Schluss gezogen werden. Im Falle eines Konfliktes müssen dann geeignete Maßnahmen zur Auflösung des Konfliktes getroffen werden. Auch für diese Art von Schlussfolgerungen gibt es unterschiedliche Methoden.

Unabhängig vom gewählten Verfahren ist die Behandlung von Unsicherheiten recht komplex und die Schlussfolgerungen sind auch unsicher, das heißt diese können falsch sein. Falsche Annahmen und falsche Schlussfolgerungen führen häufig zu Inkonsistenzen. In diesen Fällen können Korrekturmaßnahmen vorgenommen werden.

Weiteres Beispiel, gegeben sei z.B. folgender Zusammenhang:

Wenn x ein schweres Auto ist, dann benötigt x viel Kraftstoff.

Die Frage ist hier: was bedeutet „schwer“, was bedeutet „viel“? Die Prädikatenlogik ist eine zweiwertige Logik, d.h. es gibt nur die Wahrheitswerte „wahr“ und „falsch“. In diesem Beispiel können die Aussagen „ x ist ein schweres Auto“ und „ x benötigt viel Kraftstoff“ nicht einfach mit den Wahrheitswerten wahr und falsch belegt werden. Diese Eigenschaften sind vage, gelten in bestimmtem Maße. Zur Darstellung solcher Aussagen ist eine zweiwertige Logik ungeeignet. Solche Aussagen können z.B. mit Fuzzy-Logic behandelt werden. Hierbei ist der Wahrheitswert ein beliebiger Wert (reelle Zahl) aus dem Intervall $[0, 1]$, wobei 0 für falsch und 1 für wahr steht.

Bei vielen KI-Anwendungen geht es um Klassifikation. Hierbei besteht die Aufgabe darin, eine gegebene Situation oder ein Objekt auf sinnvolle Weise einer oder mehreren möglichen Klassen zuzuordnen. Eine gegebene Situation oder ein Objekt kann durch eine Reihe von Merkmalen (Symptomen) beschrieben werden. Aus einer eventuell größeren Menge von gegebenen Klassen (Diagnosen) ist dann eine oder es sind mehrere auszuwählen, zu denen das Objekt, bzw. die Situation passt. Zum Beispiel ist Klassifikation eine wesentliche Aufgabe bei medizinischen Expertensystemen. Aus gegebenen Symptomen (beobachtete oder durch Untersuchung bestimmte Merkmale) ist eine möglichst gute Diagnose (Klasse) zu bestimmen. Auch die Gesichtsverifikation und Gesichtsidentifikation sowie das Bestimmen persönlicher Eigenschaften aus Fotos oder Texten sind Klassifikationsaufgaben.

2. Beispiel-Anwendungen

Zur weiteren Verdeutlichung von Erkennungsaufgaben werden beispielhaft drei Anwendungsbereiche mit eigenem Entwicklungsbezug vorgestellt. Als Programmiersprache wurde jeweils Common-Lisp verwendet.

2.1. Klassifikation juristischer Texte

Eine einfache Vorgehensweise zur Klassifikation wird an einem Beispiel zur Analyse juristischer Texte nach Rechtsgebieten kurz beschrieben. Angenommen es gibt Rechtsgebiete wie z.B. Mietrecht, Familienrecht, Erbrecht, Handelsrecht, Patentrecht, Steuerrecht, usw. Ein gegebener Text, z.B. ein Gerichtsurteil, soll einem oder mehreren dieser Rechtsgebiete zugeordnet werden. Wenn es bereits eine Menge klassifizierter Texte gibt, kann diese als Lerngrundlage verwendet werden. Damit kann bestimmt werden, welche Begriffe und Gesetze bei einem bestimmten Rechtsgebiet sehr viel häufiger vorkommen als bei anderen Rechtsgebieten. So gefundene Kriterien können ein Gewicht erhalten, das sich u.a. aus den positiven (beim betreffenden Rechtsgebiet) und negativen (bei anderen Rechtsgebieten) Vorkommnissen errechnet. Beispielsweise könnten so Begriffe bestimmt werden wie „Ehe“, „Kinder“, „Unterhalt“, die als Kriterien für Familienrecht verwendet werden können. Dies ist inhaltlich sicher sinnvoll. Allerdings könnten bei einem solchen Lernverfahren auch Kriterien gebildet werden, die von der Bedeutung her nicht zu dem Rechtsgebiet passen. Wenn ein Richter mit dem seltenen Namen Mustermann immer nur bei Familienrecht auftaucht, dann wird ein solcher Begriff mitgelernt. Außerdem kann es sein, dass bestimmte Wortfolgen häufig von einer Person (Verfasser eines Urteils) verwendet werden und sonst selten vorkommen. Auch eine solche Wortfolge kann mitgelernt werden.

Solche inhaltlich falschen Kriterien können trotzdem zu guten Erkennungsquoten führen, solange sich die Bedingungen nicht ändern. Solange also Richter Mustermann nur bei Urteilen zu Familienrecht mitwirkt, ist dieses Kriterium in Ordnung und verbessert die Erkennungsraten. Wenn der Richter Mustermann allerdings versetzt wird und danach für ein anderes Rechtsgebiet zuständig ist, kann ein solches Kriterium zu Fehlern führen, solange noch die alte Lerngrundlage verwendet wird. Wie schwerwiegend ein solches falsches Kriterium ist, hängt auch davon ab, wie viele Kriterien für eine Entscheidung zutreffend waren. In manchen Fällen sprechen sehr viele Kriterien für eine Klasse, dann ändert ein falsches Kriterium in der Regel nichts an einer korrekten Zuordnung. In anderen Fällen kann gerade ein solches falsches Kriterium zu einer Fehlklassifikation führen.

Die Entwicklung der Erkennungskriterien für diese Klassifikationsaufgabe führte bei manchen Rechtsgebieten zu einer großen Anzahl automatisch gelernter Kriterien für ein Rechtsgebiet, die unterschiedlich gewichtet waren. Die Folge war, dass bei manchen Beispielen auch viele Kriterien (bis zu 100) zu einem gewissen Grad zutreffend

waren und zu einem Klassifikationsergebnis geführt haben. In solchen Fällen ist es bei einer Fehlklassifikation zeitaufwändig, die ungünstigen Kriterien zu bestimmen, Gewichte anzupassen und so die Erkennung zu verbessern.

2.2. Rechnungsprüfung

Als weiteres Anwendungsbeispiel wird nun die automatische Rechnungsprüfung kurz vorgestellt. Hierbei geht es darum, eingehende Rechnungen (Papier oder elektronisch) automatisch zu analysieren und zu verarbeiten, was in manchen Fällen so weit gehen kann, dass solche Rechnungen automatisch verbucht und bezahlt werden, ohne dass ein Mensch zur Prüfung dazwischen geschaltet ist. Eine solche automatisierte Verarbeitung soll möglich sein, unabhängig von der Art der Rechnungsgestaltung und der dabei verwendeten Begriffe.

Im Falle von Rechnungen in Papierform müssen diese erst gescannt werden. Eine anschließende Texterkennung (OCR) liefert die Grundlage für eine Analyse. Hierbei reicht es nicht nur den Text zu kennen, sondern auch die Positionen der Wörter oder Einzelzeichen werden benötigt. Ausgangspunkt für eine Analyse kann eine Liste mit Einzelzeichen und Positionsangaben sein, wobei die Positionen (umschreibendes Rechteck) sich auf einen Koordinatenursprung (z.B. oben links) beziehen und in 1/10 mm oder Pixel angegeben werden können.

Automatisch zu erkennen sind in der Regel alle relevanten Inhalte einer Rechnung wie z.B. Absender, Empfänger, Belegdatum, Rechnungsnummer, alle Beträge, einschließlich Angaben zur Mehrwertsteuer, sowie die Einzelpositionen mit Angaben zu Menge, Einzelpreis und Betrag. Auch Kontoangaben und Zahlungsbedingungen können zu den Erkennungsaufgaben gehören.

Um zu erläutern, welche Erkennungskriterien relevant sind, wird beispielhaft die Erkennung des Nettobetrags (Gesamtbetrag ohne Mehrwertsteuer) betrachtet. Erkennungskriterien für diese Aufgabe sind unter anderem:

- Passt der Wortaufbau, also Ziffern, ein Komma mit zwei Nachkommastellen, eventuell Tausender-Trennpunkte, eventuell ein Minus-Vorzeichen?
- Steht der Betrag auf der letzten Seite, rechts unten?
- Kommen in der Nähe Schlüsselwörter vor, z.B. „Nettobetrag“, „Rechnungssumme“?
- Stehen solche Schlüsselwörter links neben dem Betrag oder darüber?
- Welche Nachbarwörter (links, darüber) gab es vorher bei dem gleichen Absender?
- Steht der Betrag in einer Spalte mit weiteren Betragswerten?
- Sind die Elemente der Spalte rechtsbündig?
- Ist der Betragswert die Summe von Werten darüber?
- Gibt es in der Nähe weitere Wörter, zu denen eine MwSt-Berechnung passt?

Die meisten Erkennungsmerkmale sind unsicher und gelten nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Dies gilt z.B. für Schlüsselwörter, die mehrdeutig sein können. So kann „Gesamtbetrag“ für den Netto-Betrag ohne MwSt. oder für den Brutto-Betrag mit MwSt. verwendet werden.

