

Wissensmanagement in digitalen Arbeitswelten – Aktuelle Ansätze und Perspektiven

Proceedings 10. Konferenz Professionelles Wissensmanagement

Knowledge Management in Digital Work Environments State-of-the-Art and Outlook

Proceedings 10th Conference Professional Knowledge Management

Prof. Dr.-Ing. Peter Heisig
Herausgeber

**18. - 20.03.2019 Potsdam
Germany**

Fachhochschule Potsdam – University of Applied Sciences

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)



DOI: 10.34678/opus4-2412

ISBN:978-3-947796-00-7

DOI: 10.34678/opus4-2412

URN: urn:nbn:de:kobv:525-24127

FHP Verlag, Potsdam

Herausgeber

Prof. Dr. Ing. Peter Heisig

Fachhochschule Potsdam

Kiepenheuer Allee 5, 14469 Potsdam, Deutschland

heisig@fh-potsdam.de

Workshop Chairs

Peter Heisig, Fachhochschule Potsdam, FB Informationswissenschaften, Potsdam, Germany

Ulrich Reimer, Fachhochschule St. Gallen, Institut für Informations- und Prozessmanagement, St. Gallen, Switzerland

Jakob M. Schönborn, University of Hildesheim, Intelligent Information Systems & German Research Center of Artificial Intelligence (DFKI), Hildesheim, Germany

Ronalds Orth, Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Bereich Unternehmensmanagement,

Berlin, Germany Ina Kohl, BSP Business School Berlin-Hochschule für Management, Berlin, Germany

Andreas Matern, Gesellschaft für Wissensmanagement e.V., Berlin, Germany

Stefan Thalmann, Karl-Franzens Universität, Graz, Austria



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



WM 2019 – **10. Konferenz Professionelles Wissensmanagement**

**„Wissensmanagement in digitalen
Arbeitswelten – Aktuelle Ansätze
und Perspektiven“**

18.-20. MÄRZ 2019

Campus FH Potsdam
Kiepenheuerallee 5
14469 Potsdam



MONTAG
18.03.19

WISSENS- UND KOMPETENZMANAGEMENT IN DER INDUSTRIE 4.0 – WIKOIN 4.0

13:00 – 14:30 Session 1		Raum D/116
1 Murawski, M.; Bühler, J.; Bick, M. (ESCP Berlin)	Erforderliche Digitale Kompetenzen im Kontext von Industrie 4.0 – Eine soziotechnische Analyse	
2 Hecklau, F.; Orth, R.; Kidschun, F.; Tominaj, S. (Fraunhofer IPK)	Veränderte Kompetenzanforderungen im Rahmen von Digitalisierung und Industrie 4.0	
3 Thordsen, T.; Murawski, M. (ESCP Berlin); Martensen, M. (IUBH); Rademacher, C. (Promerit AG); Bick, M. (ESCP Berlin)	Digitale Kompetenzen – Welche Anforderungen stellt die Digitalisierung an Wissensarbeiter und Unternehmen?	
14:50 – 16:20 Session 2		Raum D/116
4 Lischka, J. (IAV GmbH); Kohl, I. (BSP Business School Berlin)	Die Fähigkeit zur Veränderung und Vernetzung - zwei Trendkompetenzen in der Industrie 4.0. Der Versuch einer Konstruktbestimmung als Grundlage für die Personalauswahl.	
5 Schnauffer, H.G. (GfWM)	Der Digitale Schatten des Menschen im Kontext von Industrie 4.0	
6 Kneisel, E.; Werner, K.; Pawlowsky, P. (TU Chemnitz); Koch, O.; Lischka, A. (FOM Hochschule für Ökonomie & Management); Kahlert, T. (Pumacy Technologies AG)	Innovative Wissensräume – Entwicklung einer virtuellen Methode zur Optimierung von Wissenstransfer und Wissensgenerierung in virtuellen Teams (WIViTe)	

KNOWLEDGE MANAGEMENT AND INFORMATION SCIENCES | WISSENSMANAGEMENT UND INFORMATIONSWISSENSCHAFTEN

13:00 – 14:30 – Session 1		Raum D/119
1 Hobohm, H.-C. (FH Potsdam)	The DIKW (data, information, knowledge, wisdom) pyramid and some consequences on Information Behavior and Knowledge Management	
2 Heisig, P. (FH Potsdam)	Information Sciences for Knowledge Management - What Knowledge Managers can learn from Information Sciences Research.	
3 Michel, A.; Heisig, P. (FH Potsdam)	21 Century Skills for Knowledge Manager	
14:50 – 16:20 – Session 2		Raum D/119
4 Däßler, R. (FH Potsdam)	Data, Information and Knowledge - Aspects of Long-Term Digital Preservation and Reuse	
5 Neher, G. (FH Potsdam)	Learning Lessons - Informationswissenschaftliche Methoden zur semi-automatischen Auswertung von Post-Project-Reviews	

DIENSTAG
19.03.19
&
MITTWOCH
20.03.19

8TH GERMAN WORKSHOP ON EXPERIENCE MANAGEMENT - GWEM 2019

19. März 10:30 – 12:00 Session 1		Raum D/116
1 Hüsson, D. & Holland, A. (FOM)	Intelligent Personal Assistant and Reporting – Explaining Data to Users through Speech Synthesis	
2 Kübler, E. & Minor, M. (Goethe Universität Frankfurt)	Experience management for task placements in a cloud	
3 Korger, A. (Angesagt GmbH) & Baumeister, J. (denkbare GmbH)	Textual Case-based Adaptation using Semantic Relatedness - A Case Study in the Domain of Security Documents	
19. März 13:00 – 14:30 Session 2		Raum D/116
4 Baumeister, J. (denkbare GmbH)	Experience-based Quality Assessment of Distributed Knowledge Graphs	
5 Maier, E. & Reimer, U. (University of Applied Sciences st. Gallen)	Good practice for integrating experience management into the every-day life of organisations	
6 Leyer, M. (Uni Rostock) & Strohhecker, J. (Frankfurt School of Finance & Management)	Cognition and experience of employees in digital work environments	
20. März 10:30 – 12:00 Session 3		Raum D/119
7 Mittelmann, A. (GfWM)	Die Wissensstaffette als bewährte Transfermethode bei Fach- und Führungswechseln	
8 Schönborn, J. M. (Universität Hildesheim) & Althoff, K.-D. (DFKI)	Explaining an Argumentation. Differences and Structural Analysis as a Foundation to Improve Case-Based Explanation	
9 Dorn, J. (TU Wien)	Managing Experience in Business Process Management	

DATA-DRIVEN KNOWLEDGE MANAGEMENT – DDKM

19. März 13:00 – 14:30 Session 1		Raum D/119
1 North, K.; Gräslund, K. (Wiesbaden Business School); Barbosa de Carvalho, A. (COTEC); Braccini (Università degli Studi della Tuscia), A. M.; Durst (University of Skövde), S.; Carvalho, J. A. (Universidade do Minho); Thalmann, S. (Karl-Franzens-Universität Graz)	Information and knowledge risks in supply chain interactions of SMEs	
2 Kaiser, R.; Pammer-Schindler, V.; Fessl, A. (Know-Center); Thalmann, S. (Universität Graz)	Collaborating with Competitors in a Research and Development Project: Knowledge Protection Practices applied in Semiconductor Industry	
3 Königstorfer, F. (Karl-Franzens Universität Graz)	Analysing knowledge risks of sharing immature knowledge	
20. März 10:30 – 12:00 Session 2		Raum D/119
4 Rieder, C.; Germann, M.; Scherer, K.P. (KIT)	Towards Classification of Technical Sound Events with Deep Learning Models	
5 Suschnigg, J.; Vukovic, M.; Ziesler, F. (ProzFuture Graz); Thalmann, S. (Universität Graz); Mangler, J. (Center of Digital Production Vienna); Schreck, T. (TU Graz)	Understanding Industrial Processes using Process-Driven Visual Analytics	
6 Altmann, M.; Schubert, C.D.G.; Clauss, A. (TU Dresden)	Application Potentials of Blockchain Technology for E-Portfolios in Higher Education (to be confirmed)	

TUTORIAL

KNOWLEDGE MANAGEMENT TOOLS FOR THE DIGITAL WORKPLACE: WHICH ARE DEAD? WHICH ARE NEW? WHICH WILL BE REVIVED?

19. März 10:30 – 12:00		Raum D/119
1 Alwert, K. (Berlin) & Heisig, P. (Potsdam)	Dozens of KM methods and KM tools have been proposed and discussed by the academic KM community and tested in organizational practice over the last two decades. Now digital technologies are a standard in our private life and in the workplace. New applications open new possibilities which could be exploited by knowledge managers for their services. But which KM tools will survive in the digital workplace? Which KM tools will be revived and which tools are going to disappear. In this session we will try to discuss the opportunities emerging from the new digital technologies for the knowledge managers toolkit. Based on a list of existing KM tools and KM methods, we aim to update this list during an interactive workshop session.	

Vorwort

Das professionelle Management des Wissens ist für alle Organisationen ein unerlässlicher Erfolgsfaktor. Diese Herausforderung betrifft alle Organisationen in Wirtschaft und Gesellschaft.

Erfolgreiche Vorhaben zum Wissensmanagement zeichnen stets durch einen integrativen Ansatz aus. Dabei sind Faktoren der Organisationskultur, der organisatorischen Prozesse, sowie der Mitarbeiterkompetenzen und der Unternehmensführung als auch die Informations- und Kommunikationstechnik im Rahmen einer strategischen Ausrichtung aufeinander abzustimmen.

Die fortschreitende digitale Transformation eröffnet Organisationen seit einiger Zeit neue Möglichkeiten, um den Wissensaustausch zu unterstützen. Neue und zusätzliche Daten können in immer größeren Mengen erhoben, verarbeitet und ausgewertet werden, um sich daraus neues Wissen zu erschließen.

Die 10. Konferenz Professionelles Wissensmanagement möchte die Herausforderungen und Chancen der digitalen Transformation in der Arbeitswelt in das Zentrum stellen. Zum 20-jährigen Jubiläum dieser GI-Tagung soll zugleich auf die bisherigen Entwicklungen zurückgeblickt werden als auch ein Ausblick in die Zukunft gewagt werden: Wie werden wir in einer sich stärker digitalisierenden Gesellschaft und Wirtschaft mit Wissen umgehen? Welche Erfahrungen sollten wir berücksichtigen? Wo eröffnen sich neue Möglichkeiten?

Daher lautet das Motto der Tagung:

**“10. Konferenz Professionelles Wissensmanagement:
Wissensmanagement in digitalen Arbeitswelten - Aktuelle Ansätze und Perspektiven”**

Die zwei-jährlich von der Fachgruppe Wissensmanagement der GI in 2019 in Kooperation mit anderen Fachgesellschaften, wie der GfWM, der DGI und der SKMF ausgerichtete Konferenz bringt Vertreter/-innen aus Forschung und Praxis zusammen. In drei eingeladenen Keynote-Vorträgen von national und international anerkannten Experten im Wissensmanagement, in vier thematischen Workshops mit insgesamt 26 Beiträgen, einem Tutorial und dem GfWM Knowledge Camp werden, neuste Forschungsergebnisse vorgestellt, Erfahrungen ausgetauscht, sowie neue Konzepte und Trends zu diskutieren.

Potsdam, März 2019

Prof. Dr. Ing. Peter Heisig

Beteiligte Gesellschaften Hauptveranstalter



Fachhochschule Potsdam
University of
Applied Sciences

GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK



Mit freundlicher Unterstützung von:



skmf
SWISS KNOWLEDGE
MANAGEMENT FORUM

Tagungsleitung

Prof. Dr.-Ing. Peter Heisig

Fachhochschule Potsdam – University of Applied Sciences, Potsdam, Germany

Programmkomitee

Prof. Dr. Klaus-Dieter Althoff	DFKI/ Universität Hildesheim, Germany
Prof. Dr. Kerstin Bach	Norwegian University of Science and Technology, Norway
Dr. Daniel Bachlechner	Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, Germany
Joachim Baumeister	Denkbares GmbH, Würzburg, Germany
Prof. Dr. Ralph Bergmann	Universität Trier, Germany
Prof. Dr. Markus Bick	ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin, Germany
Dr. Manfred Bornemann	Gesellschaft für Wissensmanagement, Graz, Austria
Prof. Dr. Rolf Däßler	Fachhochschule Potsdam – University of Applied Sciences, Potsdam, Germany
Prof. Dr. Susanne Durst	School of Business, University of Skövde, Sweden
Prof. Dr.-Ing. Fuchs-Kittowski	Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Germany
Prof. Dr. Jörg von Garrel	SRH Fern-Hochschule – The Mobile University, Riedlingen, Germany
Prof. Joachim Griesbaum	Universität Hildesheim, Germany
Fabian Hecklau M.Sc.	Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin, Germany
Prof. Dr.-Ing. Peter Heisig	Fachhochschule Potsdam – University of Applied Sciences, Potsdam, Germany
Prof. Dr. Hans-Christoph Hobohm	Fachhochschule Potsdam – University of Applied Sciences, Potsdam, Germany
Dr. Olaf Katenkamp	Universität Bremen, Germany
Prof. Dr. Eva-Maria Kern	Universität der Bundeswehr, München, Germany
Prof. Dr.-Ing. Ina Kohl	Business School Berlin, Germany
Prof. Dr. Andrea Kohlhase	Hochschule Neu-Ulm, Germany
Prof. Dr. Michael Kohlhase	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Germany
Prof. Dr. Franz Lehner	Universität Passau, Germany
Prof. Dr. Michael Leyer	Universität Rostock, Germany
Prof. Dr. Edith Maier	FHS St. Gallen, Switzerland
Prof. Dr. Ronald Meier	Universität Innsbruck, Austria
Prof. Dr. Antje Michel	Fachhochschule Potsdam – University of Applied Sciences, Potsdam, Germany
Prof. Dr. Mirjam Minor	Universität Frankfurt, Germany
Dr. Angelika Mittelmann	voestalpine Stahl GmbH, Austria
Prof. Dr. Günther Neher	Fachhochschule Potsdam – University of Applied Sciences, Potsdam, Germany
Prof. Dr. Klaus North	Hochschule Rhein-Main, Wiesbaden, Germany
Dr.-Ing. Ronald Orth	Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin, Germany
Prof. Dr. Peter Pawlowsky	Technische Universität Chemnitz, Germany
Prof. Dr. René Peinl	Hochschule Hof, Germany
Prof. Dr. Sabine Pfeiffer	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Germany
Prof. Dr. Ulrich Reimer	FHS St.Gallen, Switzerland
Pascal Reuss	DFKI/Universität Hildesheim, Germany
Prof. Dr.-Ing. Bodo Rieger	Universität Osnabrück, Germany
Dr. Christian Sauer	University of West London, UK
Ulrich Schmidt	Continental AG, Hannover, Germany
Klaus-Peter Scherer	Karlsruher Institute of Technology – KIT, Karlsruhe, Germany
Hans-Georg Schnauffer	Gesellschaft für Wissensmanagement und Plattform Industrie 4.0, Berlin, Germany
Dr. Hans-Peter Schnurr	Semedy AG, Karlsruhe, Germany
Jakob Michael Schönborn	DFKI/Universität Hildesheim, Germany
Prof. Dr. Eric Schoop	Universität Dresden, Germany
Prof. Dr. Stefan Smolnik	Fernuniversität Hagen, Germany
Prof. Dr. Steffen Staab	Universität Koblenz- Landau, Germany
Dipl.-Wirt.-Ing. Erik Steinhöfel	Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin, Germany
Prof. Dr. Stefan Thalmann	Karl-Franzens Universität, Graz, Austria
Dr.-Ing. Stefan Voigt	Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung, Magdeburg, Germany

Danksagung

Jeder Event ist das Ergebnis einer gemeinsamen Anstrengung von vielen einzelnen Personen, denen ich hiermit sehr herzlich für Ihre Unterstützung und Hilfe danken möchte.

In chronologischer Reihenfolge möchte ich mich bei der Sprecherin der GI-Fachgruppe Wissensmanagement Frau Kerstin Bach und dem stellvertretenden Sprecher Herrn Ulrich Reimer für die Möglichkeit der Ausrichtung der 10. Tagung Professionelles Wissensmanagement auf dem Campus der FH Potsdam bedanken. Ferner möchte ich mich bei den Vorständen der Gesellschaft für Wissensmanagement e.V. – GfWM, der Deutschen Gesellschaft für Information und Wissen e.V. – DGI und dem Swiss Knowledge Management Forum – SKMF bedanken, die durch Ihre Multiplikatorenfunktion in der breiten und interdisziplinären WM-Community diese Tagung bekannt gemacht haben.

Mein besonderer Dank gilt den Organisatorinnen und Organisatoren der einzelnen Workshops der wm2019: Herrn Ulrich Reimer (St. Gallen) und Herrn Jakob Michael Schönborn (Hildesheim), Frau Ina Kohl (Berlin) und Herrn Ronald Orth (Berlin) sowie Frau Susanne Durst (Skövde, Schweden), Herrn Stefan Thalmann (Graz) und Herrn Bachlechner (Karlsruhe). Ohne Ihre tatkräftige Mitwirkung und Unterstützung wären die interessanten Workshops nicht realisierbar gewesen.

Allen Mitgliedern der Programmkomitees der vier Workshops sei für Ihre Gutachterarbeit und das Feedback mit den Hinweisen an die Autorinnen und Autoren der eingereichten Tagungsbeiträge sehr herzlich gedankt.

An dieser Stelle möchte ich auch ganz herzlich meiner Kollegin Frau Antje Michel und den Kollegen Rolf Däßler, Hans-Christoph Hobohm und Günther Neher vom FB Informationswissenschaften für Ihre Unterstützung bei der Durchführung des Workshops und ihre hervorragenden inhaltlichen Beiträge danken. Die Beiträge haben ein Schlaglicht auf die zahlreichen inhaltlichen Anknüpfungspunkte der beiden Disziplinen Informationswissenschaften und Wissensmanagement gelegt, deren Vertiefung wünschenswert ist.

Ferner gilt mein Dank Frau Kerstin Witzig für die Vorbereitung und Herrn Kay Alwert für die gemeinsame Durchführung des Tutorials zu den WM-Methoden im Zeitalter der Digitalisierung.

Den Wissensmanagerinnen Frau Clara Holler (Berlin) und Frau Sabine Schwenzfeier (Berlin) sowie dem Wissensmanager Herrn Ulrich Schmidt (Essen) möchte ich für den Einblick in ihre tägliche Arbeit, den Erfahrungsaustausch und Einschätzungen zur Zukunft bei der Podiumsdiskussion sehr herzlich danken.

Schließlich möchte ich mich bei Herrn Andreas Matern (GfWM, Berlin) für die Vorbereitung und Moderation des kleinen KnowledgeCamps im Rahmen der wm2019 besonders herzlich bedanken. Dieses offene Format war aus meiner Sicht eine hervorragende Bereicherung für eine wissenschaftliche Konferenz und sollte bei den Nachfolgeveranstaltungen berücksichtigt werden. Während die Kolleginnen und Kollegen für die inhaltliche Gestaltung und Qualität des Tagungsprogramms unerlässlich waren, funktioniert ein solcher Event nicht, ohne die tatkräftige Mitarbeit einer großen Anzahl von Personen im Hintergrund.

Mein Dank gilt Frau Winter und Frau Elena Kerkmann von der GI-Geschäftsstelle (Bonn) für die schnelle Abwicklung der zahlreichen Aufträge in Verbindung mit der wm2019.

Für die Einrichtung der Konferenzwebseite danke ich Herrn Youngchul Kwon und Frau Anita Samuel sowie einem Alumni des FB5 für den Review des Webauftritts.

Für die Erstellung des Tagungsbands zur Tagung möchte ich Frau Sarah Kuss sehr herzlich danken sowie für die Überarbeitung der vorliegenden Endversion Frau Basma Hallak.

Für die organisatorische Unterstützung an der Fachhochschule Potsdam gilt mein besonderer Dank der Zentralen Einrichtung für Transfer, Unternehmen und Praxiskooperationen (ZETUP), insbesondere Ulrike Weichelt und für das Catering Byron Schulze. Für die Gestaltung des Konferenzlogos, des Konferenzflyers sowie der Konferenzposter und Plakate möchte ich Frau Mandy Puchert (Hochschulkommunikation) sehr herzlich danken.

Bei Herrn Maximilian Budwill (Medientechnik) und Herrn Uwe Kunze (FB5) bedanke ich mich für die Bereitstellung der Konferenztechnik und die Aufzeichnung der Keynotes sowie für die Postproduktion bei Herrn Henning Prill. Dem studentischen Tagungsteam mit Frau Min Park, Herrn Henning Prill und Herrn Martin Winter sei für die sehr zuvorkommende, aufmerksame und angenehme Betreuung der Keynote-Speaker, der Referenten und der Tagungsgäste sehr herzlich gedankt, insbesondere auch für die Anregungen im gemeinsamen Debriefing – als ein Element des gelebten Wissensmanagements – am Abend des letzten Tagungstages.

Potsdam, Juli 2019, Peter Heisig

Inhaltsverzeichnis – Table of Content

	Vorwort	3
	Beteiligte Gesellschaften, Tagungsleitung und Programmkomitee	4
	Danksagung	5
I	Keynote I: Wissensmanagement in der industriellen Praxis: Vom Corporate Intranet zum Digital Companion <i>Dr.-Ing. Manfred Langen (Siemens AG, München, Deutschland)</i>	9
II	Keynote II: Brilliant Failures: Sometimes You Earn, Sometimes You Learn. <i>Prof. Dr. Paul Iske (Institute of Brilliant Failures, Oostzaan, The Netherlands)</i>	10
II	Keynote III: Managing Knowledge for Competitive Advantage – An International Perspective. <i>Prof. Dr. Aino Kianto (School of Business and Management, Lappeenranta University of Technology, Finland)</i>	11
IV	Podiumsdiskussion „Wissensmanager*innen diskutieren: Erfahrungen und Herausforderungen für WM in der Organisationspraxis <i>Clara Holler (DKJS, Berlin), Sabine Schwenzfeier (Senatsverwaltung Berlin), Ulrich Schmidt (BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH, Essen), Moderation: Peter Heisig (FHP)</i>	12
V	GfWM KnowledgeCamp „Digitale Arbeitswelten“ <i>Andreas Matern (Gesellschaft für Wissensmanagement e.V., Berlin)</i>	13
VI	Tutorial: Knowledge Management Tools for the Digital Workplace: Which are dead? Which are new? Which will be revived? <i>Kay Alwert, (alwert GmbH & Co. KG) Berlin und Peter Heisig (FH Potsdam)</i>	15
1	WORKSHOP I	16
	Wissens- und Kompetenzmanagement in der Industrie 4.0 - WiKoIn 4.0	
1.1	Erforderliche Digitale Kompetenzen im Kontext von Industrie 4.0 - Eine soziotechnische Analyse <i>Matthias Murawski, Julian Bühler und Markus Bick, (ESCP Europe Business School Berlin)</i>	18
1.2	Veränderte Kompetenzanforderungen im Rahmen von Digitalisierung und Industrie 4.0 <i>Fabian Hecklau, Ronald Orth, Florian Kidschun und Sokol Tominaj (Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin)</i>	25
1.3	Digitale Kompetenzen – Welche Anforderungen stellt die Digitalisierung an Wissensarbeiter und Unternehmen? <i>Tristan Thordsen (ESCP, Berlin), Matthias Murawski, (ESCP, Berlin), Malte Martensen (IUBH, Berlin), Christina Rademacher, (Pomerit AG, München) und Prof. Dr. Markus Bick, (ESCP, Berlin)</i>	46
1.4	Die Fähigkeit zur Vernetzung und Veränderung – zwei Trendkompetenzen in der Industrie 4.0 <i>Julia Lischka (IAV GmbH, Berlin) und Ina Kohl (BSP Business School Berlin)</i>	66
1.5	Der Digitale Zwilling des Menschen im Kontext von Industrie 4.0 <i>Hans-Georg Schnauffer (Gesellschaft für Wissensmanagement, Plattform Industrie 4.0)</i>	89
1.6	Innovative Wissensräume. Entwicklung einer virtuellen Methode zur Optimierung von Wissenstransfer und Wissensgenerierung in virtuellen Teams (WiViTe) <i>Evi Kneisel (TU Chemnitz) Katja Werner (TU Chemnitz), Peter Pawlowsky (TU Chemnitz), Oliver Koch (CTI Consulting GmbH, Kassel), Toralf Kahlert (Pumacy Technologies AG, Berlin) und Andreas Lischka (FOM Hochschule für Ökonomie & Management, Kassel)</i>	105

WORKSHOP II	115
Knowledge and Information Sciences – Wissensmanagement und Informationswissenschaften	
2.1 The DIKW (data, information, knowledge, wisdom) pyramid and some consequences on Information Behaviour and Knowledge Management	118
<i>Hans-Christoph Hobohm (FH Potsdam)</i>	
2.2 Information Science for Knowledge Managers. What Knowledge Managers can learn from Information Science Research!	126
<i>Peter Heisig (FH Potsdam)</i>	
2.3 21 st Century Skills for Knowledge Managers.	137
<i>Antje Michel (FH Potsdam) und Peter Heisig (FH Potsdam)</i>	
2.4 Data, Information and Knowledge: Implications for the Digital Preservation	153
<i>Rolf Däßler (FH Potsdam)</i>	
2.5 Learning Lessons. Information science methodologies for the semi-automatic evaluation of post-project reviews and lessons learned.	154
<i>Günther Neher (FH Potsdam)</i>	
WORKSHOP III	155
8th German Workshop on Experience Management – GWEN 2019	
3.1 Intelligent Personal Assistant and Reporting – Explaining Data to Users through Speech Synthesis. A prototype for user voice interaction and descriptive analytics in a web-based ERP-System.	157
<i>Daniel Hüsson (Universidad Católica San Antonio de Murcia, Spain) and Alexander Holland (FOM University of Applied Sciences, Essen)</i>	
3.2 Experience management for task placements in a cloud.	164
<i>Eric Kübler and Mirjam Minor (Goethe University Frankfurt/Main, Germany)</i>	
3.3 Textual Case-based Adaptation using Semantic Relatedness - A Case Study in the Domain of Security Documents.	179
<i>Andreas Korger (Angesagt GmbH, Würzburg) and Joachim Baumeister (denkbares GmbH & University Würzburg)</i>	
3.4 Experience-based Quality Assessment of Distributed Knowledge Graphs.	196
<i>Joachim Baumeister (denkbares GmbH & University Würzburg)</i>	
3.5 Good practice for integrating experience management into the every-day life of organisations.	212
<i>Edith Maier and Ulrich Reimer (Fachhochschule St. Gallen, Switzerland)</i>	
3.6 Cognition and experience of employees in digital work environments.	223
<i>Michael Leyer (University of Rostock and Queensland University of Technology) and Jürgen Strohhecker (Frankfurt School of Finance & Management)</i>	
3.7 Die Wissensstafette als bewährte Transfermethode bei Fach- und Führungswechseln.	229
<i>Angelika Mittelmann, Gesellschaft für Wissensmanagement, Linz, Austria</i>	
3.8 Explaining an Argumentation. Differences and Structural Analysis as a Foundation to Improve Case-Based Explanation.	244
<i>Jakob Michael Schoenborn and Klaus-Dieter Althoff (University of Hildesheim and German Research Center for Artificial Intelligence - DFKI)</i>	
3.9 Managing Experience in Business Process Management. First Experiments	250
<i>Jürgen Dorn (Technische Universität Wien, Austria)</i>	

WORKSHOP IV	266
Data-Driven Knowledge Management – DDKM	
4.1 Information and knowledge risks in supply chain interactions of SMEs. An exploratory study.	268
<i>Klaus North (Wiesbaden Business School, Germany), Armino Barbosa de Carvalho (Cotec, Porto, Portugal) Alessio Maria (Braccini Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italy), Susanne Durst (University of Skövde, Sweden), João Alvaro Carvalho (Universidade do Minho, Guimarães, Portugal), Karin Gräslund (Wiesbaden Business School, Germany) and Stefan Thalmann (Karl-Franzens-Universität Graz, Austria)</i>	
4.2 Collaborating in a Research and Development Project: Knowledge Protection Practices applied in a Co-opetitive Setting	278
<i>Rene Kaiser (Know-Center Graz, Austria), Stefan Thalmann (Karl-Franzens-Universität Graz, Austria), Viktoria Pammer-Schindler (Know-Center Graz, Austria) and Angela Fessl (Know-Center Graz, Austria)</i>	
4.3 Analysing Knowledge Risks Of Sharing Immature Knowledge.	293
<i>Florian Königstorfer (Karl Franzens Universität Graz)</i>	
4.4 Towards Classification of Technical Sound Events with Deep Learning Models.	297
<i>Constantin Rieder, Markus Germann and Klaus Peter Scherer (KIT Eggenstein-Leopoldshafen, Germany)</i>	
4.5 Understanding Industrial Processes using Process-Driven Visual Analytics.	303
<i>Josef Suschnigg (Pro²Future Graz, Austria), Stefan Thalmann (Karl-Franzens-Universität Graz, Austria), Matej Vukovic (Pro²Future Graz, Austria), Florian Ziessler (Pro²Future Graz, Austria), Juergen Mangler (Center for Digital Production Vienna, Austria) and Tobias Schreck (Graz University of Technology, Austria)</i>	
4.6 Application Potentials of Blockchain Technology for E-Portfolios in Higher Education.	307
<i>Mattis Altmann, Christopher D. G. Schubert and Alexander Clauss (TU Dresden, Germany)</i>	

Keynote I: Wissensmanagement in der industriellen Praxis: Vom Corporate Intranet zum Digital Companion

Manfred Langen¹

Der Vortrag resümiert mehr als 20 Jahre Erfahrung im Wissensmanagement in einem großen Industriekonzern wie Siemens. Dieser Überblick umfasst einige Meilensteine wie Techno-Web und Wikisphere im Detail und beschreibt die Höhen und Tiefen im unternehmensinternen Wissensmanagement. Darüber hinaus wird der Wandel der unterstützenden Technologien in den letzten zwei Jahrzehnten aufgezeigt. Schließlich werden in einer retrospektiven Analyse einige Gründe für das Geschehene diskutiert.

Dr.-Ing. Manfred Langen arbeitet bei Siemens seit 1996 in der zentralen F&E im Themengebiet Wissensmanagement und hat zahlreiche Projekte mit den Schwerpunkten Collaboration, Informationsstrukturierung und semantische Suche geleitet. 1997 war er Mitgründer der Siemens Corporate Knowledge Management (CKM) Initiative, einem firmeninternen Expertenetzwerk. Mit dem Knowledge Management Maturity Model (KMMM®) entwarf er eines der frühen Analysewerkzeuge in diesem Gebiet.