Das Kriterium der Nachbarschaft gilt eventuell nur in gewissem Maße (ist also vage). Dies kann den Abstand betreffen, aber auch einen Versatz bezüglich „neben“ oder „über“. Auch die Zugehörigkeit zu einer Spalte oder die Rechtsbündigkeit einer Spalte gelten eventuell nur in gewissem Maße. Dies kann z.B. durch Schrägeinzug beim Scannen verursacht sein. Um gute Erkennungsergebnisse zu erzielen, müssen Vagheit und Unsicherheit nicht unbedingt unterschieden werden. Zum Beispiel kann man bei der Rechtsbündigkeit festlegen, dass dieses Merkmal mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zutrifft, in Anhängigkeit davon, wie stark die Pixelabweichung ausfällt.

Die einzelnen Erkennungsmerkmale können unterschiedlich gewichtet werden, da sie unterschiedlich relevant für die Erkennung sind. Zum Beispiel sind bei der Betragserkennung die rechnerischen Zusammenhänge besonders relevant. Bei der Erkennung der Rechnungsnummer haben Schlüsselwörter in der Nähe ein größeres Gewicht. Bei der Erkennung werden für die einzelnen Felder Hypothesen auf Basis vieler unsicherer und gewichteter Merkmale gebildet. Mit bestimmten Formeln wird daraus eine Gesamtbewertung berechnet und schließlich im Vergleich der Alternativen eine Entscheidung getroffen.

Auch wenn hohe Erkennungsraten erzielt werden, sodass in manchen Fällen Rechnungen automatisch gebucht und bezahlt werden, ist die Erkennung grundsätzlich unsicher und es können falsche Ergebnisse vorkommen. Dies kann sogar dann passieren, wenn das System einen Erkennungswert als sehr sicher einstuft. Bei Anwendungen in großen Industrieunternehmen ist es tatsächlich vorgekommen, dass die automatische Erkennung zu einer vollautomatischen Verbuchung und Bezahlung führte, die Erkennung aber falsche Betragswerte lieferte, obwohl die Erkennungsergebnisse von dem System als sicher eingestuft wurden. Diese wenigen Fehlbuchungen wurden von den Anwendern in Kauf genommen, da in der Gesamtbilanz der positive Automatisierungseffekt immer noch überwog.

Besonders schwer zu erkennen sind Abschlagsrechnungen, wie sie im Bauwesen häufig vorkommen, Reisekostenabrechnungen mit komplizierten Provisionsberechnungen, sowie Rechnungen, die andere Rechnungen als Anlage enthalten (z.B. Reisekostenabrechnungen).

2.3. Klassifikation Arzt-, Zahnarztrechnungen

Im Rahmen eines Projekts für private Krankenversicherungen mussten Arztrechnungen und Zahnarztrechnungen

gen unterschieden werden. Ein wesentliches Erkennungskriterium war, dass bei Zahnarztrechnungen auch angegeben ist, welche Zähne behandelt wurden. Deshalb kommt bei Zahnarztrechnungen der Begriff „Zahn“ mehrmals vor. Dieses Kriterium führte aber in einem Fall (bei einer normalen Arztrechnung) zu einer Fehlklassifikation, da die Patientin mit Nachnamen „Zahn“ hieß. Der Begriff „Zahn“ kam in dieser Rechnung mehrfach vor, bei der Empfängerangabe, bei der Anrede und bei der Patientenangabe. Dieses Problem konnte dann leicht gelöst werden, indem genauer modelliert wurde, in welchem Kontext der Begriff „Zahn“ vorkommen soll.

Allerdings zeigt dieses Beispiel, dass es nicht möglich ist, bei der Entwicklung eines solchen Systems alle potenziell vorkommenden Ausnahmesituationen zu kennen und zu berücksichtigen. Es können immer wieder Situationen auftreten, die so nicht bedacht wurden und zu falschen Entscheidungen führen. Dieses grundsätzliche Problem gilt auch für die nachfolgend beschriebenen problematischen KI-Anwendungen und lässt sich auch nicht mit automatischen Lernverfahren lösen, denn auch hierbei ist nicht sichergestellt, dass hinreichend viele Beispiele für solche speziellen Situationen in der Lerngrundlage enthalten sind.

3. Beispiele für problematische KI-Anwendungen

3.1. Bestimmen persönlicher Eigenschaften

Menschen hinterlassen im Internet eine riesige Menge an Daten in unterschiedlichen Formen. Dazu gehören verfasste Texte, Fotos, Ton- und Videoaufnahmen. Diese Daten werden automatisch analysiert, um hieraus weitere Informationen abzuleiten. Dies können auch persönliche Eigenschaften der betroffenen Personen sein.

Bezüglich der Bestimmung persönlicher Eigenschaften aus Texten oder Fotos ist besonders Michel Kosinski bekannt geworden. In Wang, Kosinski 2017 wird ein Verfahren beschrieben, um aus Fotos von Personen Eigenschaften wie die sexuelle Orientierung zu bestimmen. Bei Männern wird eine Trefferquote von 81%, bei Frauen von 71% angegeben. Auch andere Eigenschaften will Kosinski allein aus Fotos bestimmen können, wie z.B. Intelligenz oder kriminelle Ambitionen. Aus Internet-Spuren, wie z.B. Facebook-Likes, bestimmt Kosinski u.a. politische Einstellungen. Angeblich hat Cambridge Analytica diese Verfahren genutzt, um Wahlen zu beeinflussen. Viele weitere Forscher-Gruppen haben Anwendungen realisiert, um aus Fotos, Texten oder Sprachaufnahmen Charaktereigenschaften von Menschen abzuleiten. Das Literaturverzeichnis enthält Hinweise zu einigen dieser Arbeiten. Automatisch bestimmt werden können z.B. auch Abhängigkeiten von Drogen oder Alkohol, sowie die Neigung zur Depression oder auch andere psychische Erkrankungen. Veränderungen der Sprache lassen auch Rückschlüsse über die Wirksamkeit von Medikamenten zu. Solche Eigenschaften können z.B. aus Sprachsignalen bestimmt werden, wie sie von Systemen wie Alexa

erfasst werden. Auch der aktuelle emotionale Zustand einer Person ist ein Ziel solcher Untersuchungen.

Für die Bestimmung solcher Merkmale kann es vielfältige Anwendungen geben. Psychische Erkrankungen lassen sich einfacher und vielleicht sogar zuverlässiger diagnostizieren, als dies durch Psychotherapeuten auf der Basis von Gesprächen oder Fragebogen möglich ist. Wenn Betroffene solchen Maßnahmen zustimmen, können diese Anwendungen hilfreich sein. Allerdings kann die automatische Erkennung eines Gefühlszustands ohne Kenntnis der Betroffenen auch von digitalen Medien für spezielle Werbemaßnahmen oder zur Manipulation verwendet werden. Auch in Zusammenhang mit Stellenbewerbungen werden bereits Stimmanalysesysteme eingesetzt, um Persönlichkeitsmerkmale eines Bewerbers zu erkennen.

Die Bestimmung persönlicher Eigenschaften aus Fotos, Texten oder Tonaufnahmen ist eine Klassifikationsaufgabe, wobei es in der Regel viele Kriterien gibt, die zu einer Entscheidung beitragen. Diese Kriterien sind rein statistischer Natur und kaum inhaltlich begründet, stellen also keine kausalen Zusammenhänge dar.

Die Algorithmen zur Bestimmung persönlicher Eigenschaften aus Fotos werden kritisiert, weil kausale Zusammenhang suggeriert werden, die es nicht gibt. Dies spielt aber keine Rolle, solange die neuen zu untersuchenden Fälle zur Lerngrundlage passen. Statistische Verfahren funktionieren, auch ohne dass kausale Zusammenhänge vorliegen oder bestimmt werden. Es gibt viele Anwendungen, bei denen sehr gute Ergebnisse auf der Basis einer statistischen Auswertung von Symptomen erzielt werden, ohne dass kausale Zusammenhänge vorliegen.

Es kann auch passieren, dass sich bei einer späteren Anwendung herausstellt, dass die Erkennung nicht funktioniert, da eine ungünstige Lerngrundlage verwendet wurde, aus der irrelevante Merkmale mit hohem Gewicht bestimmt wurden. Dies kann aber mit einer neuen Lerngrundlage korrigiert werden und ändert nichts an der prinzipiellen Anwendbarkeit solcher Verfahren.

Die Bestimmung persönlicher Eigenschaften ist unsicher und vage. Ähnlich wie bei den Begriffen „schwer“ und „viel“ ist eine „Neigung zur Depression“ nicht nur wahr oder falsch, sondern eine solche Eigenschaft gilt in bestimmtem Maße. Ähnliches gilt für andere persönliche Eigenschaften, wie politische Einstellung, Neigung zur Kriminalität, usw.