Als Principal Key Expert für Social Collaboration war er verantwortlich für die F&E Roadmap von Enterprise Social Software Applikationen wie die Siemens Blogosphere, Wikisphere oder TechnoWeb. Daneben arbeitete Dr. Langen viele Jahre im Vorstand des Arbeitskreises Knowledge Management (heute Artificial Intelligence) des BITKOM, war bis 2015 Mitglied im Programmkomitee der KnowTech und ist Moderator des selbstgesteuerten Industriearbeitskreises „Wissensmanagement in der Praxis (WIMIP)“. Derzeit treibt er die Weiterentwicklung von Technologien der Mensch-KI-Maschine Interaktion im Umfeld „Digital Companion“ voran. Dr. Langen hat mehr als 50 Konferenzbeiträge in seinem Arbeitsgebiet publiziert und hält zahlreiche Patente.

<p>Ein Videomitschnitt der Keynote ist im Internet verfügbar. Bitte folgen Sie dem Link auf der Konferenzhomepage. www.wm2019.fh-potsdam.de</p>

¹ Siemens AG, Corporate Technology, Research in Digitalization and Automation, München, Deutschland

Keynote II: Brilliant Failures: Sometimes You Earn, Sometimes You Learn.

Paul Iske²

This keynote will discuss the importance of accepting failure as a welcome, inevitable and valuable aspect of life in general and innovation in particular. A better understanding of risks, supporting those who try, whether they succeed or fail, is key for achieving progress. This is the mission of the Institute of Brilliant Failures: to achieve a double fear reduction. People should feel free to come forward with new ideas and to experiment, while on the other hand one should not be afraid to talk about and learn from failures. The keynote introduces a methodology to identify and learn from failures and uses some examples of Brilliant Failures. The aim is to convince the audience that learning from failure is an integral part of a healthy knowledge management strategy.

Paul Iske, Professor at the School of Business and Economics, University Maastricht, Netherlands, focuses on Open Innovation and Business Venturing: Combinatoric Innovation. As of September 2015, Paul is Chief Dialogues Officer at PNA Group, a company that has developed a world standard for knowledge modelling, supporting organisations to enter the era of ‘Intelligent Business’.

Paul had various functions at ABN AMRO (1997-2015) as Chief Dialogues Officer and Director of the Dialogues Incubator at the bank. In these roles he was responsible for open, radical, social and sustainable innovation. Furthermore, he was initiator and director of the Dialogues House, ABN AMRO’s center for outside-in and future-proof thinking.

Paul is founder and CFO (Chief Failure Officer) of the Institute of Brilliant Failures, an approach to get acceptance for failing as an inevitable part of our complex lives and in particular in the innovation process. On a free-lance basis, Paul acts as an independent consultant on Knowledge-conscious Management and supports organizations in the development and implementation of programs focusing on leveraging knowledge as a strategic production factor. Furthermore, he acts as a board-room consultant on issues related to innovation, creativity and entrepreneurship. He is a frequent speaker on international conferences and workshops focusing on Knowledge Management, Innovation and Entrepreneurship. He is teaching on topics related to New Business Developments at universities in various countries, including the Netherlands (Rotterdam), South Africa (Stellenbosch), South Korea (Seoul), Norway (Bergen) and Oman.

Since 2014, Paul is member of the Scientific Advisory Board of the Dutch Heart Foundation and member of the Industrial Advisory Board of the Delta Institute for Theoretical Physics. Paul is also member of the International team of the Stanford Peace Innovation Lab, a global community consisting of thought leaders from the fields of behavior design, innovation, persuasive and social technologies and finance, with the aim to increase positive peace via real world interventions as well as urban-scale innovations.

<p>Ein Videomitschnitt der Keynote ist im Internet verfügbar. Bitte folgen Sie dem Link auf der Konferenzhomepage. www.wm2019.fh-potsdam.de</p>

² Institute of Brilliant Failures, Oostzaan, The Netherlands

Keynote III: Managing Knowledge for Competitive Advantage – An International Perspective.

Aino Kianto³

This keynote speech will address the essence of knowledge management, the multiple performance benefits knowledge management brings to an organization, and the key practices that can be used for managing knowledge across a variety of organizations. Also key results from the Global Knowledge Management Benchmarking Survey, which has been used to collect data from more than 1900 organizations, will be shared.

Aino Kianto has a Ph.D. from the LUT University, Finland, and is a Full Professor of Knowledge Management and the Academic Director of the Master Programme in Knowledge Management and Leadership in LUT School of Business and Management. Her research interests include knowledge management, intellectual capital, organizational renewal and creativity. Her research on these topics has been published widely (e.g. in Journal of Knowledge Management, Journal of Intellectual Capital, Journal of Business Research, R&D Management, Human Resource Management Journal, and Accounting, Auditing and Accountability Journal) and acknowledged with several international awards (e.g. 3 conference best paper awards and 5 Emerald Highly Commended Awards).

She is the Associate Editor of VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems, and is a member of the editorial board in three other journals (Knowledge Management Research & Practice; Journal of Intellectual Capital; International Journal of Knowledge and Systems Science).

Professor Kianto's expertise spans outside the academia: e.g. she is the inventor of the OR-CI-method, used for assessing and developing organizational renewal capability in more than 100 organizations across Europe, has worked with the Future committee of the Finnish parliament and regularly lectures for companies and practitioners.

<p>Ein Videomitschnitt der Keynote ist im Internet verfügbar. Bitte folgen Sie dem Link auf der Konferenzhomepage. www.wm2019.fh-potsdam.de</p>

³ School of Business and Management, Lappeenranta University of Technology, Finland

Podiumsdiskussion „Wissensmanager*innen diskutieren: Erfahrungen und Herausforderungen für WM in der Or- ganisationspraxis.

Moderation: Peter Heisig (FH Potsdam)

Clara Holler (Deutsche Kinder- und Jugendstiftung, Berlin),

Frau Holler ist seit knapp 4 Jahren als Wissensmanagerin in der Abteilung Entwicklung & Evaluation für die Deutsche Kinder- und Jugendstiftung tätig und war in diesem Rahmen für die Einführung des Intranets, basierend auf Office 365, zuständig. Darüber hinaus kümmert sie sich um die stiftungsweiten Wissensflüsse in Form von Meetingformaten, wie Lessons Learned und Storylunchs oder Beratungen zum Aufbau von Wissensmanagementstrukturen in den diversen Programmen und Projekten. Ein besonderes Anliegen war und ist ihr das Onboarding von neuen Kolleginnen und Kollegen. Sie arbeitet, neben der Schnittstelle zur IT, auch im Personalentwicklungsteam der DKJS mit.

Sabine Schwenzfeier (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin)

Frau Schwenzfeier ist seit 2015 bei der Senatsverwaltung Wohnen für das zentrale Wissensmanagement verantwortlich. Die Aufgaben umfassen dabei die Konzeption WM-Maßnahmen, die Beratung von Führungskräften in der zugeordneten Verwaltung und den nachgelagerten Bereichen sowie die unterstützende Initiierung, Steuerung und Evaluation von Maßnahmen zum Wissenserhalt, Wissensspeicherung, Wissensdokumentation uvm.. Schließlich gehört auch noch die Begleitung des Europäischen Austausches im Rahmen des Wissenstransfers dazu, wobei Mitarbeiter_innen in verschiedene europäischen Städte hospitieren, um u.a. einen proaktiven Austausch zu gestalten, die Europakompetenz zu stärken und so Netzwerke zu schaffen, um einen europäischen Wissensfluss entsprechend zu erhalten.

Ulrich Schmidt (BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH, Essen),

Herr Schmidt verfügt über langjährige Erfahrungen im Wissensmanagement in Bereich von Unternehmensberatungen, im Energiesektor und der Automobilindustrie. Dabei hat er die Einführung und Anwendung von verschiedensten Methoden und Werkzeugen des WM in der Praxis verantwortet, wie beispielsweise die Wissensbilanzierung, Erfahrungsaustausche / Communities of Practice als auch die Wissenssicherung bei ausscheidenden Mitarbeiter_innen (Wissensstafette).

<p>Ein Audiomitschnitt der Keynote ist im Internet verfügbar. Bitte folgen Sie dem Link auf der Konferenzhomepage. www.wm2019.fh-potsdam.de</p>

GfWM KnowledgeCamp „Digitale Arbeitswelten“ #gkcWM19

Andreas Matern⁴

Zielsetzung BarCamp

Intensiver Wissensaustausch zwischen allen Teilnehmer*innen. Ein Einblick in die Fragen, welche die Teilnehmer*innen in Bezug auf Wissensmanagement in digitalen Arbeitswelten interessieren und bewegen.

Kurzbeschreibung

Das GfWM KnowledgeCamp ist das Barcamp zum Thema Wissensmanagement im deutschen Sprachraum. Seit 2009 wird es, in Kooperation mit Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft ehrenamtlich von Mitgliedern der Gesellschaft für Wissensmanagement e.V. vorbereitet, gestaltet und erfolgreich durchgeführt.

Es hat sich mit bis dato 12 Veranstaltungen als Austauschforum für alle am Wissensmanagement Interessierten bewährt und bietet als ein themenorientiertes Barcamp allen Teilnehmenden die Möglichkeit der aktiven Beteiligung am inhaltlichen Programm. Die Inhalte der Sessions und damit auch das konkrete Programm des GfWM KnowledgeCamp „Digitale Arbeitswelten“ am 19.03.2019 werden erst zu Beginn des Barcamps von den Teilnehmenden vor Ort gemeinsam festgelegt.

GfWM KnowledgeCamp: <http://www.gfwm.de/interaktiv/knowledge-camp>

Ablauf Barcamp

Vorstellungsrunde

Zu Beginn eines Barcamps versammeln sich alle Anwesenden im größten verfügbaren Raum. Hier gibt es von Seiten der Moderation eine kurze Einführung zum Format und im Anschluss die Vorstellungsrunde. Diese verläuft kurz und knapp, indem sich alle mit ihrem Namen und drei Hash-tags vorstellen.

Sessionplanung

In der Sessionplanung werden die Inhalte des Tages festgelegt und in den Sessionplan, eingearbeitet. Dafür bittet die Moderation alle diejenigen nach vorne, die eine Session anbieten möchten.

⁴ Gesellschaft für Wissensmanagement e.V.

Die sogenannten Sessiongeber*innen schreiben ihren Namen und Sessiontitel auf eine Moderationskarte und stellen ihre Sessionvorschläge der Reihe nach vor, in dem sie: 1) ihren Namen sagen, 2) ihren Sessiontitel nennen, 3) ihr Thema kurz (2 - 3 Sätze) erklären. Anschließend wird mit einem Voting unter den Teilnehmenden das Interesse zum jeweiligen Sessionvorschlag ermittelt. Danach werden die Sessionvorschläge unter Leitung der Moderation auf die verfügbaren Räume und Sessionslots verteilt und in einem vorbereiteten Sessionplan angeordnet.

Sessionslots

Mit Beginn der Sessionslots läuft das Barcamp gewissermaßen von selbst. Dank des Sessionplans können die Teilnehmenden selbst entscheiden, wohin es gehen soll. In den Sessions organisieren sich alle TeilnehmerInnen eigenständig in der Gruppe. Es gibt keinen Zwang zu bleiben, jederzeit ist es möglich, die Session zu wechseln.

Abschlussrunde

Um einem Barcamp die angemessene Rahmung zu geben, ist es empfehlenswert, dass sich zum Abschluss alle noch einmal im größten Raum versammeln. Dort kann durch die Moderation z. B. via Blitzlicht-Methode ein Rückblick in ausgewählte Sessions angeregt werden. Es kann auf einen eventuellen Barcamp-Nachtrag und die Dokumentation verwiesen werden.

[Nach: „Methodenset Barcamp. ikosom und mediale pfade für LKJ Berlin e.V., 2015“ unter:
<https://lkj-berlin.de/methodenset-barcamp/>
unter Lizenz CC BY-SA 4.0 unter:
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>]

WM2019 – GfWM-BarCamp – Themen

WM Glossar Update 2019	Wikis bei Siemens	Weiterbildung / Bildung 4.0 Freie Bildung (OFR, flipped classroom), Praxisbeispiel
3-Sphären Modell	Grundsätze gerechter Wertaufteilung im Wissensmanagement. Lohnend? Vergeblich? Werkzeuge?	Einsatz von Video-Technologie & Content zum WM & Wissenstransfer Opportunities, Challenges, intelligente Features, erfolgreiche Praxisbeispiele, aufgezeichnete Inhalte, Live-Streams, etc.
	YouTube Channel für WM Wie könnte so etwas aussehen?	KI in Unternehmensprozessen NLP, Text-Mining, Frameworks

Tutorial: Knowledge Management Tools for the Digital Workplace: Which are dead? Which are new? Which will be revived?

Kay Alwert⁵ and Peter Heisig⁶

Dozens of KM methods and KM tools have been proposed and discussed by the academic KM community and tested in organizational practice over the last two decades. Now digital technologies are a standard in our private life as well as at the workplace. New applications open new possibilities, which could be exploited by knowledge managers for their services.

- But which KM tools will survive in the digital workplace?
- Which KM tools will be revived and which tools are going to disappear.

In this session we will try to discuss the opportunities emerging from the new digital technologies for the knowledge managers toolkit. Based on a list of existing 100+ KM tools and KM methods, we aim to update this list during an interactive workshop session.

This workshop was based on a compilation of KM Method and KM Tools undertaken by the Masterstudent Franziska Witzig (Master Informationswissenschaften, 2. Fachsemester) within the Seminar “Knowledge Management” in Wintersemester 2018/19.

A total of 135 methods have been identified. Based on an analysis of on core KM literature including (A) standard KM books (Probst, Raub, Romhardt, 2000; Nonaka & Takeuchi, 1998; Davenport & Prusak, 1998), (B) teaching books (Hislop, 2009, 2nd Ed.; Lehner, 2014, 5th Ed.), (C) KM Handbooks (Easterby-Smith & Lyles, 2011; Holsapple, 2003), (D) KM method books (Mittelman, 2011; Rao, 2004) and (E) review papers (Massingham, 2014a+b) an ranking of the core KM methods was performed.

For further information please contact Prof. Dr. Peter Heisig (heisig@fh-potsdam.de)

⁵ alwert GmbH & Co. KG, Berlin

⁶ FH Potsdam, Fachbereich Informationswissenschaften, Potsdam

WORKSHOP I

Wissens- und Kompetenzmanagement in der Industrie 4.0 - WiKoIn 4.0

OrganisatorInnen

- Competence Center Wissensmanagement, Fraunhofer IPK
- Fachgebiet Wirtschaftspsychologie, Business School Berlin

Zielsetzung

- Erkenntnisse zu aktuellen Fragestellungen des Wissens- und Kompetenzmanagements im Kontext von Industrie 4.0 aus Sicht von Wissenschaftlern und Anwendern
- Identifikation aktueller Herausforderungen (Forschungsbedarf, praktische Anwendung)
- Kritische Diskussion neuer Lösungsansätze für aktuelle Herausforderungen der Industrie 4.0 in Bezug zu Wissens- & Kompetenzmanagement
- Ableitung von Themen für die zukünftige Standardisierung

Beschreibung

Die Verschmelzung der physischen mit der virtuellen Welt charakterisiert die vierte industrielle Revolution. Damit die digitale Transformation und Industrie 4.0 gelingen, bedarf es neuer Konzepte der Unternehmensentwicklung. Dabei erzeugt die Digitalisierung einen Veränderungsdruck auf das berufliche Handlungswissen und setzt mentale und strukturelle Veränderungsprozesse in Gang, die komplette Arbeitsorganisationen beeinflussen. Die Diskussion über den Weg in die Industrie 4.0 darf daher nicht isoliert aus einer technischen Perspektive betrachtet werden. Auch zukünftig wird der Mensch als Wissensträger eine zentrale Stellung einnehmen – mit zunehmender Verantwortung, neuen Kompetenzanforderungen und smarterer Interaktion. Vor diesem Hintergrund zielt der Workshop darauf ab, Potenziale und Anforderungen an das Wissens- und Kompetenzmanagement im Kontext von Industrie 4.0 zu diskutieren. Ferner soll im Rahmen des Workshops erörtert werden, welche Aspekte des Wissens- und Kompetenzmanagements in zukünftigen Harmonisierungs- und Normungsvorhaben Berücksichtigung finden sollten. Hierzu ist es geplant, die Workshopergebnisse in den gegenwärtig laufenden Prozess zur Entwicklung der DIN-Roadmap „Innovative Arbeitswelt“ einzuspeisen. Wir laden Wissenschaftler und Anwender ein, Beiträge einzureichen, die neue Erkenntnisse aus Forschung und Praxis zum Wissens- und Kompetenzmanagements im Kontext von Industrie 4.0 thematisieren.

Es wird eine eigene / zusätzliche Webseite für den Workshop erstellt bzw. diese in die Webseite des CCWM am Fraunhofer IPK eingebunden: <http://www.wissensmanagement.ipk.fraunhofer.de>

Programmkomitee

- Prof. Dr. Markus Bick, ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin
- Prof. Dr.- Ing. Frank Fuchs-Kittowski, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
- Fabian Hecklau, M.Sc. Fraunhofer IPK
- Prof.-Dr.-Ing Ina Kohl, Business School Berlin
- Dr.-Ing Ronald Orth, Fraunhofer IPK
- Hans-Georg Schnauffer, Gesellschaft für Wissensmanagement, Plattform Industrie 4.0
- Dipl.-Wirtsch.-Ing. Erik Steinhöfel, Fraunhofer IPK
- Dr.-Ing Stefan Voigt, Frankfurter IFF Magdeburg
- Prof. Dr. Jörg von Garrel, SRH Fern-Hochschule- The Mobile University

1.1 Erforderliche Digitale Kompetenzen im Kontext von Industrie 4.0 - Eine soziotechnische Analyse

Matthias Murawski, Julian Bühler und Markus Bick⁷

Abstract: Eine der zentralen Herausforderungen im Kontext von Industrie 4.0 sind zahlreiche neue Kompetenzanforderungen an die einzelnen Arbeitnehmer. In diesem weitestgehend unerforschten Feld widmen wir uns in unserer Studie zwei grundlegenden Aspekten. Welche Digitalen Kompetenzen sind besonders wichtig? Und wer ist für die Entwicklung von Digitalen Kompetenzen zuständig? Um diesen Fragen strukturiert nachzugehen, schlagen wir eine soziotechnische Analyse vor, bei der die (potentiellen) Arbeiter (Dimension *Mensch*), die technische Ausgestaltung von Industrie 4.0 (Dimension *Technik*) sowie die Unternehmen und auch die Bildungsinstitutionen (Dimension *Organisation*) integriert betrachtet werden. Bezugnehmend auf das von der Europäischen Union veröffentlichte *Digital Competence Framework* sind vorläufige Ergebnisse unserer Studie, dass Kompetenzen rund um *Safety* und *Problem solving* aus Sicht von Studierenden aktuell zu wenig vermittelt werden. Bei *Communication and collaboration* zeigen sich hingegen kaum Differenzen zwischen benötigten und vermittelten Kompetenzen. Auf Basis dieser ersten Ergebnisse diskutieren wir zukünftige Forschungsschritte.

Schlagwörter: Digitale Kompetenzen, Digital Competence Framework, Soziotechnische Analyse

Einleitung

Industrie 4.0 – also die Verschmelzung von physischen und digitalen Systemen – geht einher mit substantiellen Änderungen der Arbeitsabläufe. Vereinfacht ausgedrückt „sprechen Maschinen mit Computern“ [Ri18] und Beispiele aus der produzierenden Industrie, der Landwirtschaft oder der Logistik zeigen die vielfältigen Möglichkeiten der damit verbundenen Effizienz- und Effektivitätssteigerung [La14, WF15]. Allerdings ist dieser Wandel auch mit Herausforderungen verbunden. Ein wichtiger Aspekt ist etwa die sich ändernde Rolle der Arbeiter und Angestellten. Richter et al. (2018) zeigen, dass sich diese Rolle immer mehr von „operating tools and machines“ hin zu „orchestrating tools and machines“ verschieben wird [Ri18, S. 260]. Doch was bedeuten solche Vorhersagen in Bezug auf die notwendigen Kompetenzen der Arbeiter? Oder anders gefragt: Welche Kompetenzen werden in der digitalen Arbeitswelt benötigt?

⁷ ESCP Europe Business School Berlin, Heubnerweg 8-10, 14059 Berlin, {mmurawski, jbuehler, mbick}@escpeurope.eu

Der damit verbundene Begriff ist *Digitale Kompetenzen* [Fe12, MB17] - ein Konstrukt, das sich aus den Komponenten *Wissen*, *Fähigkeiten* und *Fertigkeiten* bezüglich der Anwendung *digitaler Technologien* zusammensetzt [III16]. Seitens der Berufspraxis wird in immer größerem Ausmaß auf einen substantiellen Mangel an notwendigen Digitalen Kompetenzen aufmerksam gemacht [Bi17]. Die Forschung zu diesem Bereich befindet sich jedoch noch in den Anfängen [MB17]. Dieser Umstand führt zu verschiedenen vor allem praktischen Problemen, von denen wir uns in diesem Short Paper auf eines fokussieren: die Gestaltung von Curricula. Eine Rolle von Hochschulen ist es, den Arbeitsmarkt mit digital kompetenten Absolventen zu versorgen. Doch ist das aktuell der Fall? Um diese Frage zu beantworten, nutzen wir das *Digital Competence Framework* [CVP17] mit seinen 21 Digitalen Kompetenzen und stellen Studierenden einer europäischen Multi-Campus-Hochschule folgende Fragen:

1. Wie gut werden die einzelnen Digitalen Kompetenzen im Studium vermittelt?
2. Ist es überhaupt Aufgabe der Hochschule diese Digitale Kompetenzen zu vermitteln?

Im Folgenden stellen wir kurz den zugrundeliegenden theoretischen Zusammenhang unseres Themas sowie die wichtigsten Begriffe vor. Es folgen die Methodik und anschließend erste Ergebnisse unserer Studie. Wir schließen dieses Short Paper mit einer Diskussion zukünftiger Forschungsmöglichkeiten.

Theoretische Fundierung

Der theoretische Zusammenhang des von uns gewählten Themas lässt sich anhand eines soziotechnischen Systems [De18, LL14] veranschaulichen. Die Dimension *Mensch* wird dabei vom einzelnen (potentiellen) Arbeitnehmer, der mit neuen Kompetenzanforderungen konfrontiert ist, repräsentiert. Die Dimension *Technik* bildet insbesondere die technischen Aspekte von Industrie 4.0 ab. Die Dimension *Organisation* bezieht sich zum einen auf die als Arbeitgeber fungierenden Unternehmen, zum anderen auf Bildungsinstitutionen.

Digitale Kompetenz kann mit den Fähigkeiten, dem Wissen, der Denkweise und den Einstellungen hinsichtlich des Gebrauchs digitaler Technologien beschrieben werden [Ja13]. Die Festlegung einer endgültigen Definition für ein derart dynamisches Feld (unter Berücksichtigung des rasanten technologischen Fortschritts im digitalen Zeitalter) ist dabei eine Herausforderung. Anstelle eines eindeutig definierbaren Konstrukts verstehen Ilomäki et al. (2016) – aus unserer Sicht zurecht – Digitale Kompetenz als ein übergreifendes Konzept, das auf verschiedene Kontexte anwendbar ist:

“Digital competence consists of the skills and practices required to use new technologies in a meaningful way and as a tool for learning, working and leisure time, understanding the essential

phenomena of digital technologies in society as well as in one's own life, and the motivation to participate in the digital world as an active and responsible actor." [II16, S. 670f.]

Eine besonders herausfordernde Frage bei der Forschung zu Digitalen Kompetenzen ist die der Messung. So gibt es kaum wissenschaftliche Arbeiten, die konkrete Messansätze vorschlagen [MB17]. Ähnlich wie Dogan und Acar (2018) [DA18] berufen wir uns daher auf das von der Europäischen Union entwickelte und zwischenzeitlich überarbeitete *Digital Competence Framework* (DCF) [CVP17]. Dieses umfasst die fünf Kategorien *Information and data literacy, Communication and collaboration, Digital content creation, Safety* und *Problem solving* sowie insgesamt 21 Digitale Kompetenzen (siehe auch Tab. 1). Darüber hinaus werden acht „Proficiency levels“ vorgeschlagen. Diese berücksichtigen beispielsweise die Komplexität von Aufgaben sowie die Eigenständigkeit beim Bearbeiten [CVP17].

Methodik

Auf Basis des DCF haben wir für die empirische Datenerhebung einen Fragebogen entwickelt. Die Struktur unseres eingesetzten Fragebogens setzt sich dabei aus insgesamt vier Bereichen zusammen.

Zu Beginn des Fragebogens war es zunächst die Aufgabe der Teilnehmer, sich selbst und die eigenen Fähigkeiten in Bezug auf die 21 Digitale Kompetenzen des DCF einzuordnen. Diese Form der persönlichen Selbsteinschätzung erfolgte auf Basis der zuvor genannten „Proficiency Levels“ [CVP17] und resultierte in Kompetenzwerten im Bereich von 1 (grundlegende digitale Kenntnisse) bis zum Maximalwert 8 (hochspezifische, spezielle Kenntnisse) für die verschiedenen

Dimensionen. Teil 2 und 3 des Fragebogens adressierten konkret den anfangs genannten Forschungsrahmen dieser Studie, nämlich die Aufgaben von Hochschulen im Kontext Digitaler Kompetenzen und deren Grad der Erfüllung. Hierzu mussten die Teilnehmer zunächst für jede der 21 Digitalen Kompetenzen bewerten, inwieweit die eigene Hochschule die persönliche Weiterentwicklung dieser aktiv unterstützt. Anschließend wurde abgefragt, bis zu welchem Grad eine derartige Unterstützung überhaupt Teil des Anforderungsprofils einer Hochschule ist. Die Bewertung für beide Teile erfolgte jeweils mit Hilfe einer geraden, sechsstufigen Skala, um eine Tendenz zum zentralen Skalenwert zu vermeiden [BD06]. Im abschließenden demographischen Teil folgten grundlegende Fragen zu Alter und Geschlecht sowie zur Nationalität. Der Fragebogen wurde nach der Entwicklung mit der freien Software *LimeSurvey* digital umgesetzt und anschließend nach internen Pretests sowie geringfügigen Anpassungen den Teilnehmern Anfang Dezember 2018 online zugänglich gemacht. Zielgruppe dieser ersten Erhebung waren Bachelor-Studierende einer transnationalen Wirtschaftshochschule. Diese stellen wegen

ihrer Erfahrungen im Hochschulumfeld sowie der Tatsache, dass sie potentielle Arbeitnehmer in der Industrie 4.0 sind, ein geeignetes Sample für unsere Studie dar.

Initiale Forschungsergebnisse und Diskussion

Nach Beendigung der Laufzeit erfolgte die umgehende Auswertung der gesammelten Rohdaten (n=75) und eine initiale Datenbereinigung. Hierzu wurden unter anderem alle unvollständig ausgefüllten Fragebögen verworfen. Als Resultat ergab sich ein Gesamt-sample von n=30 verwertbaren Datensätzen.

Bei einer mittleren Beantwortungszeit von 8,51 Minuten setzt sich das Sample aus 17 weiblichen und 12 männlichen Personen zusammen; eine Person gab kein Geschlecht an. Die weiteren demografischen Angaben zeigen ein durchschnittliches Alter der ausschließlich volljährigen Teilnehmer von 20,37 Jahre (SD: 0,81). Bezüglich der Nationalitäten der Studierenden weist der Datensatz einen stärkeren europäischen Schwerpunkt auf, speziell auf Frankreich (n=8), Deutschland (n=7) sowie Italien (n=5), aber auch Personen aus den USA, Kanada, Marokko oder China sind vertreten.

Bezüglich des ersten Fragebogenteils können die 21 Selbsteinschätzungen der Teilnehmer pro Unterdimension zunächst individuell betrachtet werden. Die höchsten Einzelwerte mit jeweils 4,83 resultierten für „Sharing through digital technologies“ sowie „Protecting the environment“. Nach Aggregation zu mittleren Gesamtscores innerhalb der einzelnen Hauptdimensionen zeigt sich, dass die Teilnehmer sich selbst am meisten Kompetenzen im Bereich der ersten Dimension „Information and data literacy“ attestieren (Gesamtscore: 4,70). Hingegen fällt der Wert für aktivere Tätigkeiten im Kontext von „Digital content creation“ mit 3,99 am geringsten aus. Die Gesamtscores der fünf Hauptdimensionen sind in Tabelle 1 als Zwischenüberschriften dargestellt.

Darüber hinaus können die Fragebogenteile zwei und drei direkt miteinander in Beziehung gesetzt werden. Basierend auf den Angaben, wie eine Hochschule idealtypisch Studierende beim Erwerb digitaler Kompetenzen unterstützen sollte (Sollwerte, dritter Fragebogenteil), kann die Differenz zum tatsächlichen wahrgenommenen Grad der Erwerbsunterstützung berechnet werden (Istwerte, zweiter Fragebogenteil). Während die größten Abweichungen (Delta) im Bereich *Safety* sowie *Problem solving* existieren, können die drei geringsten Abweichungen vollständig dem Bereich *Communication and collaboration*, konkret der Interaktion, dem Austausch sowie der Zusammenarbeit mit Hilfe digitaler Technologien, zugeordnet werden. Diese in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse sind vorläufig und geben den aktuellen Stand des Forschungsprojektes wieder. Das vergleichsweise kleine Sample dient als erster Bezugspunkt für zukünftige Erhebungen.