Die Anwendung von Verfahren für die Bestimmung persönlicher Eigenschaften ist aus folgenden Gründen sehr problematisch:

Keine Unterscheidung Unsicherheit - Vagheit: Unsicherheit und Vagheit werden häufig nicht unterschieden. Stattdessen wird einfach von Erkennungsraten gesprochen. Wenn bei der automatischen Rechnungsprüfung

z.B. das vage Kriterium der Rechtsbündigkeit einfach als Unsicherheit behandelt wird, wenn also statt dem Kriterium „die Rechtsbündigkeit gilt in gewissem Maße“ das Kriterium „die Rechtsbündigkeit gilt mit gewisser Wahrscheinlichkeit“ verwendet wird, wobei abhängig vom Grad des Zutreffens eine Wahrscheinlichkeit für die Gültigkeit verwendet wird, dann ist dies kein Problem. Die Erkennung funktioniert noch genauso gut. Bei persönlichen Eigenschaften wie Neigung zur Depression ist die Situation anders. Es ist ein Unterschied, ob für eine Person als Ergebnis geliefert wird, dass sie mit hoher Wahrscheinlichkeit schwach depressiv ist oder dass sie mit geringerer Wahrscheinlichkeit stark depressiv ist. Es wird in der Regel auch nicht möglich sein, für die Lerngrundlage vage Werte genau zu bestimmen, also für Personen festzulegen, in welchem Maße eine Eigenschaft wie Neigung zur Depression vorliegt. Stattdessen werden Personen einfach nur in zwei Kategorien (gilt - gilt nicht) eingeteilt, ohne zu bestimmen, in welchem Maße eine Eigenschaft gilt.

Schlüsse aus unsicherem Wissen sind unsicher: Die Ergebnisse der Bestimmung persönlicher Eigenschaften aus Fotos oder Texten sind immer unsicher. Unsicheres Wissen kann mit sicheren oder unsicheren Regeln verknüpft werden. Das Ergebnis ist in jedem Fall wieder unsicher. In einer Kette von Schlussfolgerungen können so weitere unsichere Daten erzeugt werden. Alle so erzeugten Daten können falsch sein. Wenn unsichere Ausgangsdaten falsch sind, sind auch alle daraus gezogenen Schlüsse ungültig. Wenn bei den Schlussfolgerungen keine Konflikte (Widersprüche) auftreten, kann die Ungültigkeit nicht automatisch festgestellt werden, egal welches Verfahren zur Behandlung von Unsicherheiten verwendet wird.

Keine Korrektur von falschen Werten: Auch beim Datenaustausch zwischen Unternehmen kann es unsichere Daten geben, wie z.B. bei der automatischen Erkennung und Verarbeitung von Rechnungen oder der Klassifikation von Gerichtsurteilen. Hierbei gibt es aber hinreichend viele Möglichkeiten für Plausibilitätsprüfungen. Des Weiteren werden bei solchen Anwendungen unsichere bzw. falsche Werte manuell überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Bei der automatischen Bestimmung persönlicher Eigenschaften aus Texten oder Bildern wird eine Korrektur von falschen Werten kaum möglich sein. Die betroffenen Personen wissen in der Regel auch nicht, welche Informationen auf eine solche Weise bestimmt werden und können somit auch keine Korrektur veranlassen. Das Merkmal wird als gültig angenommen und angewendet. Die Analyse-Ergebnisse werden nicht auf Wahrheit überprüft, sondern werden selbst zur Wahrheit.

Kein Lernfortschritt: Lernende Systeme sind auf Feedback angewiesen. Da falsche Werte in der Regel nicht überprüft und korrigiert werden, gibt es auch keinen Lernfortschritt. Die Erkennungsraten bleiben auf dem Stand, der aus der ursprünglichen Datengrundlage resultierte.

Massenanwendung: Riesige Mengen von Texten, Fotos und Tonaufnahmen haben die großen Internetkonzerne z.B. auf der Basis von Alexa oder Siri gesammelt. Viele dieser Daten, z.B. Fotos sind im Internet auch frei verfügbar und können für entsprechende Analysen verwendet werden. Mit Hilfe von inzwischen sehr erfolgreicher Gesichtserkennung sind auch Fotos mit mehreren Personen (Gruppenaufnahmen) für diese Zwecke nutzbar. Das Missbrauchspotential durch Staaten und auch durch Unternehmen (Verkauf der Daten an andere Unternehmen, Diskriminierung bei Stellenbewerbungen und Bankgeschäften) ist sehr hoch.

Das Bestimmen von persönlichen Eigenschaften aus Texten, Bildern, Tonaufnahmen oder Videosequenzen ist daher äußerst problematisch und abzulehnen. Die Ergebnisse sind immer unsicher, d.h. sie gelten nur mit gewisser Wahrscheinlichkeit, also nur für einen Teil der Personen, denen sie zugeordnet sind. Außerdem wird kein Grad bestimmt, zu dem eine gewisse Eigenschaft zutrifft. Die Verfahren zur Bestimmung persönlicher Eigenschaften können massenhaft auf den Daten in sozialen Netzwerken angewendet werden und die Nutzer in Kategorien einteilen. Dies kann zu Vorurteilen und Diskriminierung führen. Automatisch bestimmte Eigenschaften wie z.B. sexuelle Orientierung, Neigung zur Kriminalität oder politische Präferenzen können zu erheblichen Nachteilen für die Betroffenen führen und in manchen Staaten sogar die Freiheit und das Leben bedrohen.

3.2. Autonome Waffensysteme

Große Fortschritte im Gebiet „Künstliche Intelligenz“ haben auch zu entsprechenden Fortschritten in der Militärtechnik geführt. Solche Entwicklungen können zu autonomen Waffen führen, wobei Entscheidungen über Leben oder Tod von Menschen durch Maschinen getroffen werden könnten. Auf der Basis einer automatischen Bilderkennung mit guter Objektklassifikation könnten feindliche Ziele automatisch identifiziert und attackiert werden. Autonome Waffensysteme werden von mehreren Staaten entwickelt und erprobt. Solche Entwicklungen betreffen verschiedene Waffenkategorien, wie Landfahrzeuge, Luftfahrzeuge und auch U-Boote. Am stärksten in der Diskussion sind hierbei Roboter und Drohnen.

Eine genaue allgemein akzeptierte Definition eines „autonomen Waffensystems“ gibt es bisher nicht. Ob ein Waffensystem autonom oder halbautonom agieren kann, hängt nicht nur von den technischen Eigenschaften des Waffensystems, sondern auch von der Komplexität der Einsatzumgebung und eventuell von (vorherigen) Interaktionen mit menschlichen Akteuren ab.

Besonders in der Diskussion sind tödliche autonome Waffensysteme. In der Literatur wird hierfür meist die Bezeichnung LAWS (lethal autonomous weapon systems) verwendet. LAWS werden von den Vereinten Nationen definiert als Waffensysteme, die menschliche

Ziele ohne menschlichen Eingriff aufspüren, erfassen und eliminieren.

Drei Typen von autonomen Waffensystemen werden unterschieden:

- In-the-Loop-Systeme
- On-the-Loop-Systeme
- Out-of-the-Loop-Systeme

Bei In-the-Loop-Systemen behält der Mensch die Entscheidung über die Zielführung und die Ausführung eines Angriffs. On-the-Loop-Systeme können selbständig agieren und die Operationen ausführen. Ein Mensch kann das Verhalten aber kontrollieren und bei Bedarf eingreifen. Out-of-the-Loop-Systeme agieren selbständig, sobald ein Start vollzogen ist. Menschen haben dann keine Kontroll- und Eingriffsmöglichkeit mehr. On-the-Loop-Systeme und Out-of-the-Loop-Systeme gelten als autonome Systeme, denn sie können eigenständig agieren.

Vielfach gefordert wird, dass ein Mensch die letzte Entscheidung haben muss, oft ausgedrückt durch „human in the loop“ (Mensch in der Entscheidungsschleife). Hierbei stellt sich aber die Frage, inwieweit der Mensch die vorliegenden Informationen in der verfügbaren Zeit bewerten und damit eine geeignete Grundlage für seine Entscheidung haben kann. Es kann schwierig sein, die Vorschläge der Maschine rational in Zweifel zu ziehen. Kersten Lahl schreibt dazu (Lahl 2021, Seite 50): „Solange es nicht eine „starke KI“ gibt, ist pro forma die Kontrolle des Menschen über den Einsatz von Waffen gegeben. Allerdings beruhigt dieser Befund nicht restlos, da er zugleich einer Illusion unterliegt. Denn die formale Kompetenz ist das eine, die tatsächliche Eingriffschance das andere. Je komplexer ein kollektiver Verbund teilautonomer Waffensysteme ist, desto unmöglicher wird es dem kontrollierenden Menschen, die „Black Box“ zu durchschauen und Fehler oder Manipulation zu erkennen – also die von Algorithmen gelieferten Ergebnisse nachzuvollziehen, zu bewerten und notfalls auch zu korrigieren. In hochintensiven Lagen unter extremem Zeitdruck reduziert sich seine Rolle dann de facto auf eine Scheinkontrolle.“

Die Befürworter von autonomen Waffen argumentieren, dass aufgrund höherer Zielgenauigkeit zivile Opfer leichter vermieden werden können. Insbesondere wird das Leben von Soldaten der eigenen Streitkräfte nicht gefährdet, wenn die autonomen Systeme eigenständig ohne Beteiligung von Menschen agieren können.

Kritiker befürchten, dass bei vollautonomen Waffensystemen unvorhersehbare Interaktionen zwischen den automatischen Systemen vorkommen und eine Kettenreaktion von autonom geführten Angriffen und Gegenangriffen auslösen können. In sehr kurzen Zeitabschnitten kann hierbei eine Eskalationsspirale entstehen, die von Menschen in der Kürze der Zeit nicht beherrscht werden kann. Dieses Risiko wird auch als „flash war“ bezeichnet, in

Analogie zu einen „flash crash“, wobei es im Hochfrequenzhandel zwischen verschiedenen Algorithmen zu unvorhergesehenen Interaktionsprozessen kommen kann, die innerhalb von Sekunden zu Kursabstürzen und finanziellen Verlusten führen können.

Vollautomatische Waffensysteme gefährden Völkerrechtsvereinbarungen, des Weiteren kann es im Falle von Tötungen durch autonome Waffen schwer sein festzulegen, wer hierfür verantwortlich gemacht werden kann, es können Verantwortungslücken entstehen.

Im Bericht für den Bundestag zur Technikfolgen-Abschätzung für autonome Waffen schreiben die Autoren zum Zusammenhang zwischen autonomen Waffen und Nuklearwaffen: „Auf der globalen Ebene spielt das strategische Gleichgewicht zwischen den Nuklearwaffenstaaten nach wie vor eine herausragende Rolle. Es basiert wesentlich auf der gesicherten Fähigkeit eines Zweitschlags und der daraus resultierenden Abschreckung eines möglichen Erstschlags. Es wäre vorstellbar, dass sehr potente AWS (autonomous weapon systems) zukünftig als konventionelle Erstschlagwaffen zur Zerstörung gegnerischer Nuklearwaffenarsenale eingesetzt werden könnten, die mögliche Ziele (Raketensilos oder mit Nuklearwaffen bestückte U-Boote) selbstständig aufklären, in deren Nähe unentdeckt verweilen und auf Befehl koordiniert diese Ziele angreifen und zerstören. AWS könnten auch als Trägerplattformen für Nuklearwaffen verwendet werden, beispielsweise in Form von autonomen Unterwasserfahrzeugen. Diese könnten schneller, überraschender und koordinierter als bisherige Trägersysteme zuschlagen und vorhandene Verteidigungsmaßnahmen aushebeln. Eine solche Nutzung von AWS würde die strategische Stabilität massiv infrage stellen.“

In Russell 2020 (Seite 122) wird argumentiert, dass autonome Waffensysteme als Massenvernichtungswaffen einzustufen sind, da sie „skalierbar“ also in beliebig großer Anzahl produzierbar sind. Das heißt, auch kleine Staaten oder Terrororganisationen könnten solche Waffen in großer Zahl produzieren und einsetzen. Für Stuart Russell ist dies ein wesentliches Argument dafür, dass autonome Waffen verboten werden müssen.

Das „Future of Life Institute“ wurde 2014 gegründet und hat das Ziel, existenzielle Risiken für die gesamte Menschheit zu verringern. Auf der Weltkonferenz für „Künstliche Intelligenz“, der „International Joint Conference on Artificial Intelligence“ wurde am 28.7.2015 ein offener Brief zu autonomen Waffen in einer Pressekonferenz vorgestellt, der von vielen führenden KI-Forschern unterschrieben wurde. Zur Unterstützung einer Kampagne zum Verbot autonomer Waffen hat das Future of Life Institute im November 2017 einen knapp achtminütigen Film „Slaughterbots“ veröffentlicht (<https://www.youtube.com/watch?v=9CO6M2HsoIA>), in dem die Risiken autonomer Waffen verdeutlicht werden. Auch wenn der Film als Science Fiction angesehen werden kann, sind die Techniken für eine Realisierung

heute bereits vorhanden. Solche Waffen könnten in recht kurzer Zeit konstruiert und eingesetzt werden. Der Film zeigt eine Minidrohne, die ihren Weg mit automatischer Bilderkennung sucht und ein Ziel mit automatischer Gesichtserkennung identifiziert. Nach Erreichen des Ziels kann eine tödliche Sprengladung gezündet werden. Am Ende des Films spricht der renommierte KI-Forscher Start Russell. Er warnt eindringlich vor der Entwicklung von autonomen Waffen und schreibt in Russell 2020 (Seite 122), dass nach seiner Kenntnis das Schweizer Verteidigungsministerium bereits einen solchen „Slaugherbot“ gebaut, getestet und für einsatztauglich befunden habe.

Seit 2014 gibt es auf UN-Ebene Gespräche, um Verhandlungen zu einem Verbot autonomer Waffen zu starten. Bisher gibt es aber kaum Fortschritte. Die großen Militärmächte blockieren Verbotsverhandlungen.

3.3. Frühwarn- und Entscheidungssysteme

Computergestützte Frühwarn- und Entscheidungssysteme basieren auf Sensoren, sehr komplexen Computersystemen und Netzwerken und dienen der Vorhersage und Bewertung von möglichen Angriffen durch Atomraketen. Dabei kann es zu Fehlalarmen kommen, die ganz unterschiedliche Ursachen haben können (z.B. Hardware-, Software-, Bedienungsfehler oder falsche Bewertung von Sensorsignalen). In Friedenszeiten und Phasen politischer Entspannung sind die Risiken sehr gering, dass die Bewertung einer Alarmmeldung zu einem atomaren Angriff führt. In solchen Situationen werden im Zweifelsfall Fehlalarme angenommen.

Die Situation kann sich drastisch ändern, wenn politische Krisensituationen vorliegen, eventuell mit gegenseitigen Drohungen oder wenn in zeitlichem Zusammenhang mit einem Fehlalarm weitere Ereignisse eintreten. Hierfür werden bei einer Bewertung Ursachen gesucht, d.h. es wird versucht, kausale Zusammenhänge zu finden. Wenn solche kausalen Zusammenhänge gefunden werden und logisch plausibel sind, besteht die große Gefahr, dass diese als gültig angenommen werden, d.h. dass die Alarmmeldung als gültig angenommen wird, auch wenn es um zufälliges zeitliches Zusammentreffen von unabhängigen Ereignissen geht.

Fehler können in einem komplexen System nie ausgeschlossen werden und können sowohl durch Menschen als auch durch Computer verursacht werden. Bei komplexen Anwendungen ist es technisch nicht möglich eine fehlerfreie Software zu realisieren. Selbst wenn eine Software mit Techniken der Programmverifikation als korrekt bewiesen wird, sind solche Beweise nur auf Basis einer formalen Spezifikation möglich, die aber selbst wieder Fehler enthalten kann. Ein wichtiges Mittel zur Fehlerreduzierung bei der Softwareentwicklung ist Testen. Aber das Testen eines Frühwarnsystems wird unter realen Bedingungen kaum möglich sein.

Des Weiteren werden die Risiken eines Atomkriegs aus Versehen nicht geringer, wenn es weniger Fehlalarme gibt, denn seltene Fehler sind schwer zu bewerten und werden eher ernst genommen. Wenn es in der Vergangenheit sehr viele Alarmmeldungen gab und diese sich alle als falsch herausstellten, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass auch die nächste Alarmmeldung als Fehlalarm eingestuft wird. Wenn es also gelingt, Frühwarnsysteme so zu verbessern, dass Fehlalarme nur noch sehr selten auftreten, wird damit die Sicherheit nicht erhöht. Die nur noch selten vorkommenden Alarmmeldungen sind dann ungewöhnlich und schwer interpretierbar, werden also eher als gültig angenommen.

Die Gefahr eines Atomkriegs aus Versehen wird sich in Zukunft deutlich erhöhen. Der Klimawandel wird vermutlich dazu führen, dass verschiedene Regionen unbewohnbar werden und damit vermehrt Klimaflüchtlinge verursachen. Der verfügbare Lebensraum wird kleiner, wichtige Ressourcen, wie zum Beispiel Wasser, knapper. Dadurch wird es in Zukunft häufiger politische Krisen und eventuell sogar kriegerische Konflikte geben. Als Folge werden Raketenangriffsmeldungen deutlich gefährlicher.

Cyberattacken können gefährliche und unkalkulierbare Wechselwirkungen mit Frühwarnsystemen sowie den Nuklearstreitkräften erzeugen und damit das Risiko eines Atomkriegs aus Versehen erheblich erhöhen. Kritisch können hierbei das zeitliche Zusammentreffen eines Cyberangriffs mit einem Fehlalarm in einem Frühwarnsystem oder die Manipulation von Komponenten oder Daten eines Frühwarnsystems sein.

Das Ende des INF-Vertrages wird zu einem neuen Wettrennen führen. Völlig unkalkulierbar sind hierbei die Auswirkungen der geplanten Bewaffnung des Weltraums, sowie die Entwicklung von Hyperschallwaffen, die offenbar schwer zu lokalisieren sind und die Vorwarnzeiten extrem verkürzt werden.

Anzahl und Vielfalt an Objekten im Luftraum werden weiter steigen (z.B. Drohnen, Satelliten, Hyperschallraketen). Die Bewertung von Sensorsignalen wird damit schwieriger und es werden immer mehr Verfahren der Künstlichen Intelligenz erforderlich sein, um für gewisse Teilaufgaben Entscheidungen automatisch zu treffen. Auch die Weiterentwicklung der Waffensysteme mit höherer Treffsicherheit und kürzeren Flugzeiten wird zunehmend Techniken der Künstlichen Intelligenz erforderlich machen. Es gibt bereits Forderungen in Zusammenhang mit Frühwarnsystemen autonome KI-Systeme zu entwickeln, die vollautomatisch eine Alarmmeldung bewerten und gegebenenfalls einen Gegenschlag auslösen, da für menschliche Entscheidungen keine Zeit mehr bleibt.