DCF-Dimensionen	Ist	Soll	Delta
1. Information and data literacy (4,70 / 8,00)			
Browsing, searching and filtering data, information and digital content	3,43	4,00	0,57
Evaluating data, information and digital content	3,57	4,67	1,10
Managing data, information and digital content	3,50	4,37	0,87
2. Communication and collaboration (4,50 / 8,00)			
Interaction through digital technologies	3,73	4,17	0,44
Sharing through digital technologies	4,00	4,13	0,13
Engaging in citizenship through digital technologies	3,07	3,83	0,76
Collaborating through digital technologies	4,00	4,47	0,47
Netiquette	3,13	4,13	1,00
Managing digital identity	3,10	3,80	0,70
3. Digital content creation (3,99 / 8,00)			
Developing digital content	3,53	4,10	0,57
Integrating and re-elaborating digital content	3,20	3,90	0,70
Copyright and licenses	3,20	4,33	1,13
Programming	3,07	3,80	0,73
4. Safety (4,50 / 8,00)			
Protecting devices	2,40	3,67	1,27
Protecting personal data and privacy	2,70	4,23	1,53
Protecting health and well-being	2,97	3,83	0,86
Protecting the environment	2,90	3,93	1,03
5. Problem solving (4,39 / 8,00)			
Solving technical problems	2,50	3,95	1,45
Identifying needs and technological responses	3,30	4,38	1,08
Creatively using digital technologies	3,63	4,43	0,80
Identifying digital competence gap	3,07	4,10	1,03

Tab. 1: Übersicht der Gesamtscores und Soll-Ist-Abweichungen der Dimensionen des DCFs

Fazit und Ausblick auf zukünftige Forschung

In diesem Short Paper präsentieren wir einen soziotechnischen Analyseansatz, um erforderliche Digitale Kompetenzen für das Arbeiten in der Industrie 4.0 zu ermitteln. Auf dem DCF aufbauend konnten erste Einschätzungen in Bezug auf digitale Kompetenzen und Erwartungen an Hochschulen gewonnen werden. Die wesentlichen zukünftigen Forschungsschritte lassen sich aus unserem soziotechnischen Analyseansatz ableiten.

Bezüglich der Dimension *Mensch* haben wir bislang Studierende befragt. Im Zuge der Ausweitung dieser Befragung streben wir ebenfalls an, Arbeitnehmer, die in der Industrie 4.0 aktiv sind, einzubeziehen. Methodisch ist nach Vergrößerung des Samples eine Clusteranalyse geplant, um Analysen ausgehend von verschiedenen Gruppen durchzuführen. Seitens der Dimension *Organisation* planen wir die Befragung von Hochschulverantwortlichen, um weitere Erkenntnisse bezüglich der Gestaltung des Curriculums zu gewinnen. Ebenfalls noch nicht untersucht ist die Unternehmensseite, mit anderen Worten die Nachfrage seitens des Arbeitsmarkts. Die Dimension *Technik* könnte im Rahmen der nächsten Schritte dazu dienen, den Kontext der Untersuchung zu spezifizieren, etwa durch Fokussierung auf einen bestimmten Schwerpunkt von Industrie 4.0.

Literaturverzeichnis

- [BD06] Bortz, J.; Döring, N.: *Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler*; mit 87 Tabellen. Springer-Medizin-Verl., Heidelberg, 2006.
- [Bi17] Bitkom Research: *Berufstätige sehen sich nicht für digitale Arbeitswelt gerüstet*. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Berufstaetige-sehen-sich-nicht-fuer-digitale-Arbeitswelt-geruestet.html>, 13.07.2018.
- [CVP17] Carretero, S.; Vuorikari, R.; Punie, Y.: *DigComp 2.1. The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Publications Office, Luxembourg, 2017.
- [DA18] Dogan, Y.Ö.; Acar, E.: *Assessment of the Digital Competence of Construction Project Managers*. In *Proceedings of the 5th International Project and Construction Management Conference*, 2018; S. 458–466.
- [De18] Deuse, J. et al.: *Gestaltung sozio-technischer Arbeitssysteme für Industrie 4.0*. In (Hirsch-Kreinsen, H.; Niehaus, J.; Ittermann, P. Hrsg.): *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Baden-Baden, 2018; S. 195–214.
- [Fe12] Ferrari, A.: *Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks*. European Commission, Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies, 2012.
- [Il16] Ilomäki, L. et al.: *Digital competence – an emergent boundary concept for policy and educational research*. In *Education and Information Technologies*, 2016, 21; S. 655–679.
- [Ja13] Janssen, J. et al.: *Experts' views on digital competence: Commonalities and differences*. In *Computers & Education*, 2013, 68; S. 473–481.
- [La14] Lasi, H. et al.: *Industry 4.0*. In *Business & Information Systems Engineering*, 2014, 6; S. 239–242.
- [LL14] Laudon, K. C.; Laudon, J. P.: *Management Information Systems. Managing the Digital Firm*. Pearson, Boston, 2014.
- [MB17] Murawski, M.; Bick, M.: *Digital competences of the workforce – a research topic?* In *Business Process Management Journal*, 2017, 23; S. 721–734.
- [Ri18] Richter, A. et al.: *Digital Work Design*. In *Business & Information Systems Engineering*, 2018, 60; S. 259–264.
- [WF15] Wortmann, F.; Flüchter, K.: *Internet of Things*. In *Business & Information Systems Engineering*, 2015, 57; S. 221–224.

1.2 Veränderte Kompetenzanforderungen im Rahmen von Digitalisierung und Industrie 4.0

Fabian Hecklau, Ronald Orth, Florian Kidschun, Sokol Tominaj⁸

Zusammenfassung: Die digitale Transformation ist zentraler Treiber für Industrie 4.0. Rasante technische Entwicklungen führen dazu, dass sich Anforderungen an die Kompetenzen der Mitarbeiter verändern. Ziel des Beitrags ist es, die Kompetenzen zu identifizieren, die in der Industrie 4.0 eine zentrale Rolle spielen und zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen werden. Hierzu werden die Ergebnisse einer Sekundär- und Primärdatenanalyse vorgestellt. Diese Veröffentlichung zielt ferner darauf ab, einen Beitrag zur Harmonisierung der Grundlagen sowie zur weiteren Entwicklung des Kompetenzmanagements in einer von Digitalisierung geprägten Arbeitswelt zu leisten.

Keywords: Kompetenzmanagement, Kompetenzen, Digitalisierung, Mitarbeiter, Industrie 4.0

1. Einleitung

Die großen Herausforderungen des neuen Technologiezeitalters, in dem die Informations- und Kommunikationstechnologien die Produktion grundlegend verändern, müssen von der Industrie bewältigt werden. Unternehmen sehen sich angesichts des digitalen Strukturwandels mit rasanten technischen Entwicklungen und damit auch kürzer werdenden Innovationszyklen konfrontiert [Bm15], [Bm14], [HK15]. Dies hat u.a. zur Folge, dass sich Berufsbilder und Anforderungen an die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Mitarbeiter stark verändern werden. Eine systematische Erfassung und Entwicklung der Mitarbeiterkompetenzen ist daher ein kritischer Erfolgsfaktor, um die modernen Technologien der Industrie 4.0 nutzen und um mit neuen Arbeitsinhalten umgehen zu können [Sp13].

Ziel des Beitrags ist es, Kompetenzen zu identifizieren, die in einer digitalisierten Arbeitswelt eine zentrale Rolle spielen und zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen werden. Hierzu wird ein mehrstufiges Vorgehen definiert, welches die Durchführung einer Sekundär- sowie Primärdatenanalyse umfasst. Die zentralen Ergebnisse sind im zweiten Kapitel dargestellt.

⁸ Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Pascalstr. 8-9, 10587 Berlin; fabian.hecklau@ipk.fraunhofer.de; ronald.orth@ipk.fraunhofer.de; florian.kidschun@ipk.fraunhofer.de; sokol.tominaj@ipk.fraunhofer.de

Vor dem Hintergrund der in den Studien identifizierten Kompetenzen, sollte in einem weiteren Schritt herausgefunden werden, welche Kompetenzen aus Expertensicht als besonders wichtig für die zukünftige Arbeitswelt in der Industrie 4.0 eingeschätzt werden. Daher wurde die Sekundärdatenanalyse anschließend durch eine Primärdatenanalyse erweitert. Das Ziel der Studie war es, die Ergebnisse der Literaturanalyse durch aktuelle Meinungen aus einem Expertenkreis zu ergänzen und inhaltlich zu interpretieren (Kapitel 3). Im vierten Kapitel werden Anforderungen an zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten diskutiert.

2. Inhaltsanalyse: Erforderliche Kompetenzen in der Industrie 4.0

Im Folgenden werden zunächst das Vorgehen und die Methodik der Sekundärdatenanalyse vorgestellt und anschließend die daraus resultierenden Ergebnisse veranschaulicht ausgeführt.

2.1 Vorgehen

Im Rahmen der Sekundärdatenanalyse wurden Studien aus geeigneten Quellen identifiziert und analysiert, die Kompetenzen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Industrie 4.0 und des digitalen Transformationsprozesses im Allgemeinen beschreiben. Ziel der Analyse war es, Unterschiede und Übereinstimmungen innerhalb des Datenmaterials herauszuarbeiten, um einen Beitrag zur Harmonisierung von Grundlagen und zur weiteren Entwicklung des Kompetenzmanagements in der Industrie 4.0 zu leisten.

Für die Datenerhebung wurde eine umfassende Internetrecherche durchgeführt, und es wurden die folgenden Datenbanken verwendet, die ein breites Spektrum an Veröffentlichungen des untersuchten Themenfeldes abdecken: Business Source Complete, Web of Science Core Collection, EconBiz und OLC Wirtschaftswissenschaften.

Der Studiauswahlprozess wurde anhand der folgenden Schlüsselwörter durchgeführt: „Industrie 4.0“, „Digitale Transformation“ in Kombination mit den folgenden Begriffen: Treiber, Trends, Jobs, Fähigkeit(en), Wissen, Qualifikation(en), Arbeit, Fähigkeit, Kompetenz(en). Ferner wurden diese Begriffe auch anhand ihrer englischen Übersetzung eingesetzt.

Alle Treffer wurden zuerst anhand des Titels und der Zusammenfassung erfasst. Um geeignete Quellen für die weitere Analyse zu identifizieren, wurden anschließend nach der Leitlinie von Meline (2006) folgende Ein- bzw. Ausschlusskriterien definiert [Me06]:

- Der Zeitraum der Studien liegt nicht länger als fünf Jahre zurück.

- Die Studien müssen von renommierten Wissenschaftlern, Forschungseinrichtungen bzw. Universitäten oder Beratungsunternehmen durchgeführt und veröffentlicht worden sein.
- Es werden nur Studien mit solider wissenschaftlicher Grundlage oder einer angemessenen Stichprobengröße berücksichtigt: Unternehmensumfragen mit einer Stichprobengröße mit $N \geq 80$, Experteninterviews mit einer Stichprobengröße von $N \geq 12$ sowie Szenarioanalysen und Fallstudien, die ihr methodisches Design und Vorgehen hinreichend belegen.

Am Ende des Auswahlverfahrens erfüllten insgesamt 12 Studien die oben skizzierten Kriterien und wurden zur detaillierten Analyse ausgewählt. Die Gesamtzahl der darin befragten Unternehmen beträgt ca. 2.700. Ferner sind mehr als 90 Expertenmeinungen eingeflossen.

Die Auswertung der Studien zu Kompetenzen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 basiert methodisch auf der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [Ma10]. Im ersten Schritt wurden aus den Studien ausgewählte Inhalte erfasst, zum Teil in die deutsche Sprache übersetzt und den folgenden Analysekatégorien zugeordnet: (1) Quelle: Titel der Veröffentlichung, Autor, Jahrgang, (2) Herkunft der Studien nach Institution, (3) regionale Abdeckung und fokussierte Sektoren, (4) Typ der Studie (z.B. Unternehmensbefragung, Szenarioanalyse, Fallstudie) sowie (5) Aussagen zu Kompetenzen im Kontext der neuen Anforderungen durch die Digitalisierung und Industrie 4.0.⁹

Der Veröffentlichungszeitraum der Studien erstreckt sich von 2014 bis 2016. Zusammen decken sie mehr als 30 Industrie- und Schwellenländer ab. Bei Betrachtung des regionalen Fokus lässt sich ferner feststellen, dass Deutschland in 11 der 12 Studien untersucht wird. In fünf Fällen handelt es sich um rein quantitative Studien, die auf Online-Befragungen von Unternehmensvertretern basieren. Bei den weiteren Studien handelt es sich um Expertenbefragungen, Szenarioanalysen, Fallstudien oder einer Kombination davon. Diese Quellen liefern Einschätzungen und Erwartungen hinsichtlich des zukünftigen Kompetenzbedarfs. Sie geben somit Einblicke in aktuelle Fachdiskussionen, welche die Ergebnisse der quantitativen Studien unterstützen und erweitern.

Der Schwerpunkt der inhaltlichen Analyse liegt auf der Auswertung der Aussagen zu Kompetenzen vor dem Hintergrund der neuen Anforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt in der Industrie 4.0. Daher wurden Aussagen hierzu codiert und nach ihrer Häufigkeit der Nennung ausgezählt. In diesem Zusammenhang wurden synonyme und bedeutungsnahen Begriffe (inkl. ihrer Übersetzungen aus dem Englischen) nach inhaltlichen Klassen geordnet. So wurden beispielsweise in der Kategorie „IT-Sicherheit“ Begriffe wie IT-Sicherheitskompetenzen, Sensibilität für IT-Sicherheit, Verständnis von IT-Sicherheit und IT-Security zusammengefasst.

⁹ Eine Übersicht der Studien befindet sich im Anhang des Beitrags.

Ziel der inhaltsanalytischen Vorgehensweise war es, durch das Herausfiltern zentraler Bestandteile aus dem Ausgangsmaterial, die in den Studien bestehende Heterogenität und Komplexität zu reduzieren. Die identifizierten Kompetenzen wurden daher nach gängigen und akzeptierten Kategorien aus der Kompetenzmanagementliteratur (vgl. z.B. [HE07], [NRS13]) klassifiziert und zugeordnet: (1) Fachkompetenz, (2) Methodenkompetenz, (3) Soziale Kompetenz sowie (4) Persönliche Kompetenz.

2.2 Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten sind die in den Studien identifizierten Kompetenzen zur Bewältigung der digitalen Transformation den vier oben genannten Kompetenzdimensionen zugeordnet.

Fachkompetenz

Fachkompetenz umfasst alle berufsbezogenen Kenntnisse, notwendiges Wissen sowie überwiegend motorische oder sensorische Fähigkeiten für dessen Anwendung. Fachliche Kompetenzen ermöglichen es, schwierige Herausforderungen schöpferisch zu bewältigen [NRS13], [So11], [HE07]. Tabelle 1 zeigt die in den Studien identifizierten Fachkompetenzen, denen im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 eine hohe Bedeutung zugewiesen wird.

Tabelle 1: Fachkompetenzen – Ergebnisse der Inhaltsanalyse

Kompetenzen	Studie / Quellen
Fachliche Fertigkeiten	[Jo16]
Fachsprachenkenntnisse	[Jo16]
Fachübergreifende Kenntnisse	[Ge15], [St14], [Th16], [Ba14], [Lo15]
Fachwissen (techn. Verständnis)	[Jo16], [Th16]
Medienkompetenz	[Jo16], [Th16]
Programmierkenntnisse	[Jo16], [St14], [HS16], [Lo15], [Sp16]
Prozessverständnis	[Ge15], [Ba14], [Jo16], [Th16], [Lo15], [Sp16]
Verständnis IT-Sicherheit	[Ge15], [Th16], [St14], [Ho15], [Sp16], [BR16]
Wissen über Standards & Normen	[Ge15]

Methodenkompetenz

Methodenkompetenz umfasst alle Fähigkeiten und Fertigkeiten für die allgemeine Problemlösung und Entscheidungsfindung. Methodenkompetenzen befähigen Mitarbeiter dazu, neuartige und komplexe Probleme selbstständig, zielgerichtet und planmäßig mit Hilfe von gelernten Denkweisen und Arbeitsverfahren zu lösen [NRS13], [So11], [HE07]. Methodenkompetenzen, denen im digitalen Zeitalter der Industrie 4.0 eine hohe Bedeutung zugewiesen wird, werden in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Methodenkompetenz – Ergebnisse der Inhaltsanalyse

Kompetenzen	Studie / Quellen
Analytische Fähigkeiten	[Ge15], [Jo16], [Th16], [Ho15], [St14], [Lo15], [Sp16], [BR16]
Entscheidungsfähigkeit	[Jo16], [St14], [Ba14], [Th16], [Sp16]
Forschungskompetenz	[St14]
Kreativität	[Jo16], [St14]
Organisationsfähigkeit	[Ge15]
Problemlösungsfähigkeit	[Jo16], [St14], [Ba14], [Th16], [Wo15]
Unternehmerisches Denken	[Jo16], [St14]
Zeitmanagement	[Ge15], [Jo16]

Soziale Kompetenz

Soziale Kompetenz umfasst alle Fertigkeiten und Fähigkeiten, um mit anderen Menschen kooperieren und kommunizieren zu können. Diese Kompetenzen ermöglichen einer Person in sozialen Interaktionen auf fairer Ebene gemeinsame Ziele zu erreichen [NRS13], [So11], [HE07]. Die in den Studien identifizierten Sozialen Kompetenzen, denen im Rahmen der Digitalisierung und Industrie 4.0 eine hohe Bedeutung zugewiesen wird, werden in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Soziale Kompetenz – Ergebnisse der Inhaltsanalyse

Kompetenz	Quellen
Beziehungsfähigkeit	[Jo16], [St14]
Delegationsfähigkeit	[Th16]
Didaktische Lehrfähigkeit	[Ge15], [Jo16], [St14]
Kommunikationsfähigkeit	[Ge15], [Jo16], [HS16], [Ba14], [Th16], [Lo15], [Sp16]
Konfliktfähigkeit	[Jo16]
Kooperationsfähigkeit	[Jo16], [St14], [HS16], [Ba14], [Th16], [Lo15], [Sp16]
Teamfähigkeit	[Ge15], [Jo16], [St14]

Persönliche Kompetenz

Persönliche Kompetenzen sind Fähigkeiten und Fertigkeiten, eigene Einstellungen, Werthaltungen und Ideale verstehen, reflektieren und weiterentwickeln zu können [NRS13], [So11], [HE07]. Tabelle 4 zeigt die in den Studien identifizierten Persönlichen Kompetenzen, denen im Zeitalter der Digitalisierung und Industrie 4.0 eine hohe Bedeutung zugewiesen wird. Tabelle 4: Personale Kompetenz – Ergebnisse der Inhaltsanalyse

Kompetenz	Quellen
Flexibilität	[Jo16], [St14]
Lern- und Veränderungsfähigkeit	[Ge15], [Jo16], [Ba14], [St14]
Motivationsfähigkeit	[Ge15], [Th16]
Nachhaltigkeitsbewusstsein	[Jo16], [St14]
Normativ-ethische Einstellung	[St14]
Risikobereitschaft	[Jo16]
Stressresistenz und Belastbarkeit	[St14]
Verantwortungsbereitschaft	[Th16]

3. Expertenbefragung: Erforderliche Kompetenzen für Industrie 4.0

Im Folgenden werden zunächst das Vorgehen der Primärdatenanalyse vorgestellt und anschließend die daraus resultierenden Ergebnisse veranschaulicht ausgeführt.

3.1 Vorgehen

Vor dem Hintergrund der in den Studien identifizierten Kompetenzen wurde in einem weiteren Schritt ermittelt, welche aus Expertensicht als besonders wichtig für die zukünftige Arbeitswelt in der Industrie 4.0 eingeschätzt werden. Ziel war es, die Ergebnisse der Literaturanalyse durch aktuelle Meinungen aus einem Expertenkreis zu ergänzen und inhaltlich zu interpretieren. Hierzu wurden zwei Gruppen unabhängig voneinander befragt.

Die Stichprobe setzte sich aus einem Expertenkreis aus insgesamt 39 Personen zusammen. Dabei sind 29 der Befragten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen am Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik und besitzen insbesondere Expertise im Themenfeld Industrie 4.0. Die zweite Gruppe bestand aus einer Professorin und neun Masterstudierenden des Studiengangs Wirtschaftspsychologie an der Business School Berlin Potsdam. Die Expertise dieser Gruppe liegt insbesondere im Themenfeld des betrieblichen Kompetenzmanagements. Die Ergebnisse der beiden Gruppen werden im weiteren Verlauf gemeinsam berichtet.

Die Datenerhebung fand zunächst anhand einer schriftlichen Befragung statt. Hierzu wurde der Fragebogen den Teilnehmern im Rahmen eines Workshops persönlich vorgelegt. Im Fragebogen wurden die in Kapitel 2 identifizierten Kompetenzen aufgelistet und anhand der vier Kompetenzdimensionen strukturiert (Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Soziale Kompetenz und Persönliche Kompetenz). Die Probanden sollten pro Kompetenzkategorie die maximal fünf wichtigsten Kompetenzen auswählen, die aus ihrer Sicht zur Bewältigung der digitalen Transformation von zentraler Bedeutung sind. Die

Auswertung der Einschätzungen der Experten fand noch während des Workshops statt. Die Ergebnisse wurden im Anschluss im Plenum diskutiert und gemeinsam interpretiert.

3.2 Ergebnisse

Anhand der vier oben genannten Kompetenzkategorien werden in den folgenden Abschnitten die Ergebnisse der Expertenbefragung vorgestellt. Dabei werden jeweils die fünf Kompetenzen pro Kategorie erläutert, denen aus Sicht der Experten die höchste Bedeutung beigemessen wird. Im Anschluss an die jeweilige grafische Aufbereitung erfolgt eine inhaltliche Interpretation der Ergebnisse. Diese basiert auf der Diskussion mit den befragten Experten und wird an ausgewählten Stellen durch Aussagen der in Kapitel 2 analysierten Quellen ergänzt.

Fachkompetenz

Im Bereich der Fachkompetenz stuften über 92% der Teilnehmer das Verständnis für Prozesse als wichtig ein. Mehr als zwei Drittel gaben an, dass zukünftig fachübergreifende Kenntnisse eine entscheidende Rolle einnehmen werden, gefolgt von Medienkompetenz (62%) und dem Verständnis für IT-Sicherheit (56%). Etwas weniger als die Hälfte der Teilnehmer stuften Programmierkenntnisse als wichtig ein (46%).

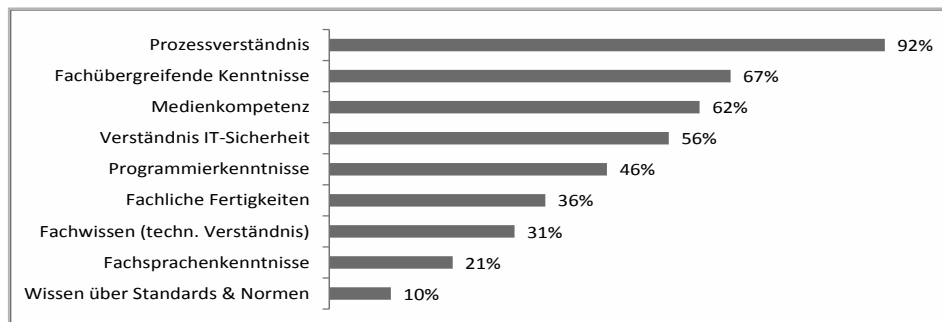


Abbildung 1: Fachkompetenz – Ergebnisse der Experteneinschätzung (Top 5)

- Bedingt durch den Bedarf flexibler auf Anforderungen zu reagieren, optimieren Unternehmen ihre internen Prozesse, welche eine immer höhere Prozesskomplexität aufweisen, sodass ein breiteres und tieferes *Prozessverständnis* beim Denken und Handeln in vernetzten und übergreifenden Prozessen unabdingbar wird [Ge15], [Ba14], [Jo16], [Th16], [Lo15], [Sp16].
- Aufgrund der zunehmenden Interdisziplinarität und Vernetzung von Aufgaben, wird der Bedarf an *fachübergreifenden Kenntnissen* größer werden. So werden zum Beispiel die Kombination von Know-how, das sich auf einen bestimmten Job oder Prozess bezieht (z. B. Techniken für das Arbeiten mit Robotern oder das Wechseln von Werkzeugen an Maschinen) und IT-Kompetenz, (z. B. Zugriff auf Schnittstellen,

Programmierung), stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln erfordern [Ge15], [St14], [Th16], [Ba14], [Lo15].

- Das virtuelle Zusammenarbeiten und die intensive Nutzung von IT-Systemen und Plattformen erfordert ausgeprägte *Medienkompetenz*, um mit sozialen Medien oder intelligenten Kommunikationsgeräten arbeiten zu können. Mitarbeiter müssen dazu die Fähigkeit besitzen mit modernen Medien richtig und sicher umzugehen und entsprechende Verhaltensregeln zu berücksichtigen [Jo16], [Th16].
- Die zunehmend virtuelle Arbeit auf Servern oder Plattformen verpflichtet Mitarbeiter, für hinreichend *IT-Sicherheit* zu sorgen, um sensible Daten vor unerlaubtem Zugriff zu schützen. Dementsprechend müssen Mitarbeiter für die sensible Nutzung von Daten geschult werden und die Einstellung für eine regelkonforme Arbeit aufweisen [Ge15], [Th16], [St14], [Ho15], [Sp16], [BR16].
- Die wachsende Nachfrage nach *Programmierkenntnissen* stellt einen entscheidenden Faktor für die Weiterentwicklung von Berufsprofilen dar, so z.B. beim Umgang mit Daten oder bei der Steuerung und Vernetzung technischer Systeme [Jo16], [St14], [HS16], [Lo15], [Sp16].

Methodenkompetenz

Im Cluster Methodenkompetenz haben die Befragten die folgenden fünf Kompetenzen als besonders wichtig eingeschätzt (Abbildung 2): Analytische Fähigkeiten (77%), Problemlösungsfähigkeit (62%), gefolgt von Entscheidungsfähigkeit (44%), unternehmerischem Denken (38%) sowie Zeitmanagement (38%).

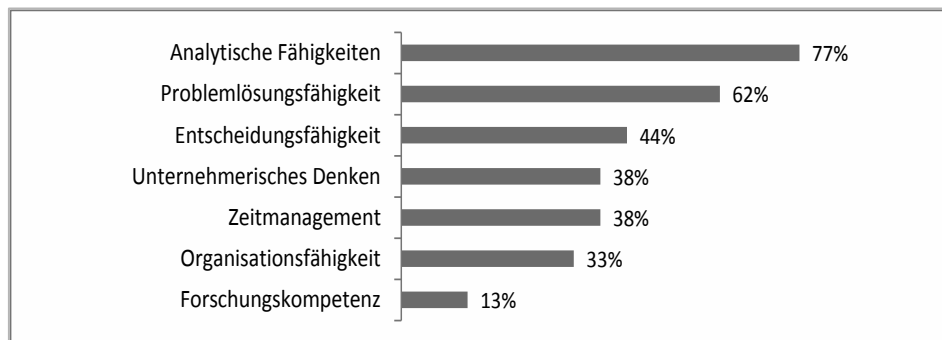


Abbildung 2: Methodenkompetenz – Ergebnisse der Experteneinschätzung (Top 5)

- Die höhere Technologieintegration, die exponentiell wachsende Menge an übertragenen, gesammelten und gespeicherten Daten sowie der daraus resultierende Umfang führen dazu, dass *analytische Fähigkeiten* eine entscheidende Rolle für Industrie 4.0-Mitarbeiter spielen (z.B. in Bezug auf Big Data-Analysen und Datenmanagement, IT-Netzwerkssysteme und Geschäftsanalysen). Das Strukturieren und Untersuchen großer Datenmengen und komplexer Prozesse wird unerlässlich. Daher muss das Verständnis für Informationen und Daten bei den Mitarbeitern vorhanden

sein, um die technischen Potenziale in Unternehmen umsetzen zu können [Ge15], [Jo16], [Th16], [Ho15], [St14], [Lo15], [Sp16], [BR16].

- Darüber hinaus wird die Wichtigkeit der *Problemlösungsfähigkeit* unterstrichen, welche innerhalb der Prozesse in Teams, aber zunehmend auch in eigener Verantwortung benötigt wird. Mitarbeiter müssen in der Lage sein, Fehlerquellen zu identifizieren und Prozesse unabhängig voneinander und in Teams zu verbessern [Jo16], [St14], [Ba14], [Th16], [Wo15].
- Da Entscheidungsprozesse und die Übernahme von Verantwortung immer mehr auf die Prozessebene verlagert werden, gewinnt die *Entscheidungsfähigkeit* für Mitarbeiter in Unternehmen der digitalen Transformation an Bedeutung. Die zunehmende Flexibilisierung der Arbeit verlangt hierbei nach dezentralen Entscheidungsstrukturen, die mit einer höheren Autonomie und verstärkten Kommunikation der Mitarbeiter zusammenhängen [Jo16], [St14], [Ba14], [Th16], [Sp16].
- Aufgrund des steigenden Wettbewerbsdrucks wird es wichtiger, dass Mitarbeiter im Gesamtkontext ihres unternehmerischen Umfeldes Prozesse und Einflüsse mitbedenken. *Unternehmerisches Denken* wird damit zu einer wichtigen Kompetenz im digitalen Transformationsprozess (z.B. Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle) [Jo16], [St14].
- Da die Arbeitsprozesse sowie auch die Arbeitszeiten zunehmend flexibler gestaltet werden, ist es notwendig, die zur Verfügung stehende Zeit optimal zu nutzen. Zur Begegnung der Herausforderungen der Industrie 4.0 wird das effektive *Zeitmanagement* somit zu einer wichtigen Kompetenz [Ge15], [Jo16].

Soziale Kompetenz

Im Bereich der Sozialen Kompetenz sieht die Mehrheit der Befragten die Kommunikationsfähigkeit (85%) und Kooperationsfähigkeit (69%) sowie die Teamfähigkeit (56%) als die wichtigsten Kompetenzen an. Darüber hinaus werden die Lehrfähigkeit (44%) und Beziehungsfähigkeit (36%) als wichtige Kompetenzen eingeschätzt (Abbildung 3).