Die für eine Entscheidung verfügbaren Daten sind jedoch vage, unsicher und unvollständig. Deshalb können auch

KI-Systeme in solchen Situationen nicht zuverlässig entscheiden. Helligkeit und Größe von Sensorsignalen sind vage Werte. Die Klassifikationsergebnisse zur Objekterkennung sind unsicher und es können auch wesentliche Informationen fehlen, z.B. wegen Störaktionen durch elektronische Kampfmittel.

Ein Testen solcher Erkennungssysteme unter realen Bedingungen ist kaum möglich. Auch wird es im Vergleich zu anderen KI-Anwendungen (z.B. autonomes Fahren) deutlich weniger „Lerndaten“ geben, um die nötigen Erkennungskriterien zu erzeugen. Dies kann zu unvorhersehbaren Effekten führen, die eventuell von Menschen nicht bewertet und kontrolliert werden können. In der kurzen verfügbaren Zeit wird es in der Regel auch nicht möglich sein, Entscheidungen der Maschine zu überprüfen. Dem Menschen bleibt nur zu glauben, was die Maschine liefert. Aufgrund der unsicheren und unvollständigen Datengrundlage werden weder Menschen noch Maschinen in der Lage sein, Alarmmeldungen zuverlässig zu bewerten.

Um einen Atomkrieg aus Versehen bei einem Fehlalarm in einer Krisensituation zu verhindern, müssen alle beteiligten Personen in der sehr kurzen Entscheidungszeit nach geltenden Regeln und logisch vernünftig handeln. Es ist äußerst fraglich, ob dies immer gewährleistet werden kann. Unfälle kommen häufig vor, oft hat dabei ein Beteiligter Regeln verletzt oder unvernünftig gehandelt. Ein „Atomkrieg aus Versehen“ ist nicht direkt vorhersehbar. Wie bei sonstigen Unfällen in technischen Systemen gibt es keine Vorwarnung. Wie ein „normaler Unfall“ kann ein Atomkrieg aus Versehen plötzlich innerhalb weniger Minuten als Folge einer Eskalationsspirale und falscher Einschätzungen geschehen. Danach ist keine Korrektur mehr möglich. Bei normalen Unfällen werden hinterher oft Maßnahmen getroffen, um solche Risiken in Zukunft zu vermeiden. Nach einem atomaren Schlagabtausch wird es eine solche Zukunft kaum noch geben. Beim Atomkriegsrisiko können wir mit Maßnahmen zur Reduzierung dieser Risiken nicht warten, bis es einen ersten „Unfall“ in Form eines „Atomkriegs aus Versehen“ gegeben hat.

Das Problem automatischer Entscheidungen in Zusammenhang mit Atomwaffen wird in Timm et.al., 2020 behandelt. Zur Darstellung der Gefahren wurden diese Seiten eingerichtet: www.atomkrieg-aus-versehen.de. Der Unterpunkt des Buttons „Unterstützer“ zeigt, dass die Warnungen auch auf Zustimmung bei KI-Experten stoßen.

4. Fazit

Die allermeisten KI-Anwendungen sind positiv und für den Menschen nützlich. Dazu gehören zum Beispiel Systeme die auf Basis automatischer Erkennungsverfahren wie der Rechnungserkennung Verwaltungsabläufe verbessern oder auf der Grundlage von Dokumentanalyse und Wissensmanagement wichtige Informationen besser zugänglich machen. Auch im medizinischen Bereich sind

große Fortschritte zum Beispiel durch automatische Bilderkennung für die Diagnose erzielt worden.

Es darf aber nicht missachtet werden, dass es auch problematische KI-Anwendungen geben kann. Eine erfolgreiche KI-Forschung kann erhebliche Auswirkungen auf den Menschen und die Zukunft der Menschheit als Ganzes haben. Dies kann auch eine mögliche Superintelligenz betreffen, auf die hier nicht eingegangen wurde. Problematische KI-Anwendungen kann es in Zusammenhang mit der Überwachung und Manipulation von Menschen geben, wobei das automatische Bestimmen von Charaktereigenschaften besonders hohes Mißbrauchspotenzial hat. Bezüglich militärischer Anwendungen der KI werden vor allem mögliche Auswirkungen autonomer Waffensysteme diskutiert. Wenig bekannt sind die Gefahren, die von immer mehr KI in militärischen Frühwarnsystemen zur Erkennung von Angriffen mit Nuklearwaffen ausgehen können. Die Erwartungen, die bei Frühwarnsystemen von Teilen der Politik und des Militärs in die KI gesteckt werden, können dabei nicht erfüllt werden. Aufgrund einer unsicheren und unvollständigen Datengrundlage können weder Menschen noch Maschinen im Falle von Alarmmeldungen sicher entscheiden. In Zusammenhang mit den Nuklearstreitkräften hing das Leben der gesamten Menschheit in der Vergangenheit in einigen Fällen von der Entscheidung eines einzelnen Menschen ab. Weder ein Mensch noch eine Maschine sollte eine solche Fähigkeit haben.

LITERATUR

- Benton Adrian, Mitchell Margaret, Hovy Dirk: Multitask Learning for Mental Health Conditions with Limited Social Media Data, Proceedings of the 15th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics, 2017
- Grünwald Reinhard, Kehl Christoph: Autonome Waffensysteme – Endbericht zum TA-Projekt, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Arbeitsbericht Nr. 187, Okt. 2020, <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/236/1923672.pdf>
- Kosinski Michal, Stillwell David, Graepel Thore: Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior, PNAS, 2013
- Lahl Kersten: Autonome Waffensysteme als Stresstest für internationale Sicherheitspolitik, Politikum, Heft 1, 2021, Seite 46-53
- Reece Andrew G., Danforth Christopher M.: Instagram photos reveal predictive markers of depression. <https://arxiv.org/pdf/1608.03282v2.pdf>, 2017
- Russell Stuart, Norvig Peter: Künstliche Intelligenz - ein moderner Ansatz, 3. Auflage, Pearson, 2012
- Russell Stuart: Human Compatible – Künstliche Intelligenz und wie der Mensch die Kontrolle über superintelligente Maschinen behält. Mitp Verlag, 2020

- Schuller Björn: Mensch, Maschine, Emotion: Erkennung aus sprachlicher und manueller Interaktion, VDM-Verlag, 2007
- Schuller Björn, Batliner Anton: Computational Paralinguistics: Emotion, Affect and Personality in Speech and Language Processing, Wiley, 2013
- Timm Ingo J., Siekmann Jörg, Bläsius Karl Hans: KI in militärischen Frühwarn- und Entscheidungssystemen, 2020, <https://www.fwes.info/fwes-ki-20-1.pdf>
- Wang Yilun, Kosinski Michal: Deep neural networks are more accurate than humans at detecting sexual orientation from facial images. Journal of Personality and Social Psychology, 2017
- Wu Xiaolin, Zhang Xi: Automated Inference on Criminality Using Face Images, <https://arxiv.org/pdf/1611.04135v1.pdf>, 2016
- Wu Xiaolin, Zhang Xi: Responses to Critiques on Machine Learning of Criminality Perceptions, <https://arxiv.org/pdf/1611.04135v3.pdf>, 2017

KONTAKT

Prof. Dr. Karl Hans Bläsius
Hochschule Trier, Fachbereich Informatik
<https://www.hochschule-trier.de/informatik/blaesius/>
E-Mail: blaesius@hochschule-trier.de

Transformation von SAP GUI zu SAP Fiori im Einkaufsumfeld: Konzeption, Entwicklung und Bewertung einer SAP Fiori-Applikation am Beispiel der Erfassung von Bestellanforderungen

Aylin Bolat

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften,
Datenverarbeitung
Wilhelm-Leuschner-Straße 13
61169 Friedberg
aylin.bolat@mnd.thm.de

Prof. Dr. Harald Ritz

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Informatik
Wiesenstraße 14
35390 Gießen
harald.ritz@mni.thm.de

Manuel Steffen

Evonik Industries AG

Business Processes
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau
manuel.steffen@evonik.com

Kategorie

Bachelorarbeit

Schlüsselwörter

OData, UI5, Procurement, Sourcing, Einkauf, Beschaffung, Bestellanforderung, Banf, Applikation, ERP, Entwicklung, Cloud, Launchpad, Geschäftsprozess, Graphical User Interface (GUI), SAP SE, SAP GUI, SAP Fiori

Zusammenfassung

Mithilfe von Trends und Innovationen, die im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung hervorgehen, versprechen sich Unternehmen ihre Geschäftsprozesse zu optimieren und sich somit einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Dazu gehören insbesondere auch neue UI-Technologien, die im Unternehmensumfeld eingeführt werden. Diese sollen unter anderem eine bessere User Experience und verkürzte Reaktionszeiten bei der Ausführung von Geschäftsprozessen gewährleisten, um somit der Produktivitätssteigerung ihrer Anwender beizutragen.

Durch den Einsatz neuer UI-Technologien soll mitunter die tägliche Ausführung von Funktionen im Einkaufsumfeld, wie das Anlegen oder die Freigabe von Bestellungen und die Erfassung von Bestellanforderungen optimiert und insgesamt eine verbesserte Nutzererfahrung hervorgerufen werden. Im traditionellen ERP-System werden Anwender meist mit sehr komplexen Eingabemasken konfrontiert und besonders Mitarbeiter ohne Vorkenntnisse verlieren schnell die Übersicht. Oft müssen sich die Mitarbeiter für Funktionen, die in verschiedenen Transaktionen ausgeführt werden, schulen lassen, da sich jede Funktion in ihrer graphischen Benutzeroberfläche und Handhabung unterscheidet.

Die Einführung von rollen- und aufgabenspezifisch konzipierten UI5-Applikationen, die auf verschiedenen

Endgeräten verfügbar sind, soll diesem Problem entgegenwirken. Diese Applikationen orientieren sich an den Fiori-Designrichtlinien, die von SAP SE gänzlich nach den Wünschen und Anforderungen ihrer Anwender konzipiert wurden.

Für den Prozess der Erfassung von Bestellanforderungen wurde solch eine Applikation im Unternehmen Evonik Industries AG konzipiert, entwickelt und bewertet. Dabei wurde insbesondere die Frontend-Konzeption und -Entwicklung durchgeführt, während das Backend-Konzept erarbeitet, aber nicht implementiert wurde.

Das Bewerten der Applikation unter bestimmten Annahmen und der Vergleich zum klassischen Erfassen von Bestellanforderungen im traditionellen GUI des ERP-Systems deuten darauf hin, dass die Applikation bezüglich der harten Erfolgsfaktoren Dauer, Anzahl der Eingabefelder und Anzahl der Bildschirmwechsel bessere Werte erzielt, als die Ausführung im klassischen GUI. Auch bezüglich der weichen Erfolgsfaktoren, die die subjektiven Empfindungen der Anwender betreffen, weist die UI5-Applikation Vorteile auf.

Dieses Ergebnis bezieht sich auf den konkreten Use Case der Implementierung einer Applikation zum Erfassen von Bestellanforderungen in dem Unternehmen Evonik Industries AG und bedeutet nicht, dass die Einführung von UI5-Applikationen in jedem Fall die bessere Entscheidung darstellt, da sie nur einen festen Funktionsumfang für eine bestimmte Anwendergruppe besitzen und das traditionelle ERP-System viele weiteren Funktionen bietet, die ein erfahrener Nutzer innerhalb eines zentralen Systems anwenden kann.

Vergleichende Bewertung zwischen SAP BW/4HANA und einem SAP HANA SQL Data Warehouse

Lenard Damm

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Datenverarbeitung
Wilhelm-Leuschner-Str. 13
61169 Friedberg
lenard.damm@mnd.thm.de

Prof. Dr. Harald Ritz

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Informatik
Wiesenstr. 14
35390 Gießen
harald.ritz@mni.thm.de

Azmat Ahmad (M.Sc.)

INFOMOTION GmbH

BU Wahl
Westhafenplatz 1
60327 Frankfurt
azmat.ahmad@infomotion.de

Kategorie

Bachelorarbeit

Schlüsselwörter

Business Intelligence, Data Warehouse, analytische Plattform, SAP BW/4HANA, SAP HANA SQL Data Warehouse

Zusammenfassung

Das Sammeln, Strukturieren und Konsumieren von Informationen bleibt auch in der heutigen Zeit eine große Herausforderung. Besonders Unternehmen möchten zeitnah auf Marktveränderungen reagieren und Chancen im Markt erkennen, um daraus resultierende Wettbewerbsvorteile zu nutzen. Diesem Ziel widmet sich die Business Intelligence, die der Unterstützung von Managemententscheidungen dient. Hier werden häufig Data Warehouses oder Data Lakes eingesetzt, um Daten aus operativen Systemen zusammenzuführen. Außerdem werden die Daten in diesen Systemen verarbeitet und den Entscheidungsträgern anschließend zur Verfügung gestellt, sodass diese anhand der Analysen fundierte Entscheidungen treffen können.

Aufgrund von wachsenden Datenvolumen, Infrastrukturen und Anforderungen an Analysemöglichkeiten, schnelleren Datenzugriffen und neuen Datenquellen werden zunehmend moderne analytische Plattformen verwendet. Dabei handelt es sich um für Analysen optimierte Datenbankmanagementsysteme.

Unter vielen Anbietern im Bereich Data Warehousing ist die SAP SE einer der größten auf dem Markt. Sie bietet in ihrem Portfolio unter anderem das SAP BW/4HANA und das SAP HANA SQL DWH als moderne Data-Warehousing-Lösungen an. Beide Systeme basieren auf der SAP HANA, sind allerdings auf unterschiedliche Anwendungszwecke ausgerichtet. Es stellt sich die Frage,

welches der beiden Systeme sich besser als moderne analytische Plattform eignet.

Um dies feststellen zu können wurden SAP BW/4HANA und das SAP HANA SQL DWH anhand der Anforderungen, die an eine moderne analytische Plattform gestellt werden, vergleichend bewertet. Dazu wurden zunächst die Anforderungen, die an eine moderne analytische Plattform gestellt werden, ausgearbeitet und in einer Bewertungsmatrix den Systemen gegenübergestellt. Die Auswahl der Anforderungen erfolgte anhand der Vorgaben der INFOMOTION GmbH. Die betrachteten Kriterien sind Self-Service Data Preparation, Data Catalog, Data Lineage, Agilität, Time to Analytics, Datenvirtualisierung, Skalierbarkeit, Data Tiering, Cloud, Advanced Analytics, Performance, Sicherheit und Datenschutz, Datenqualität und Konnektivität. Weiterhin wurde die Umsetzung eines Datenmodells in beiden Systemen beschrieben, um einen Gesamtüberblick über diese zu bieten.

Die Ergebnisse der vergleichenden Bewertung werden in der folgenden Tabelle kompakt dargestellt. Dass eine Anforderung erfüllt wird, wurde durch ein „+“ kenntlich gemacht. Andernfalls wurde ein „-“ eingetragen. Falls eine Anforderung von beiden Systemen erfüllt wird, allerdings eines der beiden Systeme besser für die Anforderung geeignet ist, so wurde dies mit einem „++“ kenntlich gemacht.

Durch die vergleichende Bewertung wird ersichtlich, welches System sich für welche Anforderung besser eignet. Dadurch können die Ergebnisse bei der Auswahl einer geeigneten Lösung unterstützen.

Anforderung	SAP BW/4 HANA	SAP HANA SQL DWH
Self-Service Data Preparation	-	+
Data Catalog	-	-
Data Lineage	+	-
Agilität	+	++
Time to Analytics	+	+
Datenvirtualisierung	+	+
Skalierbarkeit	+	+
Data Tiering	+	+
Cloud	+	++
Advanced Analytics	-	+
Performance	+	+
Sicherheit und Datenschutz	+	+
Datenqualität	+	+
Konnektivität	+	++

Tabelle 1: Vergleichende Bewertung der Anforderungen

Visualisierung von analytischen Business-Intelligence-Ergebnissen mit SAP-Software auf verschiedenen Endgeräten

Nicolas Lang

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Datenverarbeitung
Wilhelm-Leuschner-Str. 13
61169 Friedberg
nicolas.lang@mnd.thm.de

Prof. Dr. Harald Ritz

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Informatik
Wiesenstr. 14
35390 Gießen
harald.ritz@mni.thm.de

Prof. Dr. Frank Kammer

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Informatik
Wiesenstr. 14
35390 Gießen
frank.kammer@mni.thm.de

Kategorie

Bachelorarbeit

Schlüsselwörter

Business Intelligence, Visualisierung, Informationsvisualisierung, SAP, Endgeräte, Report, Dashboard

Zusammenfassung

Daten sind für Unternehmen von hoher Bedeutung. Unternehmen, welche auf datengetriebene Entscheidungsunterstützung setzen, können sich durch bessere Kundenorientierung und Anpassungen an den Markt einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. Um die Kernaussage von großen Datenbeständen effektiver zu begreifen und daraus Rückschlüsse zu treffen, wird die Informationsvisualisierung in Form von Reports oder Dashboards zunehmend eingesetzt.

Zugleich gewinnt durch den mobilen BI-Trend, also der vermehrten Nutzung von unterschiedlichen mobilen Endgeräten in Unternehmen (u.a. Notebook, Tablet, Smartphone), das Thema Visualisierung auf verschiedenen Endgeräten immer stärker an Bedeutung.

SAP SE bietet als einer der größten Business-Intelligence-Anbieter eine Reihe von Visualisierungsprodukten an. Diese stehen für unterschiedliche Endgeräte zur Verfügung und besitzen verschiedene Eigenschaften. Dass die Produkte parallel angeboten werden, erschwert die Entscheidung für ein passendes Visualisierungsprodukt und wie dieses richtig einzusetzen ist.

Gegenstand dieser Arbeit war es, eine Übersicht der Richtlinien und Grundsätze für die Umsetzung von Reports und Dashboards zu geben. Weiterhin wurden die einzelnen Visualisierungsprodukte mit ihren Funktionen und der Vielfalt ihrer Einsatzfähigkeit auf Endgeräten vorgestellt. Bei den Visualisierungsprodukten beschränkte man sich auf SAPUI5, SAP Web Intelligence, SAP Crystal Reports, SAP Lumira

Discovery, SAP Lumira Designer und SAP Analytics Cloud. Um einen Eindruck zu vermitteln, erfolgte auch eine praktische Umsetzung von Dashboards mit den Programmen SAPUI5, SAP Lumira Discovery sowie SAP Analytics Cloud. Bei den Dashboards wurden die behandelten Gestaltungsrichtlinien angewandt.