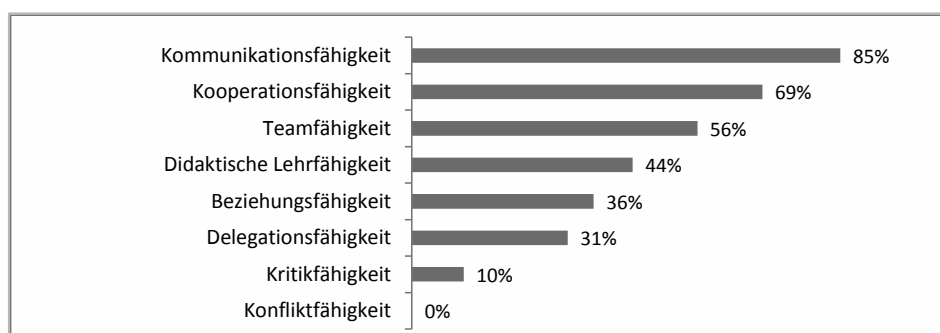


Abbildung 3: Soziale Kompetenz – Ergebnisse der Experteneinschätzung (Top 5)

- Im Zusammenhang mit der Digitalisierung stellen insbesondere das Arbeiten in stark vernetzten Geschäftsökosystemen auf virtuellen Plattformen, internationalen Teams und indirekten Kontakten erhebliche Herausforderungen dar. Mitarbeiter müssen in einem größeren Umfang in virtuellen Umgebungen arbeiten und miteinander kooperieren. Diese virtuelle Zusammenarbeit erfordert ein hohes Maß an *Kommunikation sowie Kooperation*, welche ausschlaggebend für effizientes Arbeiten in dynamischeren und heterogeneren Teams sind [Ge15], [Jo16], [HS16], [Ba14], [Th16], [Lo15], [Sp16], [St14].
- Der vermehrte Einsatz funktionsübergreifender Teams kann nur mittels entsprechender organisatorischer und kooperativer *Teamfähigkeiten* realisiert werden. Darüber hinaus erfordert die steigende Diversität von Mitarbeitern Toleranz und interkulturelle Fähigkeiten [Ge15], [Jo16], [St14].
- Durch den demografischen Wandel wird es erforderlich, dass die Generation erfahrener Mitarbeiter ihr Wissen an die jüngeren Generationen weitervermittelt. Daher werden insbesondere die *didaktische Lehrfähigkeit* und die Fähigkeit Wissen zu kommunizieren notwendig [Ge15], [Jo16], [St14].

Persönliche Kompetenz

Im Bereich der Persönlichen Kompetenz (Abbildung 4) wird die Flexibilität (92%) als wichtigste Eigenschaft im Digitalisierungskontext eingeschätzt. 79% der Befragten sehen darüber hinaus die Lern- und Veränderungsfähigkeit als zentral an, gefolgt von Stressresistenz und Belastbarkeit (44%) sowie Nachhaltigkeitsbewusstsein (41%) und Verantwortungsbereitschaft (41%).

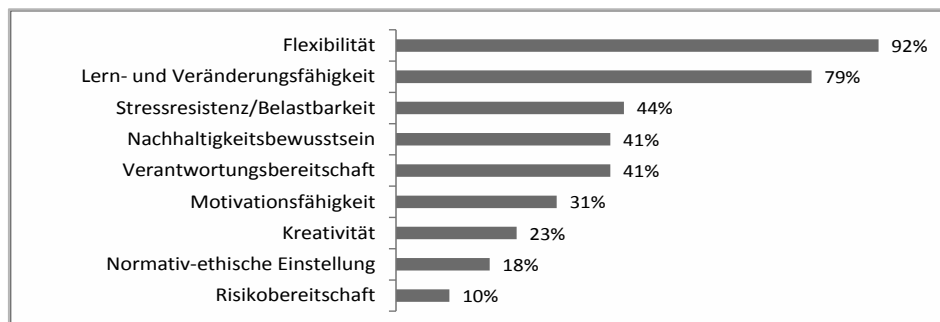


Abbildung 4: Persönliche Kompetenzen – Ergebnisse der Experteneinschätzung (Top 5)

- Aufgrund des steigenden Bedarfs an funktionsübergreifender Arbeit, innovativeren Produkten und der allgemeinen Notwendigkeit, flexibler und reaktionsschneller zu werden, stellt die *Flexibilität* eine entscheidende Kompetenz dar. Darüber hinaus überschreiten Telearbeit, Co-Working-Rooms, virtuelle Teams, Freelancer- und Online-Talentplattformen die physischen Grenzen von Arbeitsplätzen und damit auch die Grenzen zwischen Arbeit und Leben. Mitarbeiter werden zeit- und ortsunabhängig [Jo16], [St14].

- In dynamischen und innovativen Ökosystemen schaffen wechselnde Bedingungen und sich ändernde Situationen neue Herausforderungen, in denen Mitarbeiter Kenntnisse und umfassendes Wissen für das Verständnis von Wirkzusammenhängen erwerben müssen. In diesem Zusammenhang gewinnen die *Lern- und Veränderungsfähigkeit* zunehmend an Bedeutung, um innerhalb eines angemessenen Zeitraums Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben zu können, die es dem Mitarbeiter ermöglichen, neue Aufgaben auszuführen [Ge15], [Jo16], [Ba14], [St14].
- Aufgrund der dynamischen Prozesse, der immer flexibleren Arbeitszeiten und Einsatzorte, steigt die Belastung für den einzelnen Mitarbeiter und kann in Stress resultieren (ständige Erreichbarkeit, 24-Stunden-Gesellschaft). Daher ist eine wichtige Kompetenz eine ausreichende *Stressresistenz* zu entwickeln und dementsprechend eine gute *Belastbarkeit* innezuhaben.
- Das gesteigerte Bewusstsein gegenüber der Natur und dem Menschen führt dazu, dass sich Mitarbeiter ihrer Verantwortung bewusst werden und entsprechend auch im unternehmerischen Kontext handeln. Somit wird auch das *Nachhaltigkeitsbewusstsein* zu einer zentralen Kompetenz im Zeitalter der digitalen Transformation [Th16].

4. Perspektiven für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten

Die dargestellten Ergebnisse liefern die Basis für weitere aktuelle F&E-Aktivitäten am Fraunhofer IPK. Hierbei handelt es sich einerseits um wissenschaftlich-konzeptionelle Arbeiten und andererseits um die Entwicklung konkreter Methoden und deren Implementierung im betrieblichen Kontext.

4.1 Wissenschaftlich-konzeptionelle Arbeiten

Im Rahmen dieses Beitrags wurden 12 ausgewählte Studien mit dem Ziel analysiert, erfolgskritische Kompetenzen zu identifizieren, die in der Industrie 4.0 eine zentrale Rolle spielen und zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen. Gegenwärtig werden weitere inhaltliche Auswertungen vorgenommen. Im Mittelpunkt stehen hier rund 20 Kompetenzmodelle, die sich im betrieblichen Einsatz befinden oder aus der Kompetenzmanagementliteratur stammen. Dabei wird ein kriteriengeleiteter Abgleich vorgenommen zwischen einerseits klassischen Kompetenzmodellen und andererseits Kompetenzmodellen, die insbesondere die Themen Industrie 4.0 und Digitalisierung adressieren. Hier zeichnet sich ab, dass in beiden Modellgruppen häufig sehr ähnliche Begrifflichkeiten genutzt werden, diese aber – wenn überhaupt – unterschiedlich interpretiert werden. Ein ähnliches Muster lässt sich auch in der hier durchgeführten Inhaltsanalyse erkennen. So werden beispielsweise im Bereich der Sozialen Kompetenzen die Kommunikations-, Kooperations- und Teamfähigkeit als zentral für die erfolgreiche Bewältigung von In-

dustrie 4.0 angesehen (vgl. Kapitel 3). Allerdings wurden diese Kompetenzen auch schon früher als höchst relevant für eine erfolgreiche Organisationsgestaltung erachtet. Zukünftig muss es also darum gehen, hier noch einmal trennschärfer herauszuarbeiten, wie sich veränderte Kompetenzanforderungen durch Digitalisierung und Industrie 4.0 vom klassischen Verständnis unterscheiden bzw. wie sich diese Sichtweisen schlüssig integrieren lassen. Erste Schritte hierzu hat beispielsweise die DGFP unternommen [De16].

Die oben skizzierten Harmonisierungsarbeiten können die betriebliche Anwendung positiv befördern, in dem sie ein geschärftes Vokabular bereitstellen. Hieran schließen sich weitere konzeptionelle Fragen an, z.B. wie die „neuen Digitalkompetenzen“ in bereits im betrieblichen Einsatz befindliche Kompetenzmodelle eingegliedert werden sollen. Hier bieten sich z.B. ein *integrativer Ansatz* (Digitalkompetenzen werden in bestehende Kompetenzdimensionen eingeordnet), ein *additiver Ansatz* (Digitalkompetenzen werden als eigenständige Dimension ergänzt) oder eine *Kombination beider Ansätze* an [OE19].

Konzeptionelle Arbeiten dieser Art können u.a. den Prozess zur Erstellung der Normungsroadmap „Innovative Arbeitswelt“ unterstützen. Diese vom DIN initiierte Initiative will aufzeigen, welche Bereiche, die den Arbeitsplatz und das unmittelbare Arbeitsumfeld des Menschen beeinflussen, durch Normung und Standardisierung unterstützt werden können. Innerhalb von acht unterschiedlichen Arbeitsgruppen werden hierzu Handlungsempfehlungen erarbeitet. Dabei sollen die Forschungsarbeiten zur Harmonisierung der Kompetenzdebatte im Kontext der Digitalisierung die Aktivitäten der Arbeitsgruppe „Wissen, Lernen, Kompetenz“ unterstützen. Diese Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit der Betrachtung von Entwicklungsmöglichkeiten und -notwendigkeiten der Beschäftigten in zukünftigen Arbeitswelten. Die zentralen Themenfelder sind Kompetenz, Organisation, Lernformen, Lernkultur sowie eine lernförderliche Aufgabengestaltung.

4.2 F&E-Arbeiten für die betriebliche Anwendung

Kompetenzmodelle stellen einen Anforderungskatalog an die Beschäftigten dar, in dem Kompetenzen zur Leistungserbringung und Problemlösung verständlich dokumentiert sind. Sie schaffen somit die Grundlage für die Identifikation und Messung von Kompetenzen auf betrieblicher Ebene und eröffnen die Möglichkeit, gezielte Maßnahmen im Rahmen des Personalmanagements abzuleiten [SS16].

Die für die Digitalisierung wichtigen Fach- und Methodenkompetenzen sowie die Sozialen und Persönlichen Kompetenzen wurden in diesem Beitrag durch eine Sekundär- und Primärdatenanalyse identifiziert. Für Unternehmen besteht nun die Herausforderung, diese Kompetenzen im Hinblick auf die Anforderungen und Rahmenbedingungen des eigenen Unternehmens zu interpretieren und anzupassen. Dazu entwickelt das Fraunhof-

er IPK eine Kompetenzmanagement-Methodik, die sich am Lebenszyklus eines Mitarbeiters orientiert und es ermöglicht, ein umfassendes HR-Konzept unter Berücksichtigung wichtiger Kompetenzen der Mitarbeiter zu entwickeln (Abbildung 5). Das phasenorientierte Modell ermöglicht es, zentrale Aufgaben des HRM zu verknüpfen und am Lebenszyklus des Mitarbeiters auszurichten. Der Ansatz kombiniert u.a. die Entwicklung eines umfassenden Karriereplans für Mitarbeiter mit der Definition der erforderlichen Kompetenzprofile, um daraus notwendige Maßnahmen, wie Trainings oder Anreizsysteme abzuleiten. Somit wird eine Grundlage gelegt, um die Bedürfnisse des Unternehmens mit den Bedürfnissen seiner Mitarbeiter in Einklang zu bringen.



Abbildung 5: Konzeptentwurf für den fünfstufigen Ansatz für ein HR Konzept in Unternehmen

Das Lebenszyklus-Management der Mitarbeiter wird zunehmend durch digitale HR-Technologien unterstützt. Anhand der fünf Schritte des Modells werden im Folgenden Beispiele aufgezeigt, die den aktuellen Stand der Entwicklungen im Bereich People Analytics skizzieren.

Key-Performance Indicators werden von Unternehmen seit Mitte des letzten Jahrhunderts gesammelt, um auf deren Basis unternehmerische Entscheidungen zu treffen. Anfangs hatten HR-Manager Analytics-Methoden im Rahmen der Leistungsdiagnostik von potenziellen oder vorhandenen Mitarbeitern, beispielsweise in Assessment Centern, betrieben. In der Weiterentwicklung der Thematik hat sich People Analytics mittlerweile zu einer ganzheitlichen Methodik ausgeweitet, indem KPIs aus zahlreichen Quellen zur Ableitung bzw. Unterstützung von Managemententscheidungen im Bereich des Human Resource-Managements analysiert werden. Global Player wie Google haben Ihre Human Resource-Abteilungen bereits auf das datenbasierte Arbeiten trainiert und treffen Entscheidungen, wie in allen anderen Unternehmensbereichen, ausschließlich auf Basis von Datenauswertungen [RFS16, Su13].

Im Prozess der „Attraction“ von Mitarbeitern werden Unternehmen meist vor die Frage gestellt, wo und wann die besten Mitarbeiter angeworben werden sollten. So wurde bisher beispielsweise im Bankensektor die Strategie verfolgt, möglichst bestbenotete

Bewerber von Eliteuniversitäten auszuwählen. Umfangreiche Datenerhebungen sowie Machine-learning-basierte Analysen haben jedoch gezeigt, dass die Top-Performer aus einer bestimmten Anzahl von Universitäten und Programmen stammten, die nicht mit der vorherigen Auswahl übereinstimmte. Durch dieses Wissen können Ressourcen nach der Auswertung besser eingesetzt werden [RFS16].

Im Bereich des „Recruitment“ zeigen High-Tech-Vorreiter wie Google, dass durch einen eigens entwickelten Algorithmus die Einstellungspraxis und Erfolgsquote eingestellter Mitarbeiter deutlich verbessert werden kann. Der Algorithmus hat belegt, dass mehr als vier Interviews pro potenziellem Mitarbeiter keinen Mehrwert bieten und damit die Dauer von der Bewerbung bis zur Einstellung verkürzt werden kann. Ferner wurde der Algorithmus auf die Bewerbungsdaten von in der Vergangenheit abgelehnten Bewerbern eingesetzt, wodurch herausgefunden werden konnte, dass ca. 1,5% dieser Bewerber ein hohes Potenzial für eine Einstellung aufgewiesen haben [Su13]. Durch die strukturierte Weiterentwicklung solcher Tools kann der Recruiting Prozess weiter optimiert werden.

Am Beispiel des Unternehmens GE Digital wird der Nutzen von People Analytics bezüglich der Prozesse „Recruitment“ und „Development“ deutlich [Be16]. GE Digital setzt auf strategische Talentplanung, welche eng mit Fort- und Ausbildungsprozessen und dem Recruiting verbunden ist. Dazu wurden über 6 Millionen personenbezogene Datenpunkte in einem Datenset gesammelt, um diese als Basis für die Talentplanung zu verwenden. Durch die gewonnenen Informationen konnte analysiert werden, wie ein erfolgreicher Mitarbeiter in Bezug auf Kompetenzen, Erfahrungen und Einsatzbereiche definiert wird. Neben der Datenanalyse wurden Vorhersagemodelle („predictive models“) eingesetzt, um mögliche aktuelle und zukünftige Lücken zu identifizieren, die Entwicklung von Recruitingstrategien zu unterstützen, den Bedarf an neuen Fachkräften zu ermitteln und Weiterentwicklungsprogramme neu zu gestalten. Die Ergebnisse dieser Auswertungen haben sowohl die Einstellungspraxis als auch den Einsatz von Trainee-Programmen bzw. gezielten Fortbildungsprogrammen beeinflusst. Mindestanforderungen an die Mitarbeiter konnten gezielt formuliert werden und die Mitarbeiter bei Bedarf entsprechend geschult werden.

Im Prozessschritt „Retention“ kann auf ein Beispiel der Firma Microsoft zurückgegriffen werden. Microsoft nutzt auf Basis des eigenen „People’s Models“ Datenanalysen dazu „Most Likely Leaver Profile’s“ von Mitarbeitern zu entwickeln. Diese Informationen werden mithilfe von Netzwerkdaten von sozialen Netzwerken ergänzt (z.B. LinkedIn), um zu analysieren, welche Mitarbeiter mit hoher Wahrscheinlichkeit das Unternehmen verlassen würden. Mit Hilfe dieses Wissens können Unternehmen aktiv auf ihre Mitarbeiter eingehen und mit unterschiedlichen Maßnahmen gezielt ansprechen [Ma16, HPS15].

Im Prozessschritt „Off-Boarding“ besteht eines der Hauptziele darin, das Wissen des Mitarbeiters, der das Unternehmen verlässt, in der Organisation zu halten. In diesem Zusammenhang existieren viele verschiedene Methoden aus dem Bereich des Wissens-

managements, (z.B. strukturierte Wikis), die dieses Ziel unterstützen. Darüber hinaus helfen Analysemethoden die Kompetenzen zu identifizieren, die durch den Weggang von Mitarbeitern dem Unternehmen nicht mehr zur Verfügung stehen. Durch die intelligente Verknüpfung von Methoden der Prozesse „Recruitment“ und „Development“ können die fehlenden Kompetenzen effektiv durch neue Mitarbeiter in das Unternehmen geholt oder durch Qualifizierung des bestehenden Personals abgedeckt werden.

Diese ausgewählten Beispiele veranschaulichen aktuelle Entwicklungen zum Einsatz von HR-Technologien entlang des Mitarbeiterlebenszyklus, die einerseits Potenziale auf betrieblicher Ebene verdeutlichen, andererseits aber durchaus kritisch betrachtet werden können (z.B. Vereinbarkeit mit etablierten Wertvorstellungen von informationeller Selbstbestimmung und Datenschutz). Vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Diskussion zu Kompetenzen und Personalentwicklung im Kontext der digitalen Transformation wurde daher mit den Expertengruppen (siehe Kapitel 3) erörtert, welche Herausforderungen und Fragestellungen für die Forschung und die betriebliche Anwendung existieren. Die wichtigsten Punkte dieser Diskussion lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- HR Analytics-Anwendungen generieren große personenbezogene Datenmengen. Wie kann der Datenschutz gewährleistet werden? Wer hat zu welchem Zweck Zugriff auf diese Daten? Wie ist mit diesen Daten umzugehen, wenn ein Mitarbeiter das Unternehmen verlässt?
- Sind die heutigen Instrumente der Eignungsdiagnostik geeignet, um Digitalkompetenzen valide zu bewerten? Welcher Bedarf besteht bei der Anpassung existierender Instrumente? Wie können digitale Technologien (z.B. Künstliche Intelligenz) in diesem Zusammenhang sinnvoll genutzt werden?
- Welche Potenziale bieten digitale Technologien bei der Kompetenzentwicklung (z.B. eLearning, Distance Learning, Lernfabriken, Augmented/Virtual Reality)? Wie lassen sich diese Technologien in den Arbeitsalltag integrieren?
- Wie können digitale Technologien einen Beitrag leisten, um Kompetenzen und Wissen im Unternehmen zu bewahren, wenn Mitarbeiter das Unternehmen verlassen?
- Welche neuen betrieblichen Funktionen und Rollen wird es aufgrund der zunehmenden Digitalisierung geben (z.B. Chief Digital Officer, Data Scientist)? Wie werden sich die veränderten Anforderungen in den Stellenprofilen widerspiegeln?
- Welche Anforderungen ergeben sich an die Entwicklung und Standardisierung von Kennzahlensystemen im HR-Bereich (z.B. ISO 30414 „Human Capital Reporting für interne und externe Berichterstattung“)?

5. Fazit und Ausblick

Der rasante Wandel der Arbeitswelt wird von Faktoren wie Digitalisierung, Globalisierung und Flexibilisierung geprägt. Technische Entwicklungen führen zunehmend dazu, dass sich die Anforderungen an die Mitarbeiterkompetenzen enorm verändern. Ziel des Beitrags ist es, relevante Kompetenzen zu identifizieren, die unter den veränderten Rahmenbedingungen der Digitalisierung eine zentrale Rolle spielen. Die Ergebnisse der Primär- und Sekundärdatenanalyse zeigen, dass Mitarbeiter (zukünftig) zunehmend flexibel und lernbereit sein müssen, um dynamisch wechselnden Arbeitsinhalten begegnen zu können. Des Weiteren steigt durch die erhöhte Kollaboration auch die Komplexität, so dass Mitarbeiter vermehrt funktionsübergreifend arbeiten und dabei teamfähig und kooperativ agieren müssen. Ein zusätzliches Prozessverständnis ist dafür unumgänglich. Sowohl das veränderte Aufgabenspektrum, zumeist mit mehr Verantwortung gepaart, als auch der Umgang mit komplexen Datenmengen erfordern entsprechende Analyse- und Entscheidungsfähigkeiten. Zusätzlich gewinnen Medienkompetenzen durch die Integration von Medien- und Digitalisierungsinhalten in den Arbeitsalltag immer mehr an Bedeutung.

Der hier entwickelte Kompetenzkatalog stellt ein Zwischenergebnis dar. Weitere Forschungsarbeiten sollten sich u.a. darauf konzentrieren, Begrifflichkeiten zu schärfen, um somit eine Harmonisierung der Kompetenzdebatte zu unterstützen. Darüber hinaus sind Methoden und Lösungen zu entwickeln, um die Erfassung, Bewertung und Entwicklung digitaler Kompetenzen auf betrieblicher Ebene zu fördern.

Der in diesem Beitrag skizzierte Mitarbeiter-Lebenszyklus-basierte Ansatz konnte bereits erfolgreich in der Praxis getestet und weiterentwickelt werden. Dazu fand er im Rahmen des EU H2020 geförderten Projekts EPIC (Excellence Center for Production Informatics and Control) beim EPIC Centre of Excellence Anwendung. Im Ergebnis dieser exemplarischen Anwendung konnte ein umfassendes HR Konzept für das EPIC Centre of Excellence erstellt werden, welches u.a. ausführliche Rollenbeschreibungen und Kompetenzprofile sowie vordefinierte Qualifizierungspfade und Trainings enthält. Darüber hinaus war es möglich, die Wichtigkeit der oben genannten Kompetenzen, insbesondere bei der Erstellung von konkreten Kompetenzprofilen für einzelne Mitarbeitergruppen und -rollen, zusätzlich zu validieren. Weitere pilothafte Anwendungen im industriellen Umfeld sind geplant.

5. Literaturverzeichnis

- [Ba14] Bauer et al. (2014): Industrie 4.0- Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden. Ingenics AG, Fraunhofer IAO, Ulm.

- [Be16] Bersin, J.; Collins, L.; Mallon, D.; Moir, J.; Straub, R. (2016) People analytics. Gaining speed. <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/human-capital-trends/2016/people-analytics-in-hr-analytics-teams.html> (Stand:06.03.19)
- [Bm15] BMAS (2015): Arbeiten 4.0 - Arbeit weiter denken. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin, S. 60.
- [Bm14] BMBF (2014): Die neue Hightech-Strategie - Innovationen für Deutschland, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, S.21.
- [BR16] Blanchet, M.; Rinn, T. (2016): The Industrie 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model. Roland Berger.
- [De16] Deutsche Gesellschaft für Personalführung e.V. (2016): Leitfaden: Kompetenzen im digitalisierten Unternehmen. DGFP-Praxispapiere (02), 2016.
- [HE07] Heyse, V.; Erpenbeck, J. (2007): Kompetenzmanagement - Methoden, Vorgehen, KODE® und KODE®X im Praxistest, Waxmann, Münster, ISBN: 978-3-8309-1825-7.
- [HK15] Häusling, A.; Kahl, M. (2015): Auf dem Weg zum agilen Unternehmen - Wie HR als Katalysator wirkt. In: Bentele, M.; Niemeier, J.; Schütt, P.; Weber, M. (Hrsg.): Smart & Social - Wissensaktivierung im digitalen Zeitalter, 17. Kongress für Wissensmanagement, Social Collaboration und Industrie 4.0, GITO mbH Verlag, Berlin, S. 111-119.
- [Ho15] Hoberg, P.; Krcmar, H.; Oswald, G.; Welz, B. (2015): Skills for Digital Transformation. TU München, Garching.
- [HPS15] Holthaus, C.; Park, Y.; Stock-Homburg, R. (2015): People Analytics und Datenschutz–Ein Widerspruch? In: Datenschutz und Datensicherheit – DuD. September 2015, Volume 39, Issue 10, pp. 676–681 <https://doi.org/10.1007/s11623-015-0497-2>
- [HS16] Hammermann, A.; Stettes, O. (2016): Qualifikationsbedarf und Qualifizierung. Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung. Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- [Jo16] Joerres, J.; McAuliffe, J.; Beba, U.; Awad, A.B. et al. (2016): The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.

- [Lo15] Lorenz, M.; Rüßmann, M.; Strack, R.; Lueth, K.L.; Bolle, M. (2015): Man and Machine in Industry 4.0 - How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? Boston Consulting Group.
- [Ma10] Mayring, P. (2010): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Bd. 14, Beltz Pädagogik, Weinheim und Basel, ISBN: 978-3407255334.
- [Ma16] Marr, B. (2016): The 8 HR Analytics Every Manager Should Know About. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/03/01/the-8-hr-analytics-every-manager-should-know-about/#1b0a9e68788f> (Stand 01.03.2019).
- [Me06] Meline, T. (2006): Selecting Studies for Systematic Review: Inclusion and Exclusion Criteria. In: Contemporary issues in communication science and disorders, volume 33, spring 2006, pp. 21–27.
- [OE19] Orth, R.; Engel, A. (2019): Kompetenzmodelle im Kontext der Digitalen Transformation. Internes Arbeitspapier Fraunhofer IPK, Berlin.
- [RFS16] Romrée, H.; Fecheyr-Lippens, B.; Schaninger, B. (2016): People analytics reveals three things HR may be getting wrong. <https://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/people-analytics-reveals-three-things-hr-may-be-getting-wrong> (Stand 01.03.2019).
- [Rü15] Rüßmann, M.; Lorenz, M.; Gerbert, P.; Waldner, M.; Justus, J.; Engel, P.; Harnisch, M. (2015): Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Boston Consulting Group.
- [Sp13] Spath, D.; Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-8396-0570-7.
- [Sp16] Spöttl, G.; Gorltd, C.; Windelband, L.; Grantz, T.; Richter, T. (2016): Industrie 4.0 - Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Bayme vbm, Bremen.
- [SS16] Sauter, W.; Staudt, F.-P. (2016): Strategisches Kompetenzmanagement 2.0. Potenziale nutzen – Performance steigern. Springer Gabler. Heidelberg. ISBN: 978-3-658-11294-3.
- [St14] *Störmer, E.; Patscha, C.; Prendergast, J.; Daheim, C.; Rhisiart, M.; Glover, P.; Beck, H. (2014): The Future of Work Jobs and Skills in 2030. UK Commission for Employment and Skills.*

- [Su13] Sullivan, J. (2013): How Google Is Using People Analytics to Completely Reinvent HR. TLNT. <https://www.tlnt.com/how-google-is-using-people-analytics-to-completely-reinvent-hr/> (Stand: 01.03.2019).
- [Th16] Ten Hompel, M.; Anderl, R.; Gausemeier, J.; Meinel, C.; Schildhauer, T.; Beck, M.; Schaper, N.; Maier, G.; Nagel, L.; Cirullies, J.; Engelmeier, G.; Flum, T.; Heindl, A.; Kaufhold, T.; Schwede, C.; Zajac, M.; Winter, J. (2016): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 - Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen, Kooperation aus acatech, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und equeo GmbH, München.
- [Wo15] Wolter, M.; Mönning, A.; Hummel, M.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G. et al. (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg.

Anhang

Tabelle 5: Überblick über analysierte Kompetenzstudien (eigene Darstellung)

Quelle	Institution	Titel	Sektor und Unternehmensgröße	Regionaler Fokus	Art der Studie
[HS16]	IDW	Qualifikationsbedarf und Qualifizierung. Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung	Verschiedene Sektoren / keine Größenbeschränkung	Deutschland	Unternehmensbefragung (N=1.394)
[Ba14]	Fraunhofer IAO	Industrie 4.0- Eine Revolution der Arbeitsgestaltung	Verschiedene Sektoren / alle Größen (Fokus auf Automotive, Maschinen - und Anlagenbau)	Deutschland	Unternehmensbefragung (N=518)
[Jo16]	World Economic Forum	The Future of Jobs	Verschiedene Sektoren / keine Größenbeschränkung	ASEAN, Australien, Brasilien, China, GCC, Frankreich, Indien, Deutschland, Italien, Japan, Mexiko, Türkei, Südafrika, UK, USA	Unternehmensbefragung (N=371)
[Th16]	aeatech, Fraunhofer IML, equoo GmbH	Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0	Verschiedene Sektoren / alle Größen (Fokus auf Automotive, Maschinen - und Anlagenbau)	Deutschland	Unternehmensbefragung (N=345)
[Ho15]	TU München	Skills for Digital Transformation	Verschiedene Sektoren / keine Größenbeschränkung	Argentinien, Australien, China, Deutschland, Italien	Unternehmensbefragung (N=81)
[St14]	UK Commission for Employment and Skills	The Future of work: Jobs and Skills in 2030	Verschiedene Sektoren / keine Größenbeschränkung	UK	Szenarioanalyse, inkl. Expertenbefragung (N=34)
[Lo15]	Boston Consulting Group	Man and Machine in Industry 4.0	Produktionsunternehmen / keine Größenbeschränkung	Deutschland	Szenarioanalyse, inkl. Expertenbefragung (N=20)
[Sp16]	bayme vbm	Industrie 4.0 - Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie	Metall- und Elektroindustrie, Kleine und mittlere Unternehmen	Deutschland	Expertenbefragung (N=42), Literaturanalyse, Fallstudien, Experten-Workshops
[Wo15]	IAB	Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft	Verschiedene Sektoren / keine Größenbeschränkung	Deutschland	Szenarioanalyse
[BR16]	Roland Berger	The Industrie 4.0 transition quantified! How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model	Verschiedene Sektoren, insb. Automotive / keine Größenbeschränkung	Südkorea, China, Brasilien, USA, Italien, Japan, UK, Frankreich, Deutschland	Szenarioanalyse
[Rü15]	Boston Consulting Group	Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries	Produzierendes Gewerbe / keine Größenbeschränkung	Deutschland	Szenarioanalyse, Fallstudien
[Ge15]	VDI / ASME	A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective	Produzierendes Gewerbe / keine Größenbeschränkung	Deutschland und USA	Szenarioanalyse

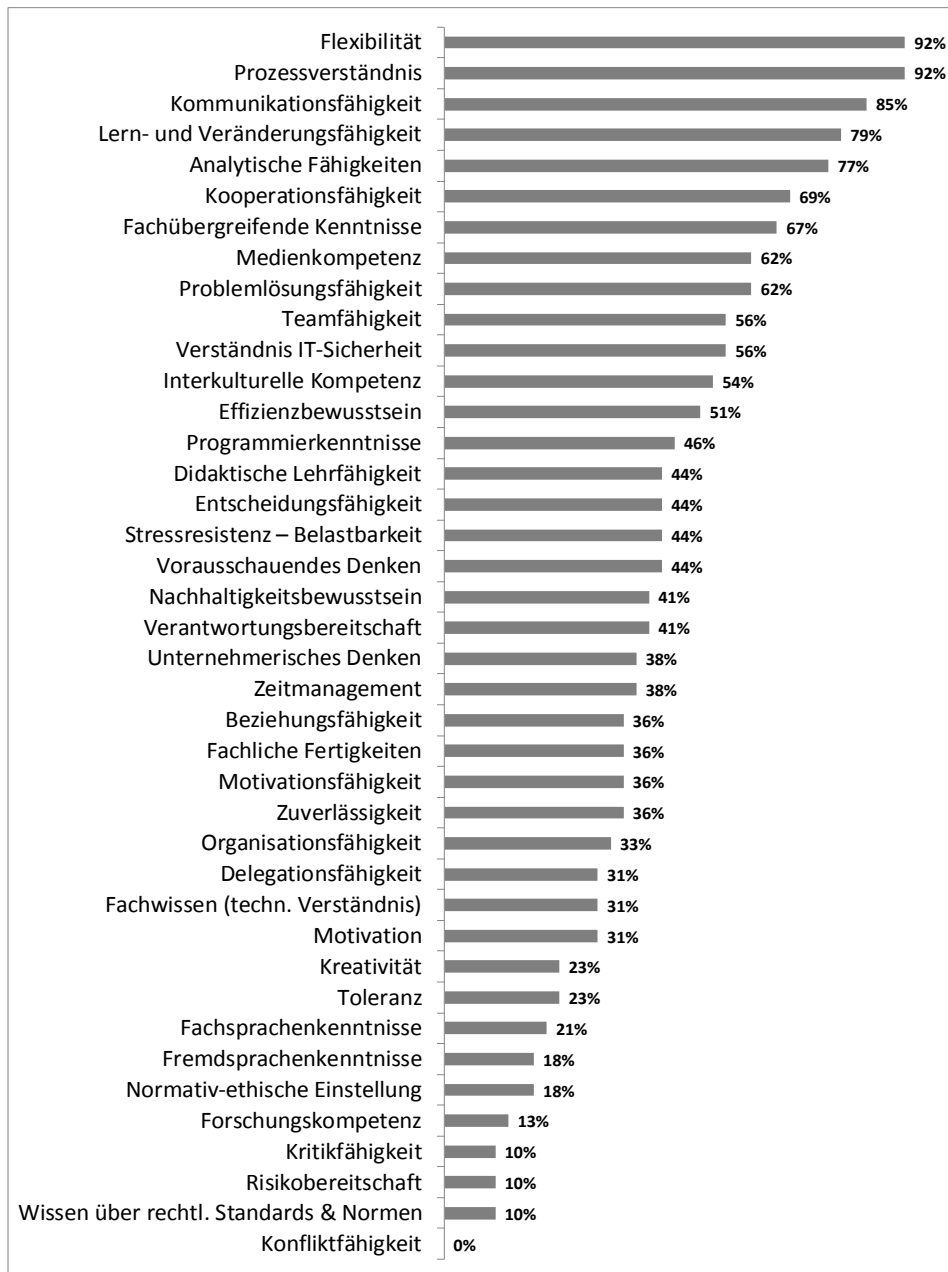


Abbildung 6: Einschätzung der Relevanz von Kompetenzen für Industrie 4.0 (eigene Darstellung)

1.3 Digitale Kompetenzen – Welche Anforderungen stellt die Digitalisierung an Wissensarbeiter und Unternehmen?

Tristan Thordsen¹⁰, Matthias Murawski¹¹, Malte Martensen¹², Christina Rademacher¹³
und Markus Bick¹⁴

Abstract: Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit werden die Beschäftigungsprofile in den Unternehmen sukzessive an die Anforderungen der Digitalisierung angepasst. In diesem Kontext untersuchen wir im vorliegenden Beitrag zum einen die hieraus entstandenen individuellen Kompetenzanforderungen an Mitarbeiter. Zum anderen betrachten wir die erforderlichen organisationalen Rahmenbedingungen, die ein Unternehmen schaffen sollte, um diese individuellen Kompetenzen im dynamischen Umfeld der Digitalisierung auch zielführend nutzen zu können. Auf der Basis von 16 semi-strukturierter Experteninterviews mit Führungskräften aus dem deutschsprachigen Raum identifizieren wir mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse sowohl individuelle digitale Kompetenzanforderungen als auch unterstützende organisationale Rahmenbedingungen für den Kontext der Wissensarbeit.

Keywords: digitale Kompetenzen, Digitalisierung, dynamische Fähigkeiten, Mikrofundierung, qualitative Interviews, Beschäftigungsfähigkeit

1. Einleitung

Im Zeitalter der Digitalisierung verkürzen sich Innovations- und Produktlebenszyklen zusehends, Ländergrenzen verschwimmen, Märkte verschmelzen [SM16]. Für die Implementierung und den Einsatz digitaler Technologien bedarf es fachmännisch ausgebildeten Personals. Gerade langfristig sind daher kompetente Mitarbeiter, und ein eigens an die Digitalisierung angepasstes organisationales Umfeld entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens.

¹⁰ ESCP Europe Business School Berlin, Chair of Business Information Systems, Heubnerweg 8-10, D-14059 Berlin. E-Mail: tristan.thordsen@edu.escpeurope.eu

¹¹ ESCP Europe Business School Berlin, Chair of Business Information Systems, Heubnerweg 8-10, D-14059 Berlin. E-Mail: tristan.thordsen@edu.escpeurope.eu

¹² IUBH University of Applied Sciences, Rolandufer 13, D-10179 Berlin. E-Mail: m.martensen@iubh.de.

¹³ Promerit AG, Arnulfstr, 56, D-80335 Munich. E-Mail: christina.rademacher@promerit.com

¹⁴ ESCP Europe Business School Berlin, Chair of Business Information Systems, Heubnerweg 8-10, D-14059 Berlin. E-Mail: mbick@escpeurope.eu

In diesem Beitrag untersuchen wir den aktuellen Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitswelt. Dabei stellen wir die individuellen, digitalen Kompetenzanforderungen an die sogenannten Wissensarbeiter in den Vordergrund [PT14]. Basierend auf dem theoretischen Fundament der dynamischen Fähigkeiten (Dynamic Capabilities Theory [DCT]; Te90) und den Überlegungen zur Mikrofundierung [FF05] formulieren wir zwei Forschungsfragen (FF), die im Rahmen unserer Arbeit beantwortet werden sollen:

FF 1: Welche individuellen digitalen Kompetenzen benötigen Wissensarbeiter, um den Anforderungen der digitalen Arbeitswelt gerecht zu werden?

Wir verfolgen mit dieser Fragestellung zwei Ziele. Zum einen wollen wir zu einem besseren Verständnis des Kompetenzprofils des Wissensarbeiters in der digitalen Arbeitswelt beitragen. Zum anderen sollen - der Mikrofundierung folgend - die Ursprünge der Wettbewerbsfähigkeit eines digital ausgerichteten Unternehmens näher betrachtet werden.

FF 2: Welche Rahmenbedingungen sollten von Unternehmen geschaffen werden, damit die individuellen digitalen Kompetenzen gewinnbringend im Sinne einer gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit eingesetzt werden können?

FF2 setzt an FF1 an und berücksichtigt darüber hinaus den Ansatz der dynamischen Fähigkeiten. FF2 thematisiert damit die Relevanz von Systemen und Routinen innerhalb des Unternehmens zur gewinnbringenden Nutzung der Ressourcenbasis.

Ziel ist es, Chancen aufzuzeigen und Möglichkeiten zu schaffen, die eine Beschäftigungsfähigkeit von Mitarbeitern in einer digitalen Arbeitswelt gewährleisten. Hiermit folgen wir dem Ansatz von Remdich (2016) [Re16]. Darüber hinaus arbeiten wir die organisationalen Rahmenbedingungen heraus, die zu einer umfassenden Förderung und Nutzung der zuvor genannten individuellen digitalen Kompetenzen beitragen. Der signifikante Einfluss individueller Kompetenzen bzw. Rahmenbedingungen auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ist bekannt [Bh13]. Bisher wurde diesen Faktoren aber aus wissenschaftlicher Sicht weniger Beachtung geschenkt [MHB15].

Ein im Rahmen dieses Beitrags entwickeltes integratives Kompetenzmodell wird unsere Ergebnisse möglichst klar herausstellen und so auch eine Anwendung in der Praxis erleichtern. Das Modell setzt die Betrachtungsebenen digitale Kompetenzen der Mitarbeiter und organisationale Rahmenbedingungen in einen direkten Zusammenhang. Dadurch wird die Operationalisierung der Erkenntnisse erleichtert und es lassen sich Handlungsempfehlungen für die Praxis ableiten.

2. Digitale Kompetenzen

Der Begriff digitale Kompetenzen ist verhältnismäßig jung und wird in der wissenschaftlichen Gemeinschaft noch breit diskutiert [Ga15]. Der so genannte „jargon jungle“ -

charakteristisch für neu aufkommende, interdisziplinäre Themen - führt noch zu verschiedenen Bezeichnungen, die synonym zu digitalen Kompetenzen verwandt werden [Fe12]. Hierfür sind digitale Bildung oder digitale Fähigkeiten Beispiele [MES13]. Insgesamt setzt sich aber der Begriff digitale Kompetenz zunehmend durch [SRa17].

Zum Thema digitale Kompetenzen finden wir zwei zentrale Perspektiven in der Literatur. Einerseits werden digitale Kompetenzen breit gefächert im Kontext der Bildung betrachtet, andererseits spezifisch innerhalb digitaler Kompetenzbereiche z.B. für Berufe aus der Informations- und Kommunikationstechnologie-Branche bzw. im Bereich Big-Data oder Datenanalyse.

2.1 Digitale Kompetenzen im Kontext der Bildung

Janssen et al. (2013) [Ja13] stellen eine Beziehung zwischen digitalen Kompetenzen und dem Thema Bildung her. Sie analysieren diese individuellen Fähigkeiten insbesondere in Bezug auf digitale Technologien. Betrachtet werden hier das Individuum, sein Wissen, seine Einstellung und seine geistige Haltung (*Mindset*) gegenüber dem digitalen Wandel [Ja13]. In diesem Zusammenhang stellen alternative Definitionen die Einstellungen und Fähigkeiten in Bezug auf technische Geräte in den Vordergrund [Al11, Ca12].

Für Calvani et al. (2013) [Ca12] setzen sich digitale Kompetenzen aus technischen, kognitiven und ethischen Komponenten zusammen. Erstere bezieht sich auf das flexible Erkunden neuer Kontexte, die zweite auf die Auswahl und die kritische Bewertung von Informationen. Die ethische Komponente thematisiert den verantwortungsvollen Umgang mit Informationen [Ca12]. Larraz und Esteve (2015) [LE] kommen beim Vergleich verschiedener Arbeiten zu dem Schluss, dass digitale Kompetenzen ein multidimensionales Konzept sind. Sie sehen einen kommunikativen, multimedialen, technischen und informationellen Bildungsbereich. Murawski und Bick (2017a) arbeiten übergeordnete Kompetenzbereiche, etwa *Big Data*, *Communication*, *Content Creation* oder *Digital Etiquette* heraus und schlagen eine Forschungsagenda vor [MB17a].

2.2 Digitale Kompetenzen im Beruf

Nach dem Krumsvik (2011) [Kr11] erstmals einen Bezug zwischen digitalen Kompetenzen und konkreten Berufen herstellt, extrahieren AA15 [AA15] gezielt digitale Kompetenzen für Berufe aus der Informations- bzw. Kommunikationstechnologie (IKT). Auch Shahlaei et al. (2017) beziehen sich in ihrer Analyse auf das Berufsfeld der digitalen Hochschulkommunikation. Murawski und Bick (2017b) [MB17b] hingegen betrachten digitale Kompetenzen im Speziellen für das Berufsfeld rund um Big Data. Zum Forschungsgegenstand der digitalen Kompetenzen in Berufen wurde bisher hauptsächlich explorativ geforscht. Ein allgemeingültiger digitaler Kompetenzrahmen für eine größere Berufsgruppe fehlt bisher. Aus diesem Grund haben wir für unseren Beitrag das Profil

des Wissensarbeiters als breiteren Forschungskontext digitaler Kompetenzen gewählt. Im Gegensatz zum Berufsfeld der Informations- bzw. Kommunikationstechnologie oder dem der digitalen Hochschulkommunikation ist der Wissensarbeiter in weitaus mehr Unternehmen vertreten und deckt ein deutlich größeres Spektrum an Beschäftigten ab.

2.3 Wissensarbeiter als Kompetenzträger in der Digitalisierung

Wissensarbeiter sind Personen, die ihr erlerntes Wissen im Beruf anwenden. Sie stehen im Gegensatz zu jenen, die körperlich arbeiten [FP12]. Es kann sich hierbei sowohl um Festangestellte als auch um externe Spezialisten handeln. Die Literatur definiert Wissensarbeiter als hochqualifizierte Fachkräfte, die ihr Wissen zu Gunsten von Unternehmen einsetzen [SSM13]. Die Wissensarbeit selbst wird als Tätigkeit beschrieben, welcher die Generierung von neuem Wissen zugrunde liegt [Pe10] bzw. das kognitive und kreative Verarbeiten von neuen Informationen [An14].

Kofranek (2010) [Ko10] folgend, kommen Wissensarbeiter insbesondere dort zum Einsatz, wo Wissen entsteht, verarbeitet und weitergegeben wird, etwa in den Bereichen Forschung, Controlling, Personalmanagement und Marketing - wie auch in der Beratungsbranche [Ma16]. Erstmals eingeführt wurde der Begriff der Wissensarbeit bzw. des Wissensarbeiters von Peter Drucker [Dr59].

Ein halbes Jahrhundert nach seiner Einführung wird der Begriff zunehmend im Kontext der Digitalisierung verwandt [Ma16]. Denn durch die voranschreitende Digitalisierung nimmt die Bedeutung von Wissensdienstleistungen gegenüber so genannten Transaktionsdienstleistungen stark zu. Auch in Zukunft wird sich dieser Trend fortsetzen [Da15]. Im B2B Sektor werden derartige Dienstleistungen auch *KIBS (Knowledge Intense Business Services)* genannt. In der Literatur hat sich diesbezüglich ein eigener Forschungsstrang entwickelt [vgl. HLC13].

Bisher gibt es lediglich eine generelle Beschreibung notwendiger Eigenschaften eines Wissensarbeiters – wie zum Beispiel die Fähigkeiten, Probleme zu lösen, Daten zu verarbeiten, im Team zusammen zu kollaborieren und international zu kommunizieren [Ch12]. Konkrete Kompetenzanforderungen an Wissensarbeiter wurden unserer Kenntnis nach bislang jedoch nicht untersucht. In einer späteren Veröffentlichung erklärt Drucker [Dr99] die Steigerung der Produktivität von Wissensarbeitern zu einer der bedeutendsten Aufgaben der Managementforschung des 21. Jahrhunderts. Hierfür bedarf es jedoch in erster Linie einer Kenntnis über die Aufgaben und erforderlichen Kompetenzen von Wissensarbeitern. Den Gedanken Druckers aufgreifend, werden die erforderlichen digitalen Kompetenzen von Wissensarbeitern betrachtet. Dies soll besonders im Kontext der Digitalisierung zu einem besseren Verständnis dieser Berufsgruppe beitragen. Gerade in diesem Zeitalter nehmen Wissensarbeiter und ihre Fähigkeiten eine zunehmend bedeutende Rolle ein [Ma16].

2.4 Organisationale Rahmenbedingungen zur Nutzung individueller Kompetenzen

Die Rahmenbedingungen mit deren Hilfe individuelle digitale Kompetenzen gewinnbringend genutzt werden, sind unserem Wissenstand nach bislang nicht erforscht. Studien im Bereich organisationale Rahmenbedingungen und Digitalisierung weisen bisher lediglich einen konzeptuellen Charakter auf; empirische Forschungsarbeiten gibt es bis auf wenige Ausnahmen nicht. So befassen sich beispielsweise Bharadwaj et al. (2013) [Bh13] vor allem mit geeigneten Strategien für Unternehmen in der Digitalisierung und haben in ihrer *Digital Business Strategy* (DBS) innerhalb dieses Kontextes gewisse Themengebiete spezifiziert. Das auf der DBS basierende Digital Transformation Framework [MHB15, He16], schlägt für die Digitalisierung vier konkrete Achsen des Unternehmens vor: *Use of technologies*, *Changes in value creation*, *Structural changes* und *Financial aspects*. Gerade das Feld *Structural changes* umfasst kritische Fragen z.B. nach *Building of competencies* oder *Focus of operational changes* [He16, S. 138]. Daher ordnen wir die erforderlichen organisationalen Rahmenbedingungen zur Nutzung der individuellen digitalen Kompetenzen dem Themenfeld *Structural changes* zu.

2.5 Dynamische Fähigkeiten und Mikrofundierung

Wie bereits dargestellt, finden wir uns im Kontext der Digitalisierung in einem sich stetig verändernden Geschäftsumfeld wieder. Die theoretische Basis, die diesem Umstand eines dynamischen Marktes am besten gerecht wird, ist der Ansatz der dynamischen Fähigkeiten (DCT – Dynamic Capabilities). Dieses Konzept fußt auf den Grundlagen und der Logik des ressourcenbasierten Ansatzes (RBV) [Ba91]. DCT erweitert dessen Perspektive jedoch um die Berücksichtigung des Unternehmensumfelds [SZ10]. Dieser Ansatz untersucht, wie Unternehmen angemessen auf die spezifischen Herausforderungen eines sich schnell verändernden Marktes reagieren können. Im Rahmen des DCT werden auch IS Ressourcen identifiziert wie z.B. technische IT Kompetenzen oder flexible IT Systeme als dynamische Ressourcen [WH04].

DCT berücksichtigt ausschließlich die Makro-Ebene eines Unternehmens, womit das Innenleben eines Unternehmens weitestgehend als Black Box betrachtet wird. Kompetenzen, Prozesse und Routinen werden zwar als Ausdruck organisationaler Fähigkeiten berücksichtigt, deren Ursprünge innerhalb des Unternehmens bleiben jedoch zumeist unerforscht. Zur detaillierten Betrachtung der Rahmenbedingungen und Mitarbeiterkompetenzen bedarf es jedoch auch der Analyseebene des Individuums. Daher stützen wir uns in dieser Arbeit ergänzend auf das Konzept der Mikrofundierung [FF05].

Felin und Foss (2005) [FF05] argumentieren, es gäbe keine Mechanismen mit Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit, die lediglich auf Makroebene stattfänden. Zudem könnten Routinen und Kompetenzen auf organisationaler Ebene nicht durch andere kollektive Routinen und Kompetenzen dieser Makroebene erklärt werden. Die Mikrofundierung hat es sich also als Ziel gesetzt „foundations that are rooted in individual action and interac-

tion“ zu erforschen, um so eine adäquate Sichtweise auf organisationale Fähigkeiten und Routinen bzw. auf die Wettbewerbsfähigkeit einer Unternehmung zu gewährleisten [Fo11, S. 1414]. Die Mikrofundierung plädiert dafür, das Individuum als substantielle Analyseebene in die Diskussion um Fähigkeiten, Strukturen, Routinen und Kultur mit einzubeziehen.

Die Mikrofundierung trägt so zu einem Erkenntnisfortschritt bezüglich der Generierung und dem langfristigen Erhalt von Wettbewerbsvorteilen bei. Damit erfüllt sie aus theoretischer Sicht eine der zentralen Aufgaben der Managementforschung. Aus praktischer Sicht ermöglichen es diese Erkenntnisse aus der Mikrofundierung Managern indirekt Einfluss auf organisationale Fähigkeiten und Ressourcen zu nehmen. Diese indirekte Einflussnahme könnte zum Beispiel durch die Rekrutierung von Mitarbeitern mit geeigneten Kompetenzen zur Generierung von Routinen und Prozessen erfolgen. Ein Verständnis der internen Aktivitäten einer Unternehmung erhöht die Vorhersagekraft von Wettbewerbsvorteilen und ist so der aggregierten Betrachtung des Ansatzes der dynamischen Fähigkeiten überlegen [Fo11].

Für die Perspektive der Mikrofundierung spricht also ihre differenzierte Betrachtung der Quellen der Heterogenität organisationaler Ressourcen und Fähigkeiten auf Ebene des Individuums, die zu einer gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit führen kann [FH07].

3. Forschungsdesign

3.1 Sampling und Interviewdurchführung

Aufgrund des Forschungsstandes zum Thema digitale Kompetenzen folgt diese Studie einem explorativ-qualitativen Ansatz zur Beantwortung der Forschungsfragen. Qualitative Ansätze eignen sich besonders zur Ausleuchtung weitgehend unbekannter Sachverhalte [F115].

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden 16 semi-strukturierte Experteninterviews mit Führungskräften im deutschsprachigen Raum geführt. Experten sind Personen, welche durch langjährige Erfahrungen über ein bereichsspezifisches Wissen verfügen. Sie liefern besonders für explorative Fragestellungen den passenden Blickwinkel [Be13]. Befragt wurden Führungskräfte, die als Experten in der Digitalisierung fungieren. Im Sinne der Triangulation haben wir Experten aus drei unterschiedlichen Bereichen gewählt: Manager der Industrie, die im Kontext der Digitalisierung arbeiten, Berater, die in Digitalisierungs-Projekten arbeiten, und Forscher, die sich aus wissenschaftlicher Perspektive mit dem Phänomen der Digitalisierung befassen.

Bereits nach der Auswertung von elf der 16 Interviews setzte eine theoretische Sättigung ein, also eine Wiederholung der Information bzw. Erkenntnisse [HHB11]. Dies deutet

auf eine angemessene Größe der Stichprobe hin [Ma12] und bestätigt die Schlussfolgerung von GBJ06 [GBJ06], dass eine Sättigung bei einem relativ homogenen Sample üblicherweise nach sechs bis zwölf Interviews eintritt.

Die semistrukturierten Interviews wurden per Telefon oder Skype geführt. Um bei größtmöglicher Flexibilität eine stringente Interviewmoderation zu gewährleisten, wurde eine Sammlung von offenen Leitfragen zu den erforderlichen individuellen Kompetenzen der Mitarbeiter sowie den notwendigen Rahmenbedingungen im Unternehmen im Kontext der Digitalisierung verwandt. In diesem Zusammenhang wurden unter anderem die folgenden Fragen gestellt:

- Welche Auswirkungen hat Digitalisierung auf die heutigen Anforderungen an Mitarbeiter?
- Welche Kompetenzen sollte ein Mitarbeiter heutzutage zeigen, um in einem digitalisierten Unternehmen arbeiten zu können?
- Neben den Kompetenzen von Mitarbeitern ist es ebenfalls denkbar, dass neue Rollen / Profile / Funktionen im Unternehmen relevant werden. Aus Ihrer Sicht: Welche neuen Rollen / Profile / Funktionen müssen in einem Unternehmen geschaffen werden, um die Chancen der Digitalisierung zu nutzen? Was wäre Aufgabe und Ziel dieser Rollen / Profile / Funktionen?

Diese Art des Leitfadenterviews regt die Befragten an, konkrete Situationen aus ihren Perspektiven zu schildern. Dadurch wird der Erkenntnisgewinn in Bezug auf die Forschungslücke erhöht [F115]. Die Interviewteilnahme war freiwillig und Anonymität wurde zugesagt. Das kürzeste Interview dauerte 26 Minuten, das längste eine Stunde und zehn Minuten. Die durchschnittliche Interviewdauer war 51 Minuten.

3.2 Qualitative Inhaltsanalyse

Die Auswertung der Interview-Transkripte erfolgte auf Basis der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2014) [Ma14]. Diese Analyseverfahren ermöglicht eine methodisch kontrollierte und transparente Auswertung qualitativer Daten [Ma14]. Die Auswertung der Daten fußt auf einer Kategorisierung von sogenannten Semen, den kleinsten Bedeutungsbestandteilen von Wörtern, innerhalb der transkribierten Interviews in möglichst homogenen Codes. Die QCAmap-Software unterstützte die Durchführung des Kodierungsprozesses.

In der qualitativen Analyse der Interviewdaten wandten wir – neben Mayrings Ansatz – die Gioia-Methode an. Diese bietet eine zusätzliche Nachvollziehbarkeit im Prozess der Kategorienbildung und sichert so die Rigorosität der qualitativen Inhaltsanalyse [GCH13, Ma14]. Die in den Interviewschemas identifizierten Codes wurden zunächst in *First Order Concepts* gruppiert, dann in *Second Order Themes* zusammengefasst und schließlich in *Aggregate Dimensions* verschmolzen. Der beschriebene Prozess wurde

für eine maximale Transparenz der Vorgehensweise graphisch festgehalten und stets kontrolliert. Das Coding der *First Order Concepts* wurde von zwei Autoren unabhängig voneinander durchgeführt. Die Codes der beiden Codierer stimmten in 83% der Fälle überein. Die verbleibenden Fälle wurden im Rahmen einer Diskussion mit einem weiteren Autor geklärt. Die Entwicklung der *Second Order Themes* sowie die weitere Zusammenfassung fand im Rahmen einer Diskussion zwischen allen Autoren statt.

4. Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse mit Blick auf die individuellen digitalen Kompetenzen der Mitarbeiter dargestellt (Abschnitt 4.1). Darauf folgen die Ergebnisse zu den erforderlichen strukturellen Rahmenbedingungen im Unternehmen (Abschnitt 4.2).

4.1 Individuelle digitale Kompetenzanforderungen

Tabelle 1 fasst die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse in Bezug auf Forschungsfrage 1 zusammen. Hierfür wurden die Antworten der Experten ausschließlich auf Aussagen zu individuellen Kompetenzanforderungen an Wissensarbeiter im Kontext der Digitalisierung hin untersucht. Es wurden so 30 First Order Concepts und neun Second Order Themes identifiziert. Die Aggregate Dimension unter der sich diese Second Order Themes zusammenfassen lassen, ist gemäß FF1 Kompetenzen auf Mitarbeiterebene.

Tabelle 1 bildet die jeweiligen absoluten bzw. relativen Häufigkeiten der Nennung der First Order Concepts und Second Order Themes innerhalb der 16 Interviews ab. Zusätzlich gibt diese Übersicht Aufschluss über die absolute und relative Anzahl der Experten, welche die jeweiligen First Order Concepts als individuelle digitale Kompetenzanforderung an Wissensarbeiter identifizierten. Dementsprechend nannten in der Befragung beispielsweise sieben der sechzehn Experten insgesamt zehn Mal ein digitales Kommunikationsverhalten als eine notwendige Kompetenz. Ebenso sieben Experten sehen eine gewisse Neugierde als Grundlage zur Beschäftigungsfähigkeit von Wissensarbeitern in einem digitalen Unternehmen. Flexibilität, Offenheit für Neues, Agilität, Umgang mit IT, Umgang mit Informationen und Kollaboration wurden von je sechs der Befragten als erforderliche individuelle Kompetenzen auf Mitarbeiterebene im Zeitalter der Digitalisierung angeführt. Jeweils knapp ein Drittel der Experten nannte als ausschlaggebende Eigenschaften der Wissensarbeiter Akzeptanz hinsichtlich digitaler Technologie, Autonomie, Analytische Fähigkeiten, Umgang mit Daten, Datenschutz und Fehlerkultur.

Die *First Order Concepts*, welche zum *Second Order Theme* Agilität aggregiert wurden, weisen in ihrer Gesamtheit die höchste Nennungsfrequenz auf. So wurde Agilität 48 Mal genannt, wohingegen digitale Kommunikation als zweithäufigstes Konstrukt nur 21 Mal als Kompetenzanforderung spezifiziert wurde.

Der abschließende Schritt in der qualitativen Datenanalyse nach der Gioia-Methode umfasst eine Zusammenführung der *Second Order Themes* in *Aggregate Dimensions*. Zur Überprüfung der Exaktheit und Genauigkeit der Analyse wählten wir „individuelle digitale Kompetenzanforderung an Wissensarbeiter“ als *Aggregate Dimension*. Mit der Eignung dieser *Aggregate Dimensions* zur Beschreibung bzw. Zusammenfassung aller *Second Order Themes* zeigen wir, dass tatsächlich ausschließlich individuelle Kompetenzen in unserer Analyse berücksichtigt wurden.

Second Order Themes	First Order Concepts	Abs. Frq. der Kateg.	Rel. Frq. der Kateg.	Kateg. tritt in N Interviews	Kateg. tritt in % der Interviews
1. Agilität		48	0,309		
	1 Flexibilität	13	0,084	6	37,50%
	2 Offenheit für Neues	10	0,065	6	37,50%
	3 Neugierde	8	0,052	7	43,80%
	4 Agilität	7	0,045	6	37,50%
	5 Ambiguitätstoleranz	4	0,026	3	18,80%
	6 Anpassungsfähigkeit	2	0,013	2	12,50%
	7 Reflexionsfähigkeit	2	0,012	1	6,30%
	8 Lernfähigkeit	1	0,006	1	6,30%
	9 Selbstbewusstsein	1	0,006	1	6,30%
2. Digitale Kommunikation		21	0,136		
	1 Kommunikationsverhalten	10	0,065	7	43,80%
	2 Kommunikationskanäle	5	0,032	3	18,80%
	3 Medienkompetenz	4	0,026	2	12,50%
	4 Kommunikationsregeln	2	0,013	2	12,50%
3. Technologie-Affinität		21	0,135		
	1 Umgang mit IT	7	0,045	6	37,50%
	2 Akzeptanz für digitale Technologie	5	0,032	5	31,30%
	3 Technische Affinität	5	0,032	4	25,00%
	4 Digitalkompetenz	4	0,026	4	25,00%
4. Lösungsorientierung		20	0,129		
	1 Autonomie	6	0,039	5	31,30%
	2 Analytische Fähigkeiten	5	0,032	5	31,30%
	3 Pro-aktives Handeln	3	0,019	3	18,80%
	4 Expertenwissen	2	0,013	2	12,50%
	5 Interdisziplinäres Wissen	2	0,013	2	12,50%
	6 Schnelligkeit	2	0,013	1	6,30%
5. Data Literacy		18	0,116		
	1 Umgang mit Informationen	10	0,065	6	37,50%
	2 Umgang mit Daten	7	0,045	5	31,30%
	3 Data Literacy	1	0,006	1	6,30%
6. Kollaboration		10	0,064		
	1 Kollaboration	7	0,045	6	37,50%
	2 Teamfähigkeit	2	0,013	2	12,50%
	3 Effiziente Aufgabenverteilung	1	0,006	1	6,30%
7. Datenschutz		8	0,052		
	1 Datenschutz	8	0,052	5	31,30%
8. Fehlerkultur		6	0,039		
	1 Fehlerkultur	6	0,039	5	31,30%
9. Kundenorientierung		2	0,013		
	1 Kundenorientierung	2	0,013	2	12,50%

Tab. 1: Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse auf individueller Ebene

4.2 Erforderliche Rahmenbedingungen

Analog verdeutlicht Tabelle 2 die detaillierte Vorgehensweise in der qualitativen Inhaltsanalyse in Bezug auf die Rahmenbedingungen im Unternehmen zur erfolgreichen Nutzung der individuellen digitalen Kompetenzen (Forschungsfrage 2).