Anhand der gesammelten Erfahrungen, und basierend auf der Literatur, wurde eine Bewertungstabelle erarbeitet, in der als Kriterien die Entwicklungsdauer, die Konnektivität, die Möglichkeit der mobilen Darstellung, die Interaktivität auf Tablets und Smartphones, die Machbarkeit für den Anwender die Visualisierungen selbst zu erzeugen und Daten anzubinden sowie die möglichen Visualisierungsformen (Dashboard oder Report), aufgelistet wurden.

Anhand dieser Kriterien wurden die einzelnen Produkte bewertet. Daraus ergibt sich, dass SAP Analytics Cloud die gewählten Kriterien am besten erfüllt. Für die unternehmensindividuelle Wahl eines Visualisierungsprodukts sollten die Kriterien allerdings mit den eigenen Anforderungen abgewogen werden.

Entwicklung eines Chatbots zur Verbesserung der Zugänglichkeit komplexer Dokumente

Meriam Kostadinova (B. Sc.)

HTW Berlin

Studiengang
Wirtschaftsinformatik
Treskowallee 8
10318 Berlin

meriamkostadinova@yahoo.de

Prof. Dr. Birte Malzahn

HTW Berlin

Studiengang
Wirtschaftsinformatik
Treskowallee 8
10318 Berlin

malzahn@htw-berlin.de

Prof. Dr. Verena Majuntke

HTW Berlin

Studiengang
Wirtschaftsinformatik
Treskowallee 8
10318 Berlin

majuntke@htw-berlin.de

Kategorie

Bachelorarbeit

Schlüsselwörter

Chatbots, Künstliche Intelligenz, Natural-Language-Understanding, komplexe Dokumente

Zusammenfassung

In komplexen Dokumenten wie Datenschutzrichtlinien oder Prüfungsordnungen kann es sehr aufwändig sein, Informationen zu finden. Dies kann negative Auswirkungen haben. Eine schwer zugängliche Prüfungsordnung kann bspw. viele Nachfragen beim jeweiligen Prüfungsamt verursachen. Das Ziel dieser Arbeit war es, exemplarisch zu untersuchen, inwieweit ein Chatbot komplexe Dokumente leichter zugänglich machen kann. Als Untersuchungsgegenstand diente dabei die Studien- und Prüfungsordnung (StPO) des Bachelorstudiengangs Wirtschaftsinformatik der HTW Berlin.

Nach einer Einführung in die Grundlagen von Chatbots und Usability sowie einer Vorstellung der als pdf-Dokument vorliegenden StPO wurden die Anforderungen an eine Lösung unter Berücksichtigung der Usability erhoben. Folgende Anforderungen wurden identifiziert: Hohe Verständlichkeit der Antworten, breite Themenabdeckung bei gleichzeitiger transparenter Abgrenzung der Kompetenzen des Chatbots, Toleranz gegenüber fehlerhaften Eingaben, Schutz personenbezogener Daten, gute Erreichbarkeit, v. a. auch über mobile Geräte, sowie die Möglichkeit, den Chatbot mit Hilfe des Wissens von vorhandenen Benutzerinteraktionen zu verbessern. Die Antworten des Chatbots sollten möglichst umfassend sein sowie Verweise auf entsprechende StPO-Paragrafen enthalten, so dass falsche Aussagen des Chatbots leichter zu erkennen sind. Bei sehr spezifischem Fragen sollten die Studierenden auf eine weiterführende Informationsquelle verwiesen werden. Da es nicht möglich war, die gesamte StPO thematisch abzudecken, wurden die FAQs von acht Prüfungsämtern ausgewertet, u.a. von der Hochschule Pforzheim, FH Münster und HTWG Konstanz. Folgende Themen erschienen als besonders relevant: Module und Leistungspunkte, Praktikum und Abschlussarbeit.

Für die Chatbot-Entwicklung wurde „Rasa“ gewählt, ein Open-Source-Framework zur Erstellung von virtuellen

Assistenten. Der Chatbot wurde in den Messenger-Dienst Telegram integriert. Für den Chatbot wurden 41 Benutzerabsichten (Intents) mit jeweils fünf Beispielsätzen erstellt. Definierte Synonyme ermöglichen die Erkennung alternativer Schreibweisen und Abkürzungen. Als Reaktionen auf Benutzereingaben wurden u. a. Antwortvorlagen (Utterances) sowie Aktionen (z. B. Datenbankabfragen) festgelegt. Für ein sympathisches Auftreten erhielt der Chatbot einen Namen (Ruby) und einen gestalteten Avatar. Er ist zudem in der Lage, humorvolle Antworten auf Smalltalk-Fragen zu geben.

Nach der Fertigstellung wurde der Chatbot evaluiert: Zunächst wurde eine technische Evaluation anhand von Trainingsdaten vorgenommen. „Rasa“ bietet dabei die Möglichkeit, Intent-Verwechslungen aufzudecken. Bei 44 von 47 Benutzerabsichten war die Intent-Klassifizierung korrekt. Die Testdurchführung beruhte dabei auf den bei der Erstellung formulierten Benutzereingaben. Anschließend erfolgte eine Umfrage kombiniert mit einem Test des Chatbots unter 21 Studierenden der Wirtschaftsinformatik der HTW Berlin. Von diesen waren 14 männlich und 7 weiblich, 62% im 6. und 38% im 4. Fachsemester. 66,7% der Befragten waren mit den Antworten des Chatbots zufrieden. 42,8% gaben an, dass der Chatbot einen Themenwechsel erkennen und die gestellte Frage korrekt beantworten konnte. 47% hatten das Gefühl, dass der Chatbot sie jederzeit verstand. 90% empfanden die Antworten des Chatbots als gut verständlich. 66,7% gaben an, dass der Chatbot die Zugänglichkeit der StPO erleichterte. Die Stichprobe ist dabei nicht repräsentativ, die Befragung ist als Voruntersuchung einzuordnen. Abschließend wurde eine manuelle Auswertung der Chatverläufe vorgenommen. 60% der Fragen wurden durch den Chatbot korrekt beantwortet, 20% lagen außerhalb des Kompetenzbereichs des Chatbots und 20% wurden nicht korrekt beantwortet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Chatbot in der Lage ist, komplexe Dokumente für Benutzer innen leichter zugänglich zu machen. Der im Rahmen der Arbeit entwickelte lauffähige Chatbot-Prototyp kann als Basis für eine zukünftige Weiterentwicklung dienen. Eine Herausforderung ist, dass Änderungen im Dokument Anpassungen des Chatbots nach sich ziehen müssen. Zudem sollte die Integration rechtlich bindender Antworten weiter untersucht werden.

Artificial Intelligence in B2B sales – An approach to predict customer churn

Sina Schatz

Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Straße 65
76175 Pforzheim
schatzsi@hs-pforzheim.de

Frank Morelli

Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Straße 65
76175 Pforzheim
frank.morelli@hs-pforzheim.de

Category

Master Thesis

Keywords

B2B sales, Customer Relationship Management, Artificial Intelligence, Machine Learning, Customer churn

Introduction and research objectives

To target customers with tailored offerings, sales today is highly centered on analyzing large amounts of data. In Business-to-Consumer (B2C) sales, data analytics and increasingly Artificial Intelligence have been used for many years to better understand customer needs. In contrast, analytics in the Business-to-Business (B2B) market is not as advanced as in the B2C market. However, the B2B market also offers very high potential to benefit from these new technologies, because there are typically fewer but more profitable customers - therefore, companies and salespeople feel the win or loss of a customer intensely and should understand the expectations in detail.

This thesis aims to deepen the understanding of how digitized globalization is changing the B2B landscape and its associated customer expectations. In addition, it explores existing potential of sales analytics using Artificial Intelligence. To ascertain what customer information is relevant for the sales department, a survey is conducted. The results provide the starting point for building a suitable data strategy. Furthermore, the insights gained will be used to model a prototype machine learning use case to improve the sales performance.

Changing B2B landscape

The sales process is turning from a transaction into a customer journey and changes the world of B2B buying and selling. This includes, among other things, unrestricted access to information via the Internet which allows customers to conduct their own research without the influence of the supplier. In addition, emerging technologies are providing new opportunities and changing business models. Social selling and the connection to the customer as a relationship manager are

becoming increasingly important. Establishing a close relationship with the customer is more crucial than ever to differentiate from the competition. Thus, the role of the salesperson is changing to that of a relationship manager who helps the customer solve his problems. This is best done with a lot of knowledge and close collaboration to achieve the customer's goal.

Emerging technologies in B2B sales

To date, B2B salespeople invest much time in developing close and strong customer relationships for the purpose of assessing the *what, why, when* and *how* of the customer buying decision. Notably in the last two years, sales has changed enormously, but sales organizations, especially SMEs (Small and medium-sized enterprises), still operate as they did 20 years ago. Technology is providing sales with new opportunities to streamline processes and unlock new business opportunities. Artificial Intelligence (AI) can discover optimization potential and supports the strategic sales management approach, thus empowering the implementation of the sales and corporate strategy. This allows support and optimization across the entire sales process from lead generation and qualification, deal management and customer communication, to account management and business development. Furthermore, it is possible to improve the accuracy of future planning and overall sales performance.