Second Order Themes	First Order Concepts	Abs. Frq. der Kateg.	Rel. Frq. der Kateg.	Kateg. tritt in N Interviews auf	Kateg. tritt in % der Interviews auf
1. Dedizierte Verantwortlichkeiten		36	0,252		
	1 <i>klares Prozessdesign</i>	12	0,084	9	56,30%
	2 <i>neue Positionen und Rollen</i>	8	0,056	6	37,50%
	3 <i>klare Verantwortlichkeiten</i>	6	0,042	4	25,00%
	4 <i>Demokratisierung bei Entscheidungsfindung</i>	4	0,028	4	25,00%
	5 <i>Top-down Prozess</i>	4	0,028	4	25,00%
	6 <i>klare Strategie</i>	2	0,014	2	12,50%
2. Agile Aufbau- und Ablauf-Organisation		31	0,217		
	1 <i>Agilität</i>	19	0,133	13	81,30%
	2 <i>Flexibilität</i>	4	0,028	4	25,00%
	3 <i>Lean Structure</i>	4	0,028	3	18,80%
	4 <i>Autonomie der MA</i>	3	0,021	3	18,80%
	5 <i>am Puls der Zeit</i>	1	0,007	1	6,30%
3. Kontinuierliches People Development		26	0,182		
	1 <i>Digitales HRM</i>	10	0,07	7	43,80%
	2 <i>Continuous Learning</i>	7	0,049	6	37,50%
	3 <i>Innovative Lernformate</i>	6	0,042	4	25,00%
	4 <i>Work-Life Balance</i>	3	0,021	3	18,80%
4. Kultur des Umdenkens		22	0,154		
	1 <i>Kultur des Umdenkens</i>	22	0,154	11	68,80%
5. IT Infrastruktur		12	0,084		
	1 <i>IT Infrastruktur</i>	9	0,063	6	37,50%
	2 <i>IT Integration</i>	3	0,021	3	18,80%
6. Datenschutz		6	0,042		
	1 <i>Datenschutz</i>	6	0,042	4	25,00%
7. Kundenorientierung		5	0,035		
	1 <i>Kundenorientierung</i>	5	0,035	4	25,00%
8. Fehlerkultur		3	0,021		
	1 <i>Fehlerkultur</i>	3	0,021	3	18,80%

Tab. 2: Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse auf Unternehmens-Ebene

Tabelle 2 zeigt die im Prozess der qualitativen Inhaltsanalyse erarbeiteten 21 First Order Concepts und acht Second Order Themes mit den dazugehörigen absoluten und relativen Häufigkeiten der Nennung. Zum Beispiel identifizierten 13 Experten Agilität als ausschlaggebende strukturelle Rahmenbedingung eines Unternehmens in der Digitalisierung zur Nutzung individueller Kompetenzen der Wissensarbeiter. Elf der Befragten befanden in diesem Zusammenhang eine Kultur des Umdenkens innerhalb der Unternehmung als bedeutend. Ein klares Prozessdesign wurde von neun Befragten als relevante Rahmenbedingung im Unternehmen identifiziert. Auch Digitales HRM spielt nach Meinung von sechs Experten (43,80%) eine zentrale Rolle in der Nutzung individueller Kompetenzen. Jeweils sechs der Befragten (37,50%) sprachen sich für neue Positionen und Rollen, Continuous Learning und IT Infrastruktur als wesentliche Kriterien für digital aufgestellte Unternehmen aus. Klare Verantwortlichkeiten, Demokratisierung bei der Entscheidungsfindung, ein Top-Down Prozess in der Umsetzung von Änderungen, Flexibilität, Innovative Lernformate, Datenschutz und Kundenorientierung wurden von je einem Viertel der Experten genannt. Das Konstrukt der dedizierten Verantwortlichkeiten trat mit 36 Nennungen am häufigsten auf.

Wie bereits bei der Inhaltsanalyse zu den individuellen digitalen Kompetenzen von Wissensarbeitern testeten wir unsere Vorgehensweise in der Inhaltsanalyse mit der Eignung der Aggregate Dimension Rahmenbedingungen im Unternehmen zur Beschreibung bzw. Zusammenfassung aller Second Order Themes.

5. Vorschlag eines Kompetenzmodells

In diesem Teil der Arbeit schlagen wir ein integratives Kompetenzmodell vor und gehen konkret auf dessen einzelne Bestandteile ein. Individuelle Kompetenzen und erforderliche Rahmenbedingungen werden vorgestellt und mit bestehender Literatur verknüpft. Außerdem werden die Verbindungen zwischen der individuellen und der organisationalen Ebene verdeutlicht und diskutiert.

Die Ergebnisse unserer qualitativen Inhaltsanalyse zeigen, dass es in der Tat spezielle digitale Kompetenzanforderungen für Wissensarbeiter im Kontext der Digitalisierung gibt. Wie bereits erläutert, steigt der Anteil der Beschäftigten in der Wissensarbeit durch den digitalen Wandel stark an. Dieser Umstand zeigt, wie wichtig es für die Wissenschaft - ebenso wie für die Praxis - ist, notwendige digitale Kompetenzen für Wissensarbeiter zu konkretisieren. Die Ergebnisse unserer qualitativen Inhaltsanalyse zeigen zudem, dass es im Zeitalter der Digitalisierung durchaus spezielle Rahmenbedingungen auf Ebene der Organisation gibt, welche es ermöglichen, die individuellen digitalen Kompetenzen von Wissensarbeitern gewinnbringend im Sinne einer gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit einzusetzen. Mit unserer Forschung setzen wir erstmals den Ansatz der Mikrofundierung in den Kontext der Digitalisierung. Auch in diesem dynamischen Umfeld bestätigen wir das Verständnis der Mikrofundierung von Coff und Kryscynski (2011) [CK11], welches besagt, dass die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens letzten Endes auf den Mitarbeitern und ihren individuellen Kompetenzen beruht. Darüber hinaus benennen wir in diesem Artikel erstmals anwendungsbezogen sowohl digitale Kompetenzen von Mitarbeitern als auch erforderliche Rahmenbedingungen. Nicht zuletzt stellen wir konkrete Schnittpunkte zwischen der organisationalen und der individuellen Ebene her, die dazu beitragen, individuelle Kompetenzen bestmöglich zu nutzen.

Modellbildung: Ein integratives Kompetenzmodell - basierend auf den Ergebnissen der qualitativen Inhaltsanalyse - soll unsere Erkenntnisse bestmöglich visualisieren. Zur Ableitung dieses Modells betrachteten wir die Ergebnisse unserer Inhaltsanalyse aus verschiedenen Perspektiven der relevanten Literatur und diskutierten diese Blickwinkel im Autorenteam. Auf Basis der oben genannten Theorie war es uns schließlich möglich, eine Logik innerhalb der einzelnen Ebenen zu identifizieren und Schnittpunkte zu definieren. Mit Hilfe eines Schemas können Struktur und Beziehungen zwischen den Elementen logisch dargestellt werden. Ferner können wir so eine Ordnung zwischen den individuellen Kompetenzen abbilden. Wir versprechen uns von diesem Modell die Funk-

tion eines Leitfadens zur besseren Operationalisierung und weiterführenden praktischen Anwendung.

Folgendes Modell stellt sowohl die individuellen digitalen Kompetenzanforderungen an Wissensarbeiter als auch die erforderlichen Rahmenbedingungen auf Unternehmensebene zur gewinnbringenden Nutzung dar. Zudem zeigt die Grafik drei Gemeinsamkeiten bzw. Schnittpunkte der Ebenen individuelle Kompetenzanforderungen bzw. Rahmenbedingungen auf Unternehmens-Ebene auf und zieht damit den Ansatz der Mikrofundierung als geeignete Perspektive heran.

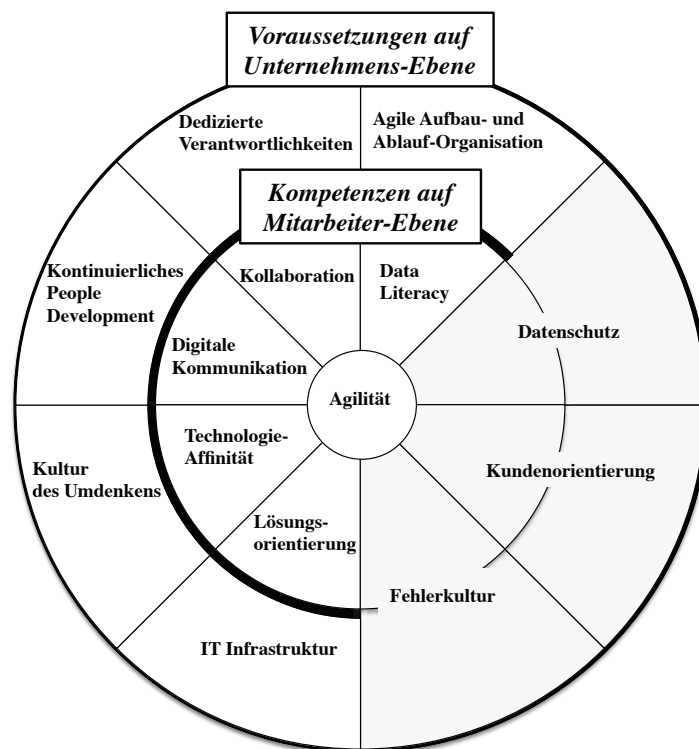


Abb. 1: Ebenen übergreifendes Kompetenzmodell

Kompetenzen auf Mitarbeiter-Ebene: Die beiden inneren Kreise der Abbildung 1 bilden die individuellen digitalen Kompetenzanforderungen an Wissensarbeiter ab (FF1). In Ermangelung einheitlicher Definitionen und etablierter Konzepte zur Messung digitaler Kompetenzen streben wir in der qualitativen Inhaltsanalyse ein möglichst breit gefächertes, über die soziotechnische Perspektive hinausgehendes, Verständnis digitaler Kompetenzen an. Folglich ist es logisch, dass wir sowohl abstrakte Kompetenzanforderungen (z.B. nach Janssen et al. (2013) [Ja13]) als auch konkrete, technische und

arbeitsgebundene Kompetenzanforderungen (z.B. nach Murawski und Bick (2017a) [MB17a]) in unserer Analyse identifizieren konnten. Die Übergänge dieser Definitionen sind dahingehend fließend. Der Fokus in der Diskussion liegt auf den neun zu Second Order Themes aggregierten Kompetenzanforderungen: Agilität, Digitale Kommunikation, Technologie-Affinität, Lösungsorientierung, Data Literacy, Kollaboration, Datenschutz, Fehlerkultur und Kundenorientierung.

Im Zentrum des Modells steht die von uns identifizierte Kompetenzanforderung Agilität - im Sinne einer gedanklichen Flexibilität, Offenheit für Neues, einer Ambiguitätstoleranz und einem Selbstbewusstsein. Das Konzept der Agilität folgt der Definition digitaler Kompetenzen, welche die Möglichkeiten, das Wissen, die Einstellungen und die geistige Haltung (Mindset) in Bezug auf digitale Technologien beschreibt und umfasst [Ja13]. Ala-Mutka (2011) [Al11] definiert ebenfalls eine gewisse gedankliche Einstellung (attitude) als integralen Teil digitaler Kompetenzen. Auch Murawski und Bick (2017a) [MB17a] identifizieren diese innere Bereitschaft zur radikalen Veränderung im Kontext der Digitalisierung und bezeichnen sie als „Self-Disruption“. Einer der Befragten formuliert diese geistige Haltung folgendermaßen: „Ich brauche eigentlich Menschen, die offen sind und mit der Verdichtung und Schnelligkeit und Komplexität der Arbeit souverän und gelassen umgehen können, damit sie nicht ausbrennen.“ Wie bereits in der Ergebnisdarstellung erläutert, wurde das Konzept der Agilität als Anforderung an Wissensarbeiter besonders hervorgehoben. Die First Order Concepts, welche zum Second Order Theme Agilität aggregieren, wurden am häufigsten als Anforderung an Wissensarbeiter in digitalisierten Unternehmen genannt.

Die Digitalisierung wirkt disruptiv und verändert die Arbeitswelt nachhaltig. Den Experten folgend betrachten wir Agilität als unter allen Kompetenzanforderungen hervorzuheben und stellen sie daher ins Zentrum des Kompetenzmodells. Auch für die Anforderungen Fehlerkultur sowie Lösungs- und Kundenorientierung ziehen wir die Definition der digitalen Kompetenz als geistige Einstellung von Janssen et al. (2013) [Ja13] heran. Das Konstrukt Lösungsorientierung umfasst die Fähigkeit zur Autonomie, analytische Fähigkeiten, pro-aktives Handeln und arbeitsbezogenes Wissen. In diesem Kontext sprachen sich die Interview-Partner für Wissensarbeiter aus, die „brillant in der Analyse“ sind und zudem die Fähigkeit besitzen, mit der Digitalisierung einhergehende „komplexer werdende Probleme“ zu lösen. Unter Fehlerkultur verstehen die befragten Interviewpartner eine gelebte „Fehlertoleranz“ der Mitarbeiter und die geistige Haltung „Fehler als Lernchance“ zu betrachten. Auch Murawski und Bick (2017a) [MB17a] identifizieren „Problem Solving“ als einen digitalen Kompetenzbereich. Die Kompetenzanforderung Kundenorientierung wird von den Experten als individuelle „Wertschätzung der Zielgruppe“ definiert.

Die drei Komponenten der digitalen Kompetenzen technisch, kognitiv und ethisch nach Calvani et al. (2012) [Ca12] finden wir ebenfalls in unseren Ergebnissen wieder. So stimmt technische Affinität mit der technischen Komponente überein, welche das flexib-

le Erkunden neuer technischer Kontexte beschreibt. Data Literacy beschreibt die kognitive Komponente nach Calvani et al. (2012) [Ca12], also den Zugang, die Auswahl und die kritische Bewertung von Informationen. Die befragten Experten nannten besonders den Abruf, den Umgang, die Bewertung, die Interpretation und die Weiterverarbeitung von Daten bzw. Informationen in einer Situation des Informationsüberflusses. Die ethische Komponente, die den verantwortungsvollen Umgang mit Informationen vorsieht, stimmt mit der von uns identifizierten Kompetenzanforderung Datenschutz überein. Auch Aničić und Arbanas (2015) [AA15] kommen zu dem Schluss, dass Datenschutz eine wichtige digitale Kompetenz in IKT-Berufen ist. Die befragten Experten fordern hier eine „Awareness“ bzw. Gewissenhaftigkeit, Sorgfalt und Sensibilisierung im Umgang mit Daten.

Das Aggregat digitale Kommunikation lässt sich dem von Murawski und Bick (2017a) [MB17a] im Arbeitskontext identifizierten Kompetenzbereichs „Communication“ zuordnen. Einsatz und Umgang mit Kommunikation, ihren Kanälen und technischen Hilfsmitteln stehen hier im Mittelpunkt. Die Interviewpartner sprechen sich zum Beispiel für Mitarbeiter aus, die wissen, „welche Art der Kommunikation sie am besten über welches Medium kommunizieren“.

Die von uns identifizierte Kompetenzanforderung Kollaboration verstehen wir einerseits als eine Art „Beitrags-Mentalität“ andererseits als Fähigkeit, im Team zu arbeiten, kollaborative Plattformen zu nutzen und Aufgaben effizient zu verteilen. Es handelt sich bei dieser Anforderung also sowohl um eine digitale Kompetenz („Mindset“ bzw. „Attitude“) im Sinne von Janssen et al. (2013) [Ja13] bzw. Ala-Mutka (2011) [Al11] als auch um den von Murawski und Bick (2017a) [MB17a] beschriebenen Kompetenzbereich des „Digital Teamwork“.

Voraussetzungen auf Unternehmens-Ebene: Nach der Erläuterung der individuellen digitalen Kompetenzanforderungen widmen wir uns nun der Beschreibung des äußeren Kreises des Kompetenzmodells. Er zeigt die von Unternehmen zu schaffenden Rahmenbedingungen zur gewinnbringenden Nutzung individueller Kompetenzen im Sinne einer gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit.

Wie bereits in der Ergebnisbeschreibung dargestellt, konnten wir auf Basis der 16 Experten-Interviews acht Rahmenbedingungen identifizieren: Dedizierte Verantwortlichkeiten, Agile Aufbau- und Ablauf-Organisation, Kontinuierliches People Development, Kultur des Umdenkens, IT Infrastruktur, Fehlerkultur, Kundenorientierung und Datenschutz. Der Definition einer dynamischen Fähigkeit folgend verstehen wir unter Rahmenbedingungen auf Unternehmens-Ebene die Gestaltung eines Umfeldes, welches den gewinnbringenden Einsatz der Ressourcenbasis und Kompetenzen im Unternehmen fördert [AT08].

Eine der von den Experten als notwendig erachtete Rahmenbedingung sind Dedizierte Verantwortlichkeiten. Dieses Konzept umfasst ein klares Prozessdesign, neue Positionen

und Rollen und klare Verantwortlichkeiten innerhalb der Unternehmung. Als neue Positionen und Rollen nannten die Experten u. a.: Chief Digital Officer, Community Manager bzw. Social Media Beauftragter, Data Scientist und Digital Consultant. Die Rahmenbedingung Agile Aufbau- und Ablauforganisation zielt zum einen auf eine prozessoptimierte, effizienzorientierte Unternehmensführung ab. Zum anderen beschreibt sie eine flexible, reaktionsfähige und organische Unternehmensstruktur.

Einer der befragten Experten fasst dieses Konzept als eine „Beweglichkeit im Denken und Handeln“ des Unternehmens zusammen. In diesem Kontext unterstreicht ein weiterer Interviewpartner besonders die Relevanz von Adaptionfähigkeit und Lean Structure innerhalb der Unternehmensstrukturen. Dieser Gedanke ähnelt sehr dem Konzept der „organisational agility“ von [TPL16]. Diese Autoren verstehen unter diesem Begriff eine Organisation, welche die Fähigkeit besitzt ihre Ressourcen und Prozesse so umzustellen, dass sie jederzeit effizient und effektiv auf Unsicherheiten innerhalb und außerhalb reagieren kann.

Kontinuierliches People Development - im Sinne von stetiger Weiterbildung von Mitarbeitern, innovativer Lernformate und einer Work-Life Balance - wurde als weitere Voraussetzung auf Unternehmens-Ebene zur Nutzung der individuellen Kompetenzen genannt. Auch eine Kultur des Umdenkens auf Führungsebene mit der Bereitschaft zu radikalem Change Management und Veränderung als Chance zu sehen ist nach Meinung der Experten relevant. In diesem Kontext sollte ein „Arbeitsumfeld, das Kreativität erlaubt“ und „Interesse für Neues fördert“ geschaffen werden. Außerdem sollte ein Unternehmen, das in der Digitalisierung wettbewerbsfähig bleiben möchte, in eine passende IT Infrastruktur investieren und diese nahtlos in das Tagesgeschäft integrieren.

Obwohl nicht ausdrücklich in der Veröffentlichung von Hess et al. (2016) [He16] zum Thema „Digital Transformation Framework“ genannt, ordnen wir diese Rahmenbedingungen größtenteils dem Themenfeld Structural Changes des Frameworks zu. Dieses Themenfeld beinhaltet Fragestellungen zu Verantwortlichkeiten, Aufbau der Organisation, Kompetenzbildung auf Mitarbeiterebene und Bereitschaft des Managements zu grundlegenden und radikalen Veränderungen der Organisation im Kontext der digitalen Transformation [He16]. Einen weiteren Schwerpunkt im „Digital Transformation Framework“ setzen Hess et al. (2016) [He16] auf die Nutzung von Technologie bzw. im strategischen Einsatz von IT. Auch diese Dimension konnten wir in unserer Analyse wiederfinden.

Schnittpunkte: Die Rahmenbedingungen Datenschutz, Kundenorientierung und Fehlerkultur lassen sich nicht den von Hess et al. (2016) [He16] definierten Dimensionen zuordnen. Wohingegen wir exakt diese Konstrukte bereits auf Ebene der individuellen Kompetenzanforderungen an Wissensarbeiter feststellen konnten. Die drei Komponenten sind also beiden Levels des Kompetenzmodells gemein. Folglich lässt diese Ebenenübergreifende Übereinstimmung den Schluss zu, dass diese Kompetenzanforderungen und Rahmenbedingungen in Abhängigkeit voneinander betrachten werden müssen, eine

Ansicht, die mit dem Ansatz der Mikrofundierung übereinstimmt. Von diesem Standpunkt aus schließen wir, dass ein Wettbewerbsvorteil in einem dieser Bereiche nur dann entstehen kann, wenn diese Kompetenz sowohl auf Mitarbeiterebene besteht als auch von Unternehmensseite ein Umfeld hierfür geschaffen wird. Ein Beispiel zum Thema Datenschutz verdeutlicht diesen Aspekt: Ein Unternehmen, dessen Mitarbeiter einen ethischen Umgang mit Daten pflegt, kann diese Ressource nur dann gewinnbringend nutzen, wenn es dem Mitarbeiter ermöglicht, seine Fähigkeiten in einem dafür geschaffenen Umfeld einzusetzen. So ist zum Beispiel auch ein Unternehmen, das eine Fehlerkultur für eine gesteigerte Innovationsfähigkeit begünstigt, auf Mitarbeiter angewiesen, welche die geistige Einstellung mitbringen, Fehler zu tolerieren.

6. Schlussbetrachtung und Ausblick

Auf Basis einer Analyse von 16 Experteninterviews haben wir digitale Kompetenzanforderungen an Wissensarbeiter und Rahmenbedingungen auf Unternehmensebene identifiziert. Innerhalb dieser Arbeit haben wir Schnittpunkte zwischen der individuellen und der Unternehmensebene festgestellt. Dabei stellt dieser Artikel eine der ersten empirischen Studien im Forschungsfeld der individuellen digitalen Kompetenzen im Kontext der Digitalisierung dar. Die bestehende Literatur wurde empirisch bestätigt und um weitere Erkenntnisse zum Thema Kompetenzanforderung an Wissensarbeiter bzw. Rahmenbedingungen auf Unternehmensebene erweitert. Damit liefert unsere Forschung einen aktuellen Beitrag für die weitere Entwicklung eines allgemeingültigen „digitalen Kompetenzrahmens“ für Wissensarbeiter. In der Praxis ermöglicht das Wissen über konkrete Kompetenzanforderungen einerseits passgenaue Stellenausschreibungen und somit eine zielgerichtete Ansprache der potentiellen Bewerber von Seiten des Unternehmens. Andererseits erlaubt diese Kenntnis eine differenzierte Auswahl geeigneter Wissensarbeiter während des externen Recruiting-Prozesses, deren aussichtsreiche Weiterbildung im Rahmen einer gezielten Mitarbeiterentwicklung und die Möglichkeit, diese wertvollen Mitarbeiter individuell zu motivieren und schließlich länger an das Unternehmen zu binden. Auch intern kann das Potential bereits angestellter Mitarbeiter geprüft, entwickelt und eingesetzt werden. Diese und weitere Maßnahmen tragen nicht unerheblich zur weiteren Beschäftigungsfähigkeit von Wissensarbeitern bei. Nicht zuletzt kann die Anwendung des integrativen Kompetenzmodells bzw. der hier generierten Erkenntnisse zur Bildung organisationaler Ressourcen und Fähigkeiten beitragen. Schlussendlich liefert das Modell dem Manager einen Ansatz zur nachhaltigen Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit seines Unternehmens.

In unserer empirischen Studie lag der Fokus ausschließlich auf Wissensarbeitern und auf den von Unternehmen zu schaffenden Rahmenbedingungen zur gewinnbringenden Nutzung ihrer digitalen Kompetenzen. Die Digitalisierung stellt jedoch an alle Branchen und Beschäftigungsgruppen neue Anforderungen. Darauf aufbauend lassen sich in zukünftigen Studien digitale Kompetenzen in weiteren Arbeitskontexten erforschen. Eine weitere

Limitation liegt in der kulturellen Perspektive unseres Artikels. Die Interviews wurden ausschließlich mit Experten aus dem deutschsprachigen Raum durchgeführt. Da der digitale Wandel jedoch länderübergreifend Beschäftigungsstrukturen umwälzt, ist es notwendig, die weitere Forschung durch internationale, empirische Studien zu ergänzen. In Anbetracht des besonders unerforschten Themas ist nach dem Einsatz eines explorativ-qualitativen Ansatzes wie dem dieser Arbeit eine quantitative Verifikation empfehlenswert [F115]. Zukünftige Forschung könnte das Ziel verfolgen, die Relevanz der von uns identifizierten Kompetenzen und Rahmenbedingungen mithilfe quantitativer Studien zu prüfen. Des Weiteren könnten quantitative Studien mögliche Beziehungen zwischen dem Vorhandensein dieser Kompetenzen bzw. Rahmenbedingungen innerhalb eines Unternehmens und der Unternehmens-Performance testen. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang auch eine Erstellung von Kompetenzhierarchien, welche die Rolle gewisser geistiger Einstellungen wie z.B. Agilität in der Erlangung weiterer digitaler Kompetenzen untersucht. Wie bereits erwähnt bietet das Forschungsfeld der digitalen Kompetenzen ein breites Spektrum an Forschungsfragen, deren Beantwortung sich zukünftig als wegweisend in der Digitalisierung erweisen wird.

Literaturverzeichnis

- [AA15] Aničić, K. P.; Arbanas, K.: Right Competencies for the right ICT Jobs – case study of the Croatian Labor Market. In *TEM Journal*, 2015, 4; S. 236–243.
- [Al11] Ala-Mutka, K.: *Mapping Digital Competence: Towards a Conceptual Understanding*. European Commission, Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies, 2011.
- [An14] Antoni, C.H. et al. Hrsg.: *Work-Learn-Life-Balance in der Wissensarbeit. Herausforderungen, Erfolgsfaktoren und Gestaltungshilfen für die betriebliche Praxis*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2014.
- [AT08] Augier, M.; Teece, D.: Strategy as evolution with design: The foundations of dynamic capabilities and the role of managers in the economic system. In *Organization studies*, 2008, 29; S. 1187–1208.
- [Ba91] Barney, J.: Firm resources and sustained competitive advantage. In *Journal of management*, 1991, 17; S. 99–120.
- [Be13] Bernard, H. R.: *Social research method. Qualitative and quantitative approaches*. Sage publications, Thousand Oaks, Calif., 2013.
- [Bh13] Bharadwaj, A. et al.: Digital business strategy: toward a next generation of insights. In *MIS quarterly*, 2013; S. 471–482.
- [Ca12] Calvani, A. et al.: Are young generations in secondary school digitally competent? A study on Italian teenagers. In *Computers & Education*,

- 2012, 58; S. 797–807.
- [Ch12] Chui, M. et al.: The social economy: Unlocking value and productivity through social technologies. In McKinsey Global Institute, 2012, 4; S. 35–58.
- [CK11] Coff, R.; Kryscynski, D.: Drilling for Micro-Foundations of Human Capital-Based Competitive Advantages. Invited Editorial. In *Journal of management*, 2011, 37; S. 1429–1443.
- [Da15] Davenport, T. Davenport, T.: Rethinking knowledge work: A strategic approach. McKinsey Quarterly, McKinsey & Company, 2015.
- [Dr59] Drucker, P.: Landmarks of tomorrow: A report on the new" post-modern. In *World*, 1959.
- [Dr99] Drucker, P.: Knowledge-worker productivity: The biggest challenge. In *California management review*, 1999, 41; S. 79–94.
- [Fe12] Ferrari, A. Ferrari, A.: Digital competence in practice: An analysis of frameworks. Luxembourg: Publication office of the EU. Research Report by the Joint ..., 2012.
- [FF05] Felin, T.; Foss, N. J.: Strategic organization: a field in search of micro-foundations. In *Strategic Organization*, 2005, 3; S. 441–455.
- [FH07] Felin, T.; Hesterly, W. S.: THE KNOWLEDGE-BASED VIEW, NESTED HETEROGENEITY, AND NEW VALUE CREATION. PHILOSOPHICAL CONSIDERATIONS ON THE LOCUS OF KNOWLEDGE. In *Academy of Management Review*, 2007, 32; S. 195–218.
- [Fl15] Flick, U. Hrsg.: *Qualitative Forschung. Ein Handbuch.* Rowohlt-Taschenbuch-Verl., Reinbek bei Hamburg, 2015.
- [Fo11] Foss, N. J.: Why Micro-Foundations for Resource-Based Theory Are Needed and What They May Look Like. Invited Editorial. In *Journal of management*, 2011, 37; S. 1413–1428.
- [FP12] Fischbach K, P. J.; Putzke, J.: Wissensarbeiter. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/daten-wissen/Wissensmanagement/Wissensorganisation--Instrumente-der-/Wissensarbeiter>, 29.06.2017.
- [Ga15] Gallardo-Echenique, E. E. et al.: Digital competence in the knowledge society. In *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 2015, 11.
- [GBJ06] Guest, G.; Bunce, A.; Johnson, L.: How Many Interviews Are Enough? In *Field methods*, 2006, 18; S. 59–82.
- [GCH13] Gioia, D. A.; Corley, K. G.; Hamilton, A. L.: Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research. In *Organizational research methods*, 2013, 16; S. 15–31.

- [He16] Hess, T. et al.: Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. In *MIS Quarterly Executive*, 2016, 15; S. 123–139.
- [HHB11] Hennink, M.; Hutter, I.; Bailey, A.: *Qualitative Research Methods*. SAGE Publications Ltd, London, 2011.
- [HLC13] Hu, T.-S.; Lin, C.-Y.; Chang, S.-L.: Knowledge intensive business services and client innovation. In *The Service Industries Journal*, 2013, 33; S. 1435–1455.
- [Ja13] Janssen, J. et al.: Experts' views on digital competence. Commonalities and differences. In *Computers & Education*, 2013, 68; S. 473–481.
- [Ko10] Kofranek, M.: Wissensarbeit - die neue Herausforderung der Wirtschaftspolitik. In *KM-Journal*, 2010; S. 1–6.
- [Kr11] Krumsvik, R. J.: Digital competence in the Norwegian teacher education and schools. In *Högere utbildning*, 2011, 1; S. 39–51.
- [LE] Larraz, V.; Esteve, F.: Evaluating Digital Competence in Simulation Environments. In (Gisbert Cervera, M.; Bullen, M. Hrsg.): *Teaching and learning in digital worlds. Strategies and issues in higher education*. Publications URV, Tarragona, 2015; S. 99–105.
- [Ma12] Mason, J.: *Qualitative researching*. Sage, Los Angeles, 2012.
- [Ma14] Mayring, P.: *Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution*. <http://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/39517>, 01.12.2016.
- [Ma16] Martensen, M. et al.: Collaboration in the consulting industry: analyzing differences in the professional use of social software. In *Business Process Management Journal*, 2016, 22; S. 693–711.
- [MB17a] Murawski, M.; Bick, M.: Digital competences of the workforce – a research topic? In *Business Process Management Journal*, 2017, 23; S. 721–734.
- [MB17b] Murawski, M.; Bick, M.: Demanded and Imparted Big Data Competences: Towards an Integrative Analysis. In *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Guimarães, Portugal, 2017; S. 1375–1390.
- [MES13] Meyers, E. M.; Erickson, I.; Small, R. V.: Digital literacy and informal learning environments. An introduction. In *Learning, media and technology*, 2013, 38; S. 355–367.
- [MHB15] Matt, C.; Hess, T.; Benlian, A.: Digital Transformation Strategies. In *Business & Information Systems Engineering*, 2015, 57; S. 339–343.
- [Pe10] Pernicka, S. et al.: *Wissensarbeiter organisieren. Perspektiven kollektiver Interessenvertretung*. edition sigma, Berlin, 2010.

- [PT14] Passey, D.; Tatnall, A.: Key Competencies in ICT and Informatics: Implications and Issues for Educational Professionals and Management: IFIP WG 3.4/3.7 International Conferences, KCICTP and ITEM 2014, Potsdam, Germany, July 1-4, 2014, Revised Selected Papers. Springer, 2014.
- [Re16] Remdich, S.: Auf Digitalisierung umschalten. In *Technologie & Management*, 2016, 65; S. 28.
- [SM16] Seufert, S.; Meier, C.: From eLearning to digital transformation: a framework and implications for L&D. In *International Journal of Corporate Learning (iJAC)*, 2016, 9; S. 27–33.
- [SRa17] Shahlaei, C.; Rangraz, M.; and Stenmark, D.: Transformation of Competence - the Effects of Digitalization on Communicators' Work. In *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Guimarães, Portugal, 2017; S. 195–209.
- [SSM13] Stiehler, A.; Schabel, F.; Möckel, K.: *Wissensarbeiter und Unternehmen im Spannungsfeld. Eine Studie von Hays, PAC und der Gesellschaft für Wissensmanagement*, 2013.
- [SZ10] Schirmer, F.; Ziesche, K.: *Dynamic capabilities: das dilemma von stabilität und dynamik aus organisationspolitischer perspektive*. In *Integriertes Kompetenzmanagement im Spannungsfeld von Innovation und Routine*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, 2010; S. 15–43.
- [Te90] Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A.: Firm Capabilities, Resources, and the Concept of Strategy: Four Paradigms of Strategic Management. In *Firm Capabilities, Resources, and the Concept of Strategy: Four Paradigms of Strategic Management*, 94., 1990.
- [TPL16] Teece, D.; Peteraf, M.; Leih, S.: Dynamic capabilities and organizational agility: Risk, uncertainty, and strategy in the innovation economy. In *California management review*, 2016, 58; S. 13–35.
- [WH04] Wade, M.; Hulland, J.: The resource-based view and information systems research: review, extension, and suggestions for future research. In *MIS quarterly*, 2004, 28; S. 107–142.

1.4 Die Fähigkeit zur Vernetzung und Veränderung – zwei Trendkompetenzen in der Industrie 4.0

Der Versuch einer Konstruktbestimmung als Grundlage für die Personalauswahl

Julia Lischka¹⁵ und Prof. Dr. Ina Kohl¹⁶,

Abstract: Durch die immer weiter zunehmende Digitalisierung der Gesellschaft erhöht sich der Wettbewerbsdruck auf die Unternehmen. Diese reagieren teilweise innerhalb ihrer Strukturen mit Dezentralisierung und der Abflachung von Hierarchien, um mehr Flexibilität zu erreichen. Daraus resultieren neue Anforderungen an Mitarbeiter, die im Rahmen dieses Beitrages analysiert werden. Im Fokus stehen zwei zentrale Trendkompetenzen: die Fähigkeit zur Vernetzung und zur Veränderung. Basierend auf einer Konstruktbestimmung der beiden Trendkompetenzen wird ein Vorschlag für die Diagnostik im Rahmen eines Assessment-Centers ausgearbeitet.

Keywords: Kompetenzen, Kompetenzmanagement, Industrie 4.0, Anforderungen, Veränderungsfähigkeit, Vernetzungsfähigkeit, Personalauswahl

1. Einführung

Unsere zunehmend vernetzte Welt lässt traditionelle Grenzen verschwimmen, wenn nicht gar verschwinden – zwischen Staaten, Unternehmen, zwischen Privatleben und Berufswelt und zwischen Menschen und Maschinen. Innovationszyklen verlaufen wesentlich rasanter als jemals zuvor. Damit sinkt mindestens ebenso schnell die Halbwertszeit des Wissens. Neue Technologien beeinflussen die Art, wie wir arbeiten und wie wir lernen. In welchem Ausmaß künstliche Intelligenz bisher von Menschenhand ausgeübte Tätigkeiten ersetzen oder sie in der Ausführung übertreffen wird, ist noch nicht vollständig aufgeklärt. Es scheint jedoch für jeden Akteur offensichtlich zu sein, dass die

¹⁵ IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr, Personal- und Organisationsentwicklung,

Carnotstraße 1, 10587 Berlin, julia.lischka@iav.de

¹⁶ BSP Business School Berlin, Fakultät Business and Management, Calandrellistraße 1-9, 12247 Berlin, ina.kohl@businessschool-berlin.de

vierte industrielle Revolution in vielen Lebensbereichen gravierend einwirken wird. Die daraus resultierenden technologischen und gesellschaftlichen Veränderungen erzeugen neue Anforderungen an die Unternehmen und letztlich an die Kompetenzen der Beschäftigten.

Entsprechend kompetente Mitarbeiter werden gesucht und eingestellt durch den Personalbereich der Unternehmen. Seine zentrale Aufgabe ist es von jeher, die passenden Mitarbeiter und Führungskräfte an die richtige Position zu setzen oder sie dahingehend zu entwickeln. Ohne die richtigen Kompetenzen im Unternehmen, kann dieses nicht auf Dauer wettbewerbsfähig bleiben. „Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind die wichtigste Ressource jeder Organisation und müssen daher mit den entsprechenden Kompetenzen ausgerüstet sein, um anstehende Herausforderungen erfolgreich meistern zu können.“ [De16, S. 38]. Für Unternehmen ist es daher wichtig, ein strategisches Kompetenzmanagement zu etablieren, um es kontinuierlich an den globalen gesellschaftlichen Wandel und dessen Anforderungen anzupassen. „Nur Unternehmen, die proaktiv die notwendigen Kompetenzen definieren, identifizieren und entwickeln, werden in Zukunft erfolgreich sein“ [SS16, S. 12].

Betriebliches Kompetenzmanagement geht in seiner Bedeutung über ein traditionelles Verständnis von Aus- und Weiterbildung hinaus. Die Kernaufgabe besteht darin, aus der Unternehmensstrategie und dem einvernehmlichen Wertesystem, Kompetenzen abzuleiten, die die Organisation für die Realisierung seiner Ziele unbedingt benötigt. Das Kompetenzmanagement stellt die Beschreibung der Kompetenzen, die Transparenz, den Transfer sowie die Nutzung und Entwicklung der Kompetenzen sicher. Bestenfalls stimmen persönliche Ziele der Beschäftigten und die Ziele des Unternehmens überein [ES13, NRS13]. Ein zentrales Element eines Kompetenzmanagements stellt das Kompetenzmodell dar [KMD12]. In ihm werden die strategisch relevanten Kompetenzen verständlich beschrieben und zusammengefasst. Hinterlegt werden müssen die ausgewählten Kompetenzen mit konkreten, am besten psychologisch fundierten Konstrukten, die auf einer Verhaltensebene beobachtbar und daher messbar sind [Li14]. Kompetenz wird hier als Handlungskompetenz verstanden. Erst durch konkrete Handlung bzw. praktische Verhaltensweisen wird Kompetenz erlebbar – und damit auch beobachtbar als sogenannte „Performanz“ [Er17]. Damit wird dem Verständnis des deutschen Qualifikationsrahmens entsprochen, dem ebenfalls das Konzept einer Handlungskompetenz zugrunde liegt: „Kompetenz bezeichnet ... die Fähigkeit und Bereitschaft des Einzelnen, Kenntnisse und Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten zu nutzen und sich durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Kompetenz wird in diesem Sinne als umfassende Handlungskompetenz verstanden.“ [DQ01].

Die Entscheidung ein bestimmtes (kompetentes) Verhalten zu zeigen, hängt zudem stark von der jeweiligen Situation und ihren Anreizen ab. Erpenbeck betont daher die Fähigkeit in vor allem besonders herausfordernden Situationen, selbstorganisiert zu handeln [Er12, S. 16]: „Fähigkeiten, in unerwarteten, offenen, zuweilen chaotischen Situationen,

selbstorganisiert und kreativ zu handeln (...) angesichts von komplexen lebensweltlichen, ökonomischen, ethischen und politischen Herausforderungen der Gegenwart“. Um flexibel handeln zu können benötigen Individuen daher ein „Set“ [KMD12, S.3] an Fähigkeiten, die je nach Persönlichkeit und Situationsvariablen zum Einsatz kommen. Kompetenzen bestehen demnach aus einer Art Verhaltensrepertoire (im Sinne von Fähigkeiten und Fertigkeiten), welche Individuen dazu befähigt, bestimmte Situationen sowie damit verbundene Problemstellungen zu meistern. Zudem erscheinen motivationale Aspekte (im Sinne einer Bereitschaft, die spezifischen Handlungsmuster grundsätzlich anwenden zu wollen) sowie anreizbedingte, volitionale Aspekte (mit Blick auf eine entsprechende intentionale Zielorientierung, diese Handlungsmuster auch tatsächlich in die Tat umzusetzen) bedeutsam [Sz15].

Welche Kompetenzen sind nun für Beschäftigte wichtig, um in der vernetzten und schnelllebigen Wirtschaftswelt zurechtzukommen? Zwei Trendkompetenzen werden im Folgenden exemplarisch herausgegriffen, um eine genauere Konstruktbestimmung vorzunehmen, die als Grundlage für die Personalauswahl dienen kann.

2. Zwei Trendkompetenzen im Fokus

In einer Studie des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales [Bu17] findet sich die Aussage, dass sich das Kompetenzprofil von Beschäftigten, entgegen der Befürchtung des Kompetenzverlustes eher durch neue Kompetenzen erweitern wird. Die Deutsche Gesellschaft für Führung und Personal e.V. (DGFP) widerspricht dem und stellt heraus, dass es sich nicht unbedingt um gänzlich neue Kompetenzen handelt, sondern dass sich die inhaltliche Definition bereits bestehender Kompetenzen verändert [De16].

Kommerzielle und großangelegte Studien und Metastudien, in denen zusammen tausende Unternehmen und mehr als zehntausend Beschäftigte befragt wurden, [Ha17, In17, De16, Kie17] erwähnen im Wesentlichen oftmals die gleichen Trendkompetenzen. Einen guten Überblick liefert Tab. 1 [JBD17]. Nach den bekannten Kompetenzklassen Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz werden hier digitale Kompetenzen zugeordnet.

Die DGFP versucht im Rahmen ihrer Praxispapiere, Kompetenzen mit branchenübergreifender Allgemeingültigkeit zu skizzieren. Die Begrifflichkeit der digitalen Kompetenzen definiert die DGFP dabei wie folgt: „Digitale Kompetenzen sind (neue) Fähigkeiten, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in die Lage versetzen, digitale Technologien anzuwenden, im Rahmen ihres Aufgabenprofils zu nutzen und darüber hinaus die digitale Transformation von Geschäftsprozessen mit voranzutreiben“ [De16, S. 10]. Diese digitalen Kompetenzen erheben nicht den Anspruch, Ersatz für bereits bekannte Kompetenzen zu sein, sondern verhalten sich eher wie eine Ergänzung, die ebenfalls Umweltinflüssen unterliegt und kontinuierlich veränderbar ist. Zudem seien sie noch aufgeschlüsselt in drei Facetten: Digitale Businesskompetenzen, fachlich-technische Kompe-

tenzen und eine sogenannte digitale Fitness. Letzteres setzt sich zusammen aus Offenheit für, Interesse und einem Willen zur Veränderung gegenüber den Auswirkungen der digitalen Transformation in Arbeitsprozessen. Die digitalen Businesskompetenzen untergliedern sich zusätzlich in: Eigenverantwortlichkeit, Kommunikationsfähigkeit, Vernetzungskompetenz und Agilität [De16]

Kompetenzklasse	Anforderungen
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • IT-Kompetenzen als Querschnittskompetenz • Big-Data-Kompetenz; Programmierungskompetenzen • Kompetenzen im Umgang mit künstlicher Intelligenz • Mensch-Maschine-Interaktion-Kompetenzen • IT-Sicherheitskompetenzen • Social-Media-Anwenderkompetenz
Methodenkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit • Innovationskompetenz • Fähigkeit zum Umgang mit Ambiguität/Komplexität • Visionäres Denken und Handeln/Vorstellungskraft • Change-Management-Kompetenz
Sozialkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Lebenslanges Lernen • Selbstorganisationskompetenz • Interkulturelle Kompetenz • Fähigkeit, offen in neuen inhaltlichen und sozialen Kontexten zu arbeiten • Networking-Kompetenz, Kooperationsfähigkeit • Kritikfähigkeit • Teamfähigkeit, besonders in diversen Teams

Tab. 1: Kompetenzanforderungen im digitalen Zeitalter (JBD17, S. 201)

Vernetzungsfähigkeit findet sich in Befragungsrankings zum Thema Kompetenzen in der digitalisierten Welt durchgehend auf den vordersten Plätzen [vgl. In17, Ha17, De16]. Der Begriff wird meist im Zusammenhang mit Team- und Kooperationsfähigkeit erwähnt (siehe Tabelle 1: Networking-Kompetenz, Kooperationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Selbstorganisationskompetenz). Die Bedeutung umfasst beispielsweise, miteinander im Team fachübergreifend zu kooperieren sowie proaktiv und antizipativ als Netzwerk zu agieren [HS16, Ki16, Ki17]. Vernetzungsfähigkeit umfasst die unternehmensübergreifende Pflege und den Aufbau eines Kontaktnetzwerks [Bu17] und fördert dadurch das ganzheitliche Verständnis von Arbeitsprozessen [Bu16, SHS14, Ka13, Ap16]. Der Begriff „Netzwerk“ und auch sämtliche inhaltliche Verknüpfungen damit sind keinesfalls einheitlich. Das erschwert die genaue Definition und lässt Raum für mehrere Bedeutungs- und Beziehungsebenen. Das Agieren in Netzwerken umfasst ganz verschiedene Herausforderungen, wie z.B. mit Kunden oder Partnern eine geschäftliche Beziehung zu unterhalten, Daten in einem Netzwerk oder einer Cloud auszutauschen oder in einer Kooperation innerhalb eines dezentralen Teams mitzuwirken [Bu17, Bo15, De16,

JBD17, RE17]. Diese unterschiedlichen Aspekte bringen unterschiedliche Anforderungen mit sich und erschweren die Akzentuierung der damit verbundenen Kompetenz.

Eine zweite wichtige Trendkompetenz neben der Vernetzungsfähigkeit, die hier genauer bestimmt werden soll, ist die Veränderungsfähigkeit bzw. -bereitschaft. Veränderung ist ein Kernthema der Industrie 4.0. Diverse Unternehmensbefragungen zeigen, dass diese Kompetenz eine hohe Priorität besitzt [vgl. Ha17, In17, Ki17, HS16, De16]. In Tabelle 1 findet sie sich in erster Linie als Methodenkompetenz wieder: Change-Management-Kompetenz, Umgang mit Ambiguität und Komplexität, sowie Innovationskompetenz. Auch aus Sicht der Personalentwicklung wird der Bedarf nach Entwicklung dieser Fähigkeiten betont. Im Rahmen einer Delphi-Studie prognostizierten die Praxisexperten einen Bedeutungszuwachs in Bezug auf den „Umgang mit Komplexität“ und der „Fähigkeit zum Umgang mit Veränderung“ [Sc12]. An dritter Stelle steht dabei die Informationskompetenz bzw. der Umgang mit Wissen. Veränderungsfähigkeit innerhalb der neuen Arbeitswelt bedeutet die Bewältigung einer deutlich rasanteren und vielseitigeren Dynamik innerhalb von Arbeitsprozessen [Fr16, Ki17]. Es geht letztlich darum, sich immer wieder neuen Zusammenhängen und Gegebenheiten zu stellen [De16]. Bei der Bewältigung der Herausforderungen der hochkomplexen und flexiblen Arbeitswelt muss auch bei Unsicherheiten entschieden und gehandelt werden. Entstandene neue Gegebenheiten muss der Beschäftigte akzeptieren, die folgenden Handlungen entsprechend anpassen, auch wenn sie zuvor nicht in der Planung enthalten waren.

Die Sichtung der Forschung zu den verschiedenen Kompetenzen ergibt ein recht uneinheitliches Bild, wie genau eine bestimmte Kompetenz nun zu definieren ist. Eine einheitliche Definition ermöglicht jedoch ein breites Verständnis und könnte vor allem Auswahlverfahren in Unternehmen mehr Validität verleihen. Zu diesem Zweck wird hier der Versuch unternommen die zwei ausgewählten Trendkompetenzen exemplarisch zu definieren und im Rahmen eines eignungsdiagnostischen Verfahrens (Assessment-Center) messbar werden zu lassen. Die zwei angeführten Kompetenzen sind als Konstrukte zu verstehen. Sie werden daher im Rahmen der Konstruktbestimmung genau definiert und mit sogenannten Verhaltensankern versehen. Die genaue Konstruktbestimmung dient als Grundlage vieler wichtiger Entscheidungen im Rahmen des strategischen Kompetenzmanagements und damit auch der Personalauswahl: In welcher Ausprägung sollte eine Kompetenz bei einem neuen Mitarbeiter vorhanden sein? Woran erkennt man die jeweilige Kompetenzausprägung bei Mitarbeitern? Wie können vorhandene Personalauswahlverfahren helfen, die Kompetenzen zu erfassen?

3. Konstruktbestimmung: Trendkompetenz „Vernetzungsfähigkeit“

Traditionelle Werte, wie zum Beispiel Stabilität, Perfektion oder Zielvorgaben, werden größtenteils reformiert hin zu Veränderungsbereitschaft, Schnelligkeit, Inspiration und dem Denken in Netzwerken [JBD17]. Organisationen werden zunehmend von netzwerkartigen oder auch agilen Strukturen geprägt, so dass Arbeitsteams stärker dezentral struk-

turiert werden [Fi17]. Die Fähigkeit zum Denken und Agieren in Netzwerken stellt daher eine zentrale Anforderung an Mitarbeiter in modernen Unternehmen dar.

Virtuelle Netzwerke werden seit Beginn der zunehmenden Technologisierung als wahrscheinliche Zukunftsform der Organisation gehandelt. Verschiedene Vorteile machen das Arbeiten in Netzwerken attraktiv: Kapazitäten werden besser ausgelastet, firmenexternes Know-How wird einbezogen, strategische Wettbewerbsnachteile können abgebaut werden [Pi02]. Netzwerkarbeit ist auch charakterisiert durch eine Zeit-, Raum- und Organisationsunabhängigkeit. Pindl [Pi02] beschreibt, dass das Arbeiten in Netzwerken, „das Interesse an Selbstorganisation und -regulierung, an Verlässlichkeit, Berechenbarkeit und Dauerhaftigkeit von Austauschbeziehungen“ ausdrückt und „sehr starke und stabile Gebilde“ darstellt [Pi02, S. 53]. Netzwerke bieten demnach eine gewisse Stabilität, ermöglichen aber gleichzeitig ein hohes Maß an Flexibilität.

Die DGFP bringt auf den Punkt, wie die Fähigkeit zur Vernetzung sich im Zeitalter der Digitalisierung verändern wird [De16].

Kompetenz	Was verstehen wir heute darunter?	Wie verändert sich die Kompetenz unter Einfluss der Digitalisierung?
Vernetzungskompetenz	Reale und virtuelle Netzwerke aufbauen, fördern und pflegen, Share Economy: Wissen und Informationen bereitstellen, Akzeptanz verschiedener Organisationsformen, Teamzusammenhalt in virtuellen Teams	Einfachere Vernetzung über zeitliche und räumliche Grenzen hinweg, zunehmende Intensität und Bedeutung der Vernetzung, amorphe, fluide und hierarchiefreie Projektstrukturen, Problemlösung durch Vernetzung und Synergien

Tab. 2: Vernetzungskompetenz und ihre Veränderung durch den Einfluss der Digitalisierung (Auszug aus [De16])

Durch die veränderten Rahmenbedingungen in der Industrie 4.0 erleben wir also zunächst einmal eine Vereinfachung und Beschleunigung von Vernetzung. Umständliche Hierarchien erscheinen in einem solchen Geflecht eher als Hindernis und werden zunehmend abgebaut. Hierarchien besitzen demnach in einem Netzwerk eine geminderte Bedeutung, vorzugsweise lebt die Netzwerkorganisation von gleichberechtigten Experten [RE17]. Dass Teamstrukturen bei komplexen Problemen effizienter sein können als die Leistung Einzelner, gilt schon lange als erwiesen. So betonen bereits Heyse & Erpenbeck [HE09, S. 297], dass „Neuerungen in der Wirtschaft (...) heutzutage das Ergebnis von Teamarbeit“ sind und „oft aus geringfügigen, schrittweisen Verbesserungen, an den viele mitgewirkt haben“ bestehen. In Zukunft benötigen wir also eine Art Beziehungskompetenz, die uns befähigt vielfältige und vielschichtige Kooperationsbeziehungen zu bilden. Diese Strukturen versetzen uns dann in die Lage, Probleme zielorientiert

zu lösen und gemeinsame Vorteile zu realisieren. Entscheidend bei der Kompetenz sich zu vernetzen, ist sowohl die Bereitschaft (Haltung) sich kooperativ zu verhalten als auch die Fähigkeit, verschiedene Ansätze, Ideen und Interessen gewinnbringend zusammenzuführen.

Laut Franken [Fr16] entspringt das „Networking“ bzw. die „Netzwerkcompetenz“ den globalen Trends der Digitalisierung und der zunehmend rasanteren Marktdynamik. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Vernetzungskompetenz, egal welches Label sie trägt, bereits in den 90ern eine erste Hochzeit erlebte. In einem Beitrag von Oelsnitz und Graf [OG06] wird ersichtlich, dass bereits einige Publikationen zur Konstruktbestimmung von Vernetzungs- bzw. Kooperationsfähigkeit verfasst wurden. Die im Kompetenzatlas von Erpenbeck und Heyse verankerten Kompetenzen „Beziehungsmanagement“, „Kooperationsfähigkeit“ und „ganzheitliches Denken“ kommen den inhaltlichen Bestandteilen bzw. den Fähigkeiten sehr nahe, welche auch im Zusammenhang mit Netzwerken wichtig sind [HE09]. Unter dem Kompetenzlabel „Vernetzungsfähigkeit“ fassen wir folgende Definitionsbestandteile zusammen:

- Bereitschaft und Fähigkeit, die Zusammenarbeit im Team/im Netzwerk wertzuschätzen,
- Fähigkeit zur offenen, vertrauensvollen sowie zielführenden Kommunikation,
- Fähigkeit zu interdisziplinärem Denken.

Verhaltensanker

Verhaltensanker, die eine vorhandene Vernetzungskompetenz beobachtbar werden lassen, sind daher folgende:

- Die Person hebt die Bedeutung von Zusammenarbeit bzw. Vernetzung hervor,
- die Person stellt gemeinsame Ziele und Vorteile in Bezug auf das Vorhaben bzw. gemeinsame Problemlösung heraus,
- Netzwerkpartner sehen sich als gleichwertig/gleichberechtigt an,
- die Person schafft aktiv Freiräume für den Austausch (z.B. durch Anwendung von entsprechenden Moderationstechniken wie Brainstorming, 6-Hüte-Methode u.ä.),
- Ideen anderer werden proaktiv aufgegriffen und weitergeführt; es setzt sich keiner auf Kosten anderer einseitig durch,
- der Umgang mit anderen ist vertrauensvoll und offen; wichtige Informationen werden geteilt und nicht zurückgehalten, anderen wird zugehört und verschiedene Interessen werden transparent gemacht.

Konstruktbestimmung: Trendkompetenz „Veränderungsbereitschaft“

In aktuellen Publikationen finden sich große Übereinstimmungen hinsichtlich des Etiketts „Veränderungsbereitschaft“ [Ha17, Ko16, NRS13, JBD17, HS16]. Synonym verwendet werden auch „Veränderungsfähigkeit“ [In17], „Change-Kompetenz“ [Fr16] und „Agilität“ [De16].

Der Begriff Veränderungskompetenz wurde erstmals in die Debatte zum Change-Management von Jakob et al. [Ja98] eingebracht. Sie schlugen drei Dimensionen vor: die Veränderungsfähigkeit (Qualifikation, das „Können“), die Bereitschaft zur Veränderung (Motivation, das „Wollen“) sowie das „Dürfen/Sollen“ (der Kontext), welches den verschiedenen Veränderungsbedingungen entspricht. Hier wird bereits deutlich um welches umfassende Kompetenzphänomen es sich handelt: der Einsatz der individuellen Fähigkeiten hängt hier insbesondere von der Bereitschaft ab, sich auf eine Veränderung auch einzulassen, sie zu akzeptieren. Diese Akzeptanz wiederum hängt von verschiedenen Situationsmerkmalen ab (wie Nutzenargumentation, Leidensdruck usw.) [vgl. Ko09, Pfl3, DL14].

Auch Szebel [Sz15] betont den Einfluss des Veränderungskontextes: „Mitentscheidend dafür, inwieweit die generelle Veränderungsbereitschaft und die Potenziale eines Mitarbeiters in eine gegebene Aufgabenstellung eingebracht werden, sind die situativen Rahmenbedingungen (struktureller, organisationskultureller Kontext, soziale Unterstützung, Anreizwirkung, Nutzen, Einflussnahmemöglichkeit)“. Dies bedeutet für die Konstruktion einer Aufgabe z.B. im Assessment-Center, dass die situationsspezifischen Reize so ausgewählt werden, dass sie auch die tatsächlich gewünschte Verhaltensweise zu der entsprechenden Kompetenz hervorrufen. Er stellt weiterhin fest, dass „Mitarbeiter über Handlungsstrategien bzw. Komponenten eines Verhaltensrepertoires“ verfügen, welche ihnen „einen flexiblen Umgang mit verschiedenen Veränderungssituationen erlauben“. Dieses Phänomen bezeichnet er als „agile Anpassungsfähigkeit“ [Sz15, S. 110]. Auch die DGFP versteht unter dem heute weit verbreiteten Begriff der Agilität „Veränderungsbereitschaft“ [De16]. Unter dem Einfluss der Digitalisierung wird diese erweitert um eine schnelle Anpassungsfähigkeit sowie den Aspekt einer ausgeprägten Lernfähigkeit (vgl. Tab. 3).

Druyen [Dr18] identifiziert in seiner Studie vier zentrale Komponenten der Veränderungskompetenz: Orientierung (Selbsteinschätzung in Bezug auf Ziele, Werte, Handlungsmöglichkeiten), Problemlösung, Stabilisierung (Zielorientierung trotz Widerständen) und Praxis (bzw. Lernfeld, Erprobung neuer Handlungsmöglichkeiten). Er stellt dabei den proaktiven Umgang mit Veränderung sowie die persönliche Einflussnahme im Veränderungsprozess heraus. Heyse und Erpenbeck sehen diese Form der Einflussnahme als eine Komponente der sogenannten Anpassungsfähigkeit [HE09].

Kompetenz	Was verstehen wir heute darunter?	Wie verändert sich die Kompetenz unter Einfluss der Digitalisierung?
Agilität	Veränderungsbereitschaft, Entscheidungen revidieren, andere Ansätze erschließen, Motivation/Engagement	Häufiges und schnelles Einstellen auf neue Situationen und Veränderungen, stärker ausgeprägte Lernfähigkeit: häufigeres Umlernen, Bereitschaft zu lebenslangem Lernen

Tab. 3: Agilität und ihre Veränderung durch den Einfluss der Digitalisierung
(Auszug aus [De16])

Jochmann et al. [JBD17] gehen sogar noch einen Schritt weiter und behaupten, dass die Zufriedenheit mit dem Status quo abgelöst würde von der „Lust am Wandeln“ und „Bereitschaft zu permanenter Veränderung“ [JBD17, S. 66]. Für sie sind Selbststeuerung, Unternehmertum und Kreativität Unterdimensionen von Veränderungsbereitschaft. Bewährte Handlungsmuster sollen Beschäftigte gemäß der Zielerreichung eines Projektes hinterfragen können und Veränderungen auch selbst anstoßen. So ist das Mindset von Führungskräften und Mitarbeitern ausschlaggebend, um Prozesse in dieser Form voranzutreiben [Fr16]. North et al. [NRS13] bieten bereits Merkmale für eine veränderungsbereite bzw. -fähige Person an: Sie „sucht und findet neue Wege und geht Neues aktiv an; ist bereit zu Innovationen; erkennt Veränderungsbedarf; zeigt hohe Veränderungsbereitschaft; verfolgt die Chancen, die in Veränderung und Wandel liegen; nimmt neue Entwicklungen positiv auf und treibt sie voran; zeigt Lernbereitschaft und Lernvermögen; zeigt Kreativität“ [NRS13, S. 66]. Unter dem Kompetenzlabel „Veränderungsfähigkeit“ fassen wir daher folgende Definitionsbestandteile zusammen:

- Bereitschaft und Fähigkeit, eigene Handlungsmuster zu reflektieren und aus vergangenen Handlungen zu lernen (Reflexionsfähigkeit, Lernfähigkeit),
- Bereitschaft, an Veränderungen aktiv teilzunehmen und/oder zu steuern oder sie eigenmotiviert zu initiieren,
- Fähigkeit, sich neuen Verhältnissen anzupassen,
- Fähigkeit, mit Unsicherheiten umzugehen (hohe Ambiguitätstoleranz),
- Hohe Authentizität des Verhaltens und persönliche Glaubwürdigkeit.