Methodical approach

To make a practical contribution, a survey is conducted within the organization. The aim is to find out what information salespeople would like to know about their customers in order to build a consistent data strategy across the company. One insight was the prediction of customer churn, which is why a machine learning use case was implemented.

Predict customer churn using Artificial Intelligence

A company and their margin only grow when more orders are completed than in the past, which usually happens through customer growth. To achieve this, two factors are crucial. One is the successful acquisition of new customers to expand the customer base, and another one is the retention of existing customers. Since it has been known for many years that acquiring new customers

is far more time-consuming and expensive than retaining them, there should be an effort taken to prevent the customer from churning. In B2B companies, even a small reduction in customer churn can make the difference between a good and a bad year. In many cases, the salespersons salary composition consists of new investments made and the contribution margin. Therefore, there is a great economic interest to address this issue and predict customer churn. Often, churn is the result of customer dissatisfaction, a better competitive offering, or more successful sales strategies by the competition. Knowing that the customer has a high probability of leaving or not, allows the salesperson to take appropriate action before losing the customer. This can be in form of specific programs, offers, discounts, and incentives. The situation is different when there is an apparent reason, or the churn is not voluntary. For instance, if the customer's financial resources do not allow a new investment to be made, or if a strategic reorganization of the company has been determined, it is often hardly worth acting. However, it is also possible to draw conclusions about companies in similar situations or related characteristics.

The machine learning model was implemented with the object-oriented scripting language *Python*, using the interactive programming environment *Jupyter Notebook*. If general and overarching patterns or correlations can be identified as to why a customer churns, this knowledge offers the salesperson the opportunity to act and target customers at risk of churn. It is now up to each sales employee to deal with the issue individually and to consider how and whether the customer can be retained. In a first step this includes weighing up whether it is worth the effort to keep the customer. For example, is the probability of a customer churning very high, he is often already very determined and will hardly be persuaded to change his mind. Another case could be that the customer is not very profitable but requires a lot of administrative effort. The approach can be seen in the following figure.

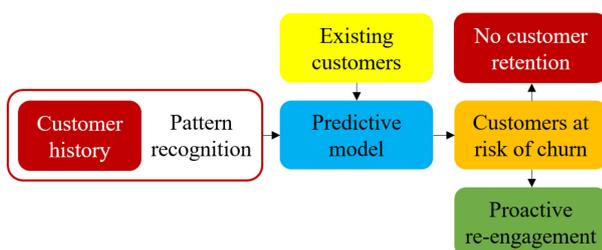


Figure 1: Approach to predict customer churn

In the long term, this model serves to identify trends at an early stage and to develop the business sustainably, which in turn can save on recovery measures. Thus, cost-benefit analyses can be conducted better, and the strategy can be adjusted for the future.

Conclusion

First, the thesis presents the context of the topic sales in general as well as current trends and changes in the B2B

landscape. It was found that emerging technologies are changing not only the way of selling, but also the customers' expectations on an easy and individual buying process. More specifically, touchpoints along the customer journey are changing, becoming increasingly digital and enabling more individual interactions.

Another important research field for this thesis was to evaluate Artificial Intelligence in the context of sales for the purpose of analyzing historical data and predicting future events. This provides sales management and salespeople with important future insights in many areas such as lead intelligence, sales automation, social media, product configuration, and more. From this, trends can be identified at an early stage and measures can be proactively initiated.

Currently, the technology is developing faster than the progress in companies and leaves a lot of untapped potential. In this thesis, the area of sales analytics was examined in greater detail and possible scenarios for action were discussed. Based on the results, a machine learning model was developed to predict customer churn. The results show that, above all, *customer satisfaction* and the *margin* made with the customer have a major influence on whether the customer churns or not. These characteristics may interfere with each other. If the margin is very high, the price for the services provided may be set too high and can have a negative impact on customer satisfaction. If the customer is not satisfied with the services provided, he may consider the price to be too high although it is fair. The obtained predictions can be used to take targeted measures for proactive customer retention and hence increase sales efficiency.

Outlook

To stay successful in the future, it is necessary to develop a sophisticated data strategy and align it with the business strategy. An one-time approach is not sufficient; rather a continuous development is necessary to be successful in the future. Therefore, it is important to set long-term goals which includes to plan early on what data will be needed for future analysis.

The developed prototype has shown that a large and qualitative data set is crucial for accurate predictions. Consideration should be given early on how the relevant data can be collected internally or whether it may need to be sourced externally. Similarly, sufficient AI expertise and capabilities are needed within the company.

Finally, it is important to remember that only the combination of AI and human intelligence will lead to maximum success. For this reason, it is particularly important to train salespeople that they can interpret and apply AI-generated information correctly.

It became clear that the potential of AI in B2B sales is still in its infancy but offers tremendous opportunities. Those who embrace the technology will have a significant competitive advantage in the coming years and will be better prepared to meet future challenges than those who do not.

Konzeption eines Ereignisverarbeitungssystems auf Basis wissenschaftlicher Best Practices im Bereich des Complex Event Processings am Beispiel der DB Fernverkehr AG

Tobias Skrandies

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Datenverarbeitung
Wilhelm-Leuschner-Straße 13
61169 Friedberg
tobias.skrandies@mnd.thm.de

Prof. Dr. Harald Ritz

Technische Hochschule
Mittelhessen

Fachbereich Mathematik,
Naturwissenschaften und
Informatik
Wiesenstraße 14
35390 Gießen
harald.ritz@mni.thm.de

Philipp Maack

DB Fernverkehr AG

Data & Productivity Solutions
Europaallee 78-84
60486 Frankfurt am Main
philipp.maack@deutschebahn.com

Kategorie

Bachelorarbeit

Schlüsselwörter

Ereignisverarbeitung, Complex Event Processing, Event Driven Architecture

Zusammenfassung

Agilität und Anpassungsfähigkeit sind zwei Eigenschaften, welche für heutige Unternehmen essenziell sind, um nachhaltig erfolgreich am Markt agieren zu können. Diese Herausforderungen können Unternehmen, durch den unterstützenden Einsatz von Informationstechnologie (IT)-Anwendungen bewältigen. Hohe Anforderungen an Unternehmen, bezüglich Dynamik sowie einer schnellen und effizienten Reaktion auf Herausforderungen, führen zu einer steigenden Komplexität von IT-Anwendungen. Diese Komplexität gilt es zu reduzieren, sowie die Agilität und Anpassungsfähigkeit der Unternehmen sicherzustellen.

Dazu muss ein transparentes Verständnis über den Zusammenhang zwischen den in den Unternehmen bestehenden Geschäftsprozessen und den unterstützenden IT-Systemen bestehen. Des Weiteren müssen unternehmenskritische Situationen in Echtzeit erkannt werden, um somit auf diese reagieren zu können. Die genannten Kernpunkte werden durch den Technologie-Ansatz, des *Complex Event Processing (CEP)* zusammenfassend behandelt.

Das CEP beschäftigt sich mit der Verarbeitung von Ereignissen durch IT-Anwendungen zur Sicherstellung der Reaktion auf unternehmenskritische Situationen. Unter dem Begriff des *Ereignisses*, sind dabei eintretende Situationen, zu verstehen, welche es ermöglichen einen Prozess darzustellen. Als Beispiel kann hierbei die Überwachung der Funktion einer technischen Komponente genannt werden. Mit Hilfe des

Einsatzes von Techniken des CEP, werden die auftretenden Ereignisse untereinander in Beziehung gebracht und somit Ereignismuster erkannt. Das Erkennen der Ereignismuster findet dabei regelbasiert statt. Das Aufstellen der entsprechenden fachlichen Ereignisregeln führt dabei zu einer transparenten Darstellung der Geschäftsprozesse innerhalb der IT-Anwendung. Aus den erkannten Ereignismustern lassen sich entsprechende Aktionen ableiten.

Im Zuge der Ausarbeitung wird ein Konzept für ein Ereignisverarbeitungssystem, am Beispiel eines unternehmerischen Kontexts, entwickelt. Dabei umfasst der unternehmerische Kontext eine Ende-zu-Ende-Anwendung mit deren Hilfe die digitalen Services der Zugflotte, wie zum Beispiel die Verfügbarkeit des Kunden-WLAN, dargestellt werden. Die betrachtete Anwendung hilft dabei Daten- und Systemsilos zu durchbrechen und schafft mittels Datenintegration Synergien für datengetriebene Entscheidungen. Das aufgestellte Konzept dient dabei als Fundament für weitere Unternehmungen in diesem Bereich und zeigt einen ersten Mehrwert des Einsatzes einer konsequenten Ereignisverarbeitung auf. Das erstellte Konzept empfiehlt dabei eine modulare Aufteilung der Ereignisverarbeitung, im Zuge deren jede eingesetzte CEP-Komponente eine klare Aufgabe, wie zum Beispiel Aufbereitung, Filterung und Mustererkennung, besitzt. Der Zusammenschluss der einzelnen CEP-Komponenten, zeichnet sich durch eine lose Kopplung aus, welche wiederum zu einer einfachen Wartbarkeit, Erweiterbarkeit sowie Skalierbarkeit des Systems führt.

Zusammenfassend lässt sich der grundlegende Mehrwert eines solchen Ereignisverarbeitungssystems auf Basis des CEP damit begründen, dass Unternehmen situationsgerecht und in Echtzeit auf auftretende Herausforderungen reagieren können.