Verhaltensanker

Aus dieser Betrachtung heraus empfehlen wir folgende Verhaltensanker für die Beobachtung von Veränderungskompetenz:

- Die Person erkennt und identifiziert den Bedarf zur Veränderung,
- die Person resümiert und reflektiert eigene Aussagen und Handlungen selbstständig, nimmt Feedback an und setzt dieses kurzfristig um,

- die Person ist in der Lage, schnell auf dynamische Prozessänderungen adäquat zu reagieren,
- die Person bringt sich aktiv in Teamgespräche und Diskussionen ein und bleibt dabei konstruktiv und ergebnisorientiert,
- die Person kann trotz aufkommender Unsicherheiten und Widerstände fokussiert und zielorientiert an der Problemlösung arbeiten,
- die Person geht offen mit eigenen Bedenken, Ideen und Problemen um, teilt sie mit der Gruppe.

4. Beispiele für Aufgaben aus dem Assessment-Center als Grundlage zur Einschätzung der Trendkompetenzen

Das Assessment-Center ist ein bewährtes, beliebtes und oft angewandtes Verfahren zur Personalauswahl sowie zur internen Potenzialanalyse [OHB12]. Es gehört zu der Gruppe der simulationsorientierten Verfahren der Eignungsdiagnostik [SK14]. Verhaltenssimulationen bieten den Vorteil, dass sie auf die tatsächlichen Gegebenheiten im Unternehmen zugeschnitten werden können und Verhalten direkt beobachtbar machen. Als wichtige Voraussetzung für valide Assessment-Center gilt die Anforderungsanalyse, die sich auf die vakante Stelle beziehen sollte [SK14]. In ein- oder mehrtägigen simulationsorientierten Veranstaltungen müssen die Teilnehmer eines Assessment-Centers unter Beweis stellen, ob sie in der Lage sind, Anforderungen der angestrebten Position zu bewältigen. Es gilt also zu klären, ob der Kandidat in der künftigen Position erfolgreich sein wird [Ob13]. Um das herauszufinden, werden die Kandidaten von mehreren, geschulten Beobachtern über verschiedene Aufgaben hinweg beurteilt.

Zentral für die Konstruktion von Aufgaben eines Assessment-Center ist die sogenannte *trait activation theory* [LS11, LKS10]. Zusammengefasst besagt dieser Ansatz, dass nur bestimmte Aufgaben oder Situationen eine Relevanz für das zu messende Konstrukt haben. Relevante Situationen, die auch dem Anforderungsprofil entsprechen, können z.B. mithilfe der Methode der kritischen Ereignisse gewonnen werden [SK14]. Hinzu kommt der wichtige Denkansatz der „situativen Stärke“ [Ob13]. Hiermit ist gemeint, dass unterschiedlich starke oder schwache Stimuli das Verhalten einer Person insofern differenzieren sollen, dass es möglich ist die Ausprägungen der beobachteten Kompetenz (niedrig vs. hoch) zu erkennen. Das bedeutet für die Konstruktion von Aufgaben im Assessment-Center, dass zum einen die Situation so realitätsnah wie möglich sein sollte, zum anderen muss sie Anlässe bzw. „Reize“ beinhalten, die genau das gewünschte Verhalten adressieren und vor allem auslösen – sofern es beim Kandidaten im Verhaltensrepertoire vorhanden ist. Beispielsweise kann eine Einzelpräsentation nur schwierig die Vernetzungsfähigkeit eines Kandidaten abbilden. Zum anderen darf der „Reiz“ nicht zu stark sein, da dann die Kandidaten alle gleiche Verhaltenstendenzen zeigen oder (ist

der „Reiz“ zu schwach) wird die Aufforderung ein bestimmtes Verhalten zu zeigen, gar nicht wahrgenommen und es ist dann keine Differenzierung der Bewerber möglich [Ob13]. Der Ansatz der *trait activation theory* wird hier genutzt, um exemplarisch Assessment-Center Aufgaben zu den zwei Trendkompetenzen zu entwickeln.

4.1 Aufgabenkonzept für die Beobachtung von Vernetzungsfähigkeit

Das Aufgabenkonzept im Anhang (A3) ist ausgelegt für eine Teilnehmergruppe aus externen und eventuell internen Bewerbern. Um die Realitätsnähe zu steigern, können tatsächliche Mitarbeiter aus der künftigen Organisationseinheit in die Aufgabe eingebunden werden. Für die Bewerber kann so ein realistischerer Einblick in die zukünftige Zusammenarbeit gewährt werden. Sie fungieren damit als teilnehmende Beobachter, die die Bewerber auch beobachten und beurteilen. Zudem ist ihr Einsatz als instruierte Rollenspieler denkbar [Ob13].

Für die Beobachtung und Bewertung von Vernetzungsfähigkeit wird eine Gruppendiskussion initiiert, auf dessen Basis dann ein gemeinsamer Projektplan entworfen werden soll, der im Anschluss im Plenum präsentiert wird. Für die gesamte Aufgabe steht den Teilnehmern des Assessment-Centers eine Arbeitszeit von 105 Minuten und entsprechendes Material zur Verfügung (siehe Anlage A1 und A3). Grundlage für die Aufgabe stellt eine Mini-Fallstudie da („*MyMarketing*“ ist eine Marketingagentur, die ihr Produktportfolio um das sogenannte *influencer marketing* erweitern möchte). Dies dient der verständlicheren Darstellung der Aufgaben innerhalb eines berufs- und branchenbezogenen Kontextes.

Die erste Teilaufgabe, eine 30-minütige Gruppendiskussion, dient dazu, das Vorgehen des Einzelnen in Teamarbeitssituationen, sowie seine Fähigkeit, sich in die Gruppe zu integrieren, aufzuzeigen. Zur Erfüllung der Aufgabe sollen zunächst in der Gruppendiskussion Pro und Contra Argumente in Bezug auf eine Expertenmeinung gesammelt und gegenübergestellt werden. Wichtig ist hier der Bezug zu den Unternehmenszielen, welche jedem Teilnehmer vorliegen. Aus dem Spannungsfeld etablierter Unternehmensziele einerseits und der Aufforderung zur Produktinnovation andererseits sind die Teilnehmer nun gefordert ihre Kompetenzen zur Vernetzung einzubringen: unterschiedliches Expertenwissen muss strukturiert werden, gemeinsame Ziele müssen betont werden.

Basierend auf den Ergebnissen der Diskussion soll im zweiten Teil nun ein Grobkonzept bzw. Projektplan entstehen. Bestenfalls bündeln alle Teilnehmer ihr spezifisches Fachwissen und teilen sich die Projektaufgaben und Rollen dementsprechend zu. Bei der Diskussion zu Meilensteinen, Rollen und Aufgaben können die Beobachter erkennen, ob sich der Bewerber wie ein gleichwertiges Mitglied der Gruppe sieht oder größeres Dominanz- und Delegationsverhalten zeigt. Legt die Person den Fokus darauf, dass Aufgaben und Rollen gleichverteilt werden und die Zusammenarbeit im Mittelpunkt steht, so ist die Ausprägung für Vernetzungsfähigkeit sehr hoch. Das gemeinsame Ziel einen

Projektplan nach den Stärken und Fähigkeiten der Individuen aufzusetzen, sodass eine gemeinsam abgestimmte Lösung zu Stande kommt, würde ebenso für eine hohe Ausprägung von Vernetzungsfähigkeit sprechen. Während des kreativen Arbeitsprozesses kann zudem beobachtet werden, inwiefern der Bewerber Initiative ergreift und beispielsweise die Pinnwand nutzt, um die Ideen der Gruppe zu clustern und damit eine kreative und offene Arbeitsatmosphäre zu fördern. Um die Validität der Aufgabe zu erhöhen, können die teilnehmenden Beobachter auch als Rollenspieler fungieren. Es können z.B. einzelne Rollenspieler aktiv die gemeinsame Lösungsfindung blockieren oder Vertreter aus den verschiedenen hierarchischen Ebenen des Unternehmens werden eingesetzt, die stark persönliche Interessen vertreten.

Die abschließende Präsentation der Ergebnisse zeigt, ob Einzelpersonen nun die Gelegenheit nutzen, ihren Eigenanteil herauszustellen oder beispielsweise größere Redeanteile für sich zu beanspruchen oder ob sie stellvertretend für die Gruppe sprechen und diese miteinbeziehen. Bezieht sich ein Bewerber während seiner Redezeit gezielt auf die Zusammenarbeit, das gemeinsame Ziel und die Einzelfähigkeiten von anderen, so würde man annehmen, dass seine Vernetzungsfähigkeit hoch ausgeprägt ist.

Dem Ansatz der *trait activation theory* folgend, wird in der Tabelle 4 die Aufgabe mit ihren jeweiligen Anreizen, Verhaltensweisen der Vernetzung zu triggern, zusammengefasst.

Kompetenz	Aufgabe	Stimulus/ Reiz	Response/ Verhalten
Vernetzungsfähigkeit	Gruppendiskussion	Gemeinsame Unternehmensziele vs. Einführung Produktinnovation	z.B. aktiv Austausch fördern, offener, vertrauensvoller Umgang
	Gruppenarbeit	Rollenspieler (z.B. blockieren den Prozess)	z.B. gemeinsame Ziele betonen, gleichberechtigte Partner

Tab. 4: Beispiel für eine Trait Aktivierung für die Fähigkeit zur Vernetzung

4.2 Aufgabenkonzept für die Beobachtung von Veränderungsbereitschaft

Wie bereits von der DGFP herausgearbeitet, umfasst der Begriff der „Agilität“ ein erweitertes Verständnis von Veränderungskompetenz [De16]. Um Veränderungsfähigkeit in einem Assessment-Center zu beobachten, ist es daher durchaus hilfreich, sich an den neuen, agileren Arbeitsstrukturen und -methoden zu orientieren, die in vielen Unternehmen derzeit eingeführt werden [GPM17]. Als situative Gegebenheit oder Rahmenbedin-

gung am Arbeitsplatz repräsentieren diese Strukturen und Methoden die aktuellen Anforderungen an Mitarbeiter im Unternehmen am besten.

Das folgende Aufgabenkonzept samt Bewertungsbogen (A4 und A2) ist orientiert an der Methode des *Design Thinking* [Ke16]. Um Innovationen hervorzubringen, bedienen sich viele Organisationen des Ansatzes des *Design Thinking* [MWK15]. Bei dieser Methode geht es darum, mittels eines möglichst kreativen Problemlösungsprozesses neue Ideen zu entwickeln, die innovative Produkte und Dienstleistungen entstehen lassen. Der sechsstufige iterative Prozess umfasst die Phasen Verstehen, Beobachten, Synthese, Ideen, Prototyp und Testen.



Abb. 1: Schritte der Methode *Design Thinking* [in Anlehnung an MWK15]

Im Wesentlichen wird das Problem im ersten Schritt definiert und sich in die betroffene Zielgruppe eingefühlt. Nutzerbedürfnisse müssen erfasst und ergründet werden, um ein umfassendes Verständnis durch genaue Beobachtungen zu erlangen. Unterschiedliche Perspektiven können erst im Anschluss zusammengeführt und analytisch verdichtet werden. In der Ideenphase geht es um wildes und unkritisches Brainstormen. Alles außer Kritik wird zugelassen, um eine große Anzahl an Ideen zu kreieren. Der Bau eines Prototyps macht die Idee das erste Mal erlebbar und auch kommunizierbar für potenzielle Nutzer. Früh, oft und risikoarm scheitern ist die Devise beim Testen des Prototyps. Das Feedback der Nutzer entscheidet, in wie vielen Schleifen und in welcher Phase nochmals iteriert wird, um die Feinheiten des Produktes oder der Dienstleistung weiter anzupassen. [GM09]

Ein wesentliches Merkmal dieses Prozesses ist das kurzfristige, häufige Feedback und das flexible Reagieren auf dieses. Dieser Umstand stellt höchste Anforderungen an die Veränderungsfähigkeit jedes Einzelnen in diesem Prozess. Daher dient das Prinzip der Methode als Grundlage für die Konzeption der Assessment-Center Aufgabe zur Erfassung von Veränderungskompetenz. Die Gesamtaufgabe ist unterteilt in drei Teilaufgaben: eine Einzelpräsentation, den Bau eines gemeinsamen Prototypen als Gruppenleistung und eine Abschlusspräsentation. Für die gesamte Aufgabe steht den Teilnehmern des AC eine Arbeitszeit von 180 Minuten und entsprechendes Material zur Verfügung.

Die Teilnehmer des AC starten mit einer Einzelaufgabe. Sie werden vom Moderator instruiert auf Grundlage der vorliegenden Unternehmensunterlagen einen 90-sekündigen Pitch zu erarbeiten. Der Pitch soll eine vom Bewerber entwickelte innovative Idee beinhalten, das Produktportfolio (hier am Beispiel von „MyMarketing“) um eine Dienstleistung oder ein Produkt zu erweitern. Zur Ausarbeitung werden Schwerpunktfragen benannt, die der Teilnehmer in die Bearbeitung der Teilaufgabe einfließen lassen soll. Diese Teilaufgabe dient dazu, ob der Bewerber einen Bedarf zur Veränderung (hier: in

Bezug auf das Angebot des Unternehmens) erkennen bzw. nachvollziehen kann. Es müssen Lücken im Angebot identifiziert und als Chance zur Weiterentwicklung des Unternehmens erkannt werden. Am Ende der ersten Teilaufgabe erhält der Teilnehmer ein Feedback zu seinem Pitch. Im weiteren Verlauf der Aufgabe wird geprüft, in wie weit das Feedback berücksichtigt wird und sich in der weiteren Umsetzung wiederfindet.

Nun sind die Teilnehmer aufgefordert sich zu Gruppen zusammen zu finden und sich für eine Idee zu entscheiden, aus der ein Prototyp entstehen soll. Inwieweit nun eine Person bereit ist, seine Idee aufzugeben und mit einer anderen weiterzuarbeiten, zeigt wie anpassungsfähig sie ist. In der Gruppe treten jetzt vereinzelt Widerstände auf, da man seine eigene Idee aufgeben musste. Hier zeigt sich, wie zielorientiert gute Bewerber den Arbeitsprozess steuern im Gegensatz zu Teilnehmern, die eher resignieren oder blockieren.

Nach der Hälfte der Zeit wird die Arbeit am Prototypen unterbrochen. Die Teilnehmer finden sich alle zu einem Zwischenfeedback zusammen. Jede Gruppe stellt ihren aktuellen Arbeitsstand vor und erhält von den anderen Teilnehmern Hinweise zur Verbesserung der Idee. Auch an dieser Stelle wird offensichtlich, inwieweit Feedback in der zweiten Hälfte der Arbeitszeit verwertet und umgesetzt wird. Mit neuen Impulsen finalisieren die Teilnehmer den Prototyp. Als letzte Teilaufgabe wird die Gruppe darum gebeten, das finale Produkt oder die Dienstleistung als Pitch vorzubereiten.

Eine letzte abschließende Feedbackrunde dient den Beobachtern als weitere Bewertungsmöglichkeit von Veränderungskompetenz. Hier steht nun die eigene Reflexionsfähigkeit im Vordergrund. Die Teilnehmer sollen sich jeweils einzeln zu folgenden Punkten einschätzen: ihre eigene Leistung, die Leistung des Teams, ihre Rolle im Team und ihre Lernerfahrungen. Es wird beobachtet, ob der Teilnehmer nicht nur die Veränderungen während des Arbeitsprozesses beschreibt, sondern auch die des eigenen Verhaltens nach den Feedbackschleifen. Nimmt die Person Bezug zu eigenen Bedenken und Unsicherheiten und stellt eine klare, zielorientierte Verhaltensänderung zugunsten des Ergebnisses fest, so zeigt sie eine hohe Ausprägung an Veränderungskompetenz.

Diese Assessment-Center Aufgabe ermöglicht das Beobachten relevanter Aspekte von Veränderungsverhalten (vgl. Verhaltensanker). Sie eröffnet das Spannungsfeld zwischen Einzel- und Gruppenleistung, welches moderiert wird durch das begleitende Feedback. Die Umsetzung des Feedbacks und die entsprechende Reflexion dazu, geben einen Einblick in die Ausprägung der individuellen Veränderungs- und Anpassungsfähigkeit. Der kreative Arbeitsprozess des *Design Thinking* stellt eine gute Grundlage zur Strukturierung der Aufgabe dar. Zusammenfassend wird ein Überblick zur Trait Aktivierung in Tabelle 5 gegeben.

Kompetenz	Aufgabe	Stimulus/ Reiz	Response/ Verhalten
Veränderungs- fähigkeit	Einzelpräsentation (Pitch, Feedback)	Feedback	z.B. Bedarf an Veränderung erkennen
	Gruppenarbeit (Prototyp, Zwischenfeedback)	Nur eine Idee wird weiterverfolgt, Feedback	z.B. trotz Widerständen zielorientiert an Lösung arbeiten
	Einzelreflexion	Fragen zur Reflexion	z.B. geht offen mit eigenen Bedenken um, reflektiert Lernprozess

Tab. 5: Beispiel für eine Trait Aktivierung für die Fähigkeit zur Veränderung

5. Fazit

Ausgehend von den aktuellen Anforderungen im Rahmen von fortschreitender Digitalisierung und schnellem Wandel in Organisationen wurde hier ein Fokus auf zwei wichtige Kompetenzen gelegt. Zum einen wird erwartet, dass Mitarbeiter sich über verschiedene Ebenen, Inhalte und Technologien miteinander vernetzen, um gemeinsam durch Kooperation und schnelles Handeln Ziele zu erreichen. Zum anderen steigt die Anforderung an Mitarbeiter flexibel, anpassungsfähig und veränderungsbereit zu sein bis hin zur Erwartung, Veränderung aktiv zu initiieren und zu gestalten.

Aus eignungspsychologischer Sicht besteht die Herausforderung darin, diese neu auszurichtenden Kompetenzen messbar bzw. beobachtbar zu machen. Unternehmen müssen in die Lage versetzt werden, Bewerber zu identifizieren, die über relevante Kernkompetenzen verfügen. Kompetenzen zu beschreiben und zu definieren ist nicht trivial. Das Erfolgsrezept für Unternehmen besteht darin, eine gemeinsame Sprache innerhalb der Organisation zu finden, diese im Anforderungsprofil zu verankern und dann im Einstellungsverfahren konsequent anzuwenden. Das Assessment-Center ist nur eine Möglichkeit, Kompetenzen sichtbar zu machen und wurde hier exemplarisch aufgegriffen. Es wird empfohlen die ganze Breite der diagnostischen Möglichkeiten zu nutzen, wie z.B. Fragebögen, Interview und Lebenslauf. Ein multimethodales Vorgehen bei der Personalauswahl erhöht die Treffsicherheit, den richtigen Bewerber zu finden.

Literaturverzeichnis

- [Ap16] Apt, W.; Bovenschulte, M.; Hartmann, E.; Wischmann, S.: Foresight-Studie "Digitale Arbeitswelt". Institut für Innovation und Technik, Berlin, 2016.
- [Bo15] Bornewasser, M.: Industrie 4.0 und Arbeit 4.0. Herausforderungen für die Arbeitsplatzgestaltung im Zeitalter der Digitalisierung. *praeview - Zeitschrift für innovative Arbeitsplatzgestaltung und Prävention* (2), 2015.
- [Bu16] Bundesministerium für Bildung und Forschung: Zukunft der Arbeit. Innovationen für die Arbeit von morgen. Berlin, 2016.
- [Bu17] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe bis 2030. Ein gemeinsames Lagebild der Partnerschaft für Fachkräfte. www.bmas.de, Stand: 16.02.2019.
- [De16] Deutsche Gesellschaft für Personalführung e.V.: Leitfaden: Kompetenzen im digitalisierten Unternehmen. DGFP-Praxispapiere (02), 2016.
- [DL14] Doppler, K.; Lauterburg, C.: Change Management. Den Unternehmenswandel gestalten. Campus, 2014.
- [DQ01] Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (AK DQR). www.dqr.de, Stand: 16.02.2019.
- [Dr18] Druyen, T.: Die ultimative Herausforderung – über die Veränderungsfähigkeit der Deutschen. Springer, Wiesbaden, 2018.
- [Er12] Erpenbeck, J.: Der Königsweg zur Kompetenz. Grundlagen qualitativer-quantitativer Kompetenzerfassung. Waxmann, Münster, 2012.
- [Er17] Erpenbeck, J.; Rosenstiel, L., Grote, S., Sauter, W.: Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2017.
- [ES13] Erpenbeck, J.; Sauter, W.: So werden wir lernen! Kompetenzentwicklung in einer Welt fühlender Computer, kluger Wolken und sinnsuchender Netze. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [Fi17] Finckler, P.: Transformationale Führung. Wegweiser für nachhaltigen Führungs- und Unternehmenserfolg. Springer, Berlin, 2017.
- [Fr16] Franken, S.: Führen in der Arbeitswelt der Zukunft. Instrumente, Techniken und Best-Practice-Beispiele. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2016.
- [GM09] Grots, A.; Pratschke, M.: Design Thinking - Kreativität als Methode. *Marketing Review* St. Gallen (02), S. 18-23, 2009.
- [GPM17] Status Quo Agile - Dritte Studie zu Verbreitung und Nutzen agiler Methoden. Studie der Hochschule Koblenz in Zusammenarbeit mit Scrum.org und GPM. www.gpm-ipma.de, Stand: 16.02.2019
- [Ha17] Hays: HR-Report 2017. Schwerpunkt Kompetenzen für eine digitale Welt. Eine empirische Studie des Instituts für Beschäftigung und Employability IBE, 2017.
- [HE09] Heyse, V.; Erpenbeck, J.: Kompetenztraining. Informations- und Trainingsprogramme. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2009.
- [HS16] Hammermann, A.; Stettes, O.: Qualifizierungsbedarf und Qualifizierung: Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung. Working Paper. *policy paper* (03), 2016.
- [In17] Institut für Führungskultur im digitalen Zeitalter: Führungskompetenzen im digitalen Zeitalter. Eine Analyse von 30 Studien und Umfragen aus den Jahren 2012-2016. www.ikf.ch, Stand: 16.02.2019.
- [Ja98] Jacob, K., et al.: Der Mensch im betrieblichen Veränderungsprozess. Vorgehen zur Entwicklung von Veränderungskompetenz. In (M. Hartmann Hrsg.): DYNAPRO III – Erfolgreich produzieren in turbulenten Märkten (Band 3). Logis, Stuttgart, 1998.
- [JBD17] Jochmann, W.; Böckenholt, I.; Diestel, S.: HR-Exzellenz. Innovative Ansätze in Lea-


- dership und Transformation. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2017.
- [Ka13] Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J.: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. (Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0). Forschungsgruppe Wirtschaft und Wissenschaft, Berlin, 2013.
- [Ke16] Kelley, T.: *The Art of Innovation*. Doubleday, New York, 2016.
- [Ki16] Kinkel, S.; Rahn, J.; Rieder, B.; Lerch, C.; Jäger, A.: *Digital-vernetztes Denken in der Produktion*. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe, 2016.
- [Ki17] Kienbaum: *Die richtige Organisation zur Digitalen Transformation*. Eine bayme vbm Studie. www.cdn-assets.kienbaum.com. Stand: 16.02.2019.
- [KI13] Kleinmann, M.: *Assessment-Center*. Praxis der Personalpsychologie, Bd. 3. Hogrefe, 2013.
- [KMD 12] Krumm, S.; Mertin, I., Dries, C.: *Kompetenzmodelle*. Praxis der Personalpsychologie. Hogrefe, 2012.
- [Ko09] Kohl, I.: *Akzeptanzförderung bei der Einführung von Wissensmanagement*. Ein Methodenbaukasten für kleine und mittlere Unternehmen. TU Berlin, Diss., 2009.
- [Ko16] Kobi, J.-M.: *Neue Prämissen in Führung und HR-Management*. Mehr Leistung durch Sicherheit und Verbundenheit. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2016.
- [Li14] Liebenow, D.; Haase, C.; von Bernstorff, C.; Nachtwei, J.: *Bestehen im War for Talent*. Methodische Qualität des Kompetenzmodells als Überlebensstrategie. *Wirtschaftspsychologie* (1), 2014.
- [LKS10] Lievens, F.; Keen, G. Schollaert, E.: *A novel look at behaviour elicitation in assessment center exercises*. Poster session presented at the 25th Annual Conference of The Society for Industrial and Organizational Psychology, Atlanta, 2010.
- [LS11] Lievens, F.; Schollaert, E.: *Adjusting Exercises Design in assessment Centers: Theory, Practice, and Research*. In (Povah, N., Thornton III, G. C. (Eds.). *Assessment Centers and Global Talent Management*. pp.47-60, 2011.
- [MWK15] Meinel, C.; Weinberg, U.; Krohn T.: *Design Thinking Live*. Murmann, 2015.
- [NRS13] North, K.; Reinhardt, K. & Sieber-Suter, B.: *Kompetenzmanagement in der Praxis*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2013.
- [Ob13] Obermann, C.: *Assessment Center*. Springer Gabler, Wiesbaden, 2013.
- [OG06] von der Oelsnitz, D. & Graf, A.: *Inhalt und Aufbau interorganisationaler Kooperationskompetenz - Eine Konstruktbestimmung*. In (Schreyögg et al. Hrsg.): *Management von Kompetenz*. Managementforschung 16. Gabler Verlag / GWV Fachverlage, Wiesbaden, S. 83-120, 2006.
- [OHB12] Obermann, C.; Höft, S., Becker, N.: *Deutschland-Studie 2012*. In (Arbeitskreis Assessment Center e.V. Hrsg.): *Dokumentation zum 8. Deutschen Assessment-Center-Kongress*. Pabst Science Publishers, Lengerich, 2012.
- [Pf13] Pfannenberg, J.: *Veränderungskommunikation*. So unterstützen Sie den Change-Prozess wirkungsvoll. Frankfurter Allgemeine Buch, 2013.
- [Pi02] Pindl, T.: *Führen und Coachen von virtuellen Netzwerken*. Arbeiten und Führen - unabhängig von Ort und Zeit. Köln: Dt. Wirtschaftsdienst, 2002.
- [RE17] Rump, J. & Eilers, S.: *Auf dem Weg zur Arbeit 4.0*. Innovationen in HR. Springer Gabler, Berlin, 2017.
- [Sc12] Schermuly, C.C. et al.: *Die Zukunft der Personalentwicklung*. Eine Delphi-Studie. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*. 56/3, Hogrefe, Göttingen, S. 111-122, 2012.
- [SHS14] Schlund, S.; Hämmerle, M.; Strölin, T.: *Industrie 4.0*. Eine Revolution der Arbeitsgestal-

- tung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Stuttgart, 2014.
- [SK14] Schuler, H.; Kanning, U.P.: Lehrbuch der Personalpsychologie. Hogrefe, 2014.
- [SS16] Sauter, W.; Staudt, F.-P.: Strategisches Kompetenzmanagement 2.0. Potenziale nutzen - Performance steigern. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2016.
- [Sz15] Szebel, A.: Veränderungskompetenz von Mitarbeitern. Eine empirische Untersuchung zur differentiellen Konstrukterschließung der individuellen Veränderungskompetenz von Mitarbeitern unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses dispositionaler Persönlichkeitsfaktoren. Diss. Universität zu Köln, 2015.

Anhang

A1: Beobachtungsbogen


Dimension: Vernetzungsfähigkeit

Verhaltensanker	Zitate/Beobachtungen	1	2	3	4	5
						
Die Person hebt die Bedeutung von Zusammenarbeit bzw. Vernetzung hervor.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person stellt gemeinsame Ziele und Vorteile in Bezug auf das Vorhaben bzw. gemeinsame Problemlösung heraus.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person sieht die Netzwerkpartner als gleichwertig und gleichberechtigt an.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person schafft aktiv Freiräume für den Austausch (z.B. durch Anwendung von entsprechenden Moderationstechniken).		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person greift Ideen anderer proaktiv auf und entwickelt sie mit ihnen gemeinsam weiter. Keiner setzt sich auf Kosten eines anderen durch.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person verhält sich gegenüber den anderen vertrauensvoll und offen. Wichtige Informationen werden geteilt und nicht zurückgehalten. Den anderen wird zugehört und verschiedene Interessen transparent gemacht.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gesamtbewertung / 30

A2: Beobachtungsbogen

Dimension: Veränderungsfähigkeit

Verhaltensanker	Zitate/Beobachtungen	1	2	3	4	5
						
Die Person erkennt und identifiziert den Bedarf zur Veränderung.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person resümiert und reflektiert eigene Aussagen und Handlungen selbstständig, nimmt Feedback an und setzt dieses kurzfristig um.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person ist in der Lage, schnell auf dynamische Prozessänderungen adäquat zu reagieren.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person bringt sich aktiv in Gespräche und Diskussionen ein und bleibt dabei konstruktiv und ergebnisorientiert.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person kann trotz aufkommender Unsicherheiten und Widerstände fokussiert und zielorientiert an der Problemlösung arbeiten.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Person geht offen mit eigenen Bedenken, Ideen und Problemen um und teilt sie der Gruppe mit.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Gesamtbewertung	/ 30				

A3: AC-Element 1 zur Erfassung von Vernetzungsfähigkeit – Gruppendiskussion „Influencer Marketing“

Aufgabenstellung:

Die Teilnehmer (TN) erwartet sowohl eine Gruppendiskussion als auch eine Ausarbeitung eines Grobkonzeptes für ein potenzielles Projekt und eine Präsentation zum Abschluss der Aufgabe. Die Gesamtaufgabe umfasst 105 Minuten Arbeitszeit und ist unterteilt in 3 Teilaufgaben.

Teilaufgabe 1 – Mini-Fallstudie und Diskussion (Gruppenaufgabe):

Die Teilnehmer (TN) besprechen und diskutieren die folgende Aussage in der Gruppe. Es sollen Pro und Contra Argumente gesammelt werden, die in Bezug zu den strategischen Unternehmenszielen von MyMarketing gesetzt werden.

“The biggest trend of 2017 is fairly obvious: Influencer marketing will only get bigger. With the rise of ad blockers, the decline in traditional TV viewership, and the steady rise of social media, marketers need to fully embrace influencers in order to get their message heard in 2017 and beyond.”

Quelle: Tom Ward: 5 Influencer Marketing Trends That Will Dominate 2017, 13. Februar 2017, Forbes
<https://www.forbes.com/sites/tomward/2017/02/13/5-influencer-marketing-trends-that-will-dominate-2017/#50892ed2293a> Stand: 16.02.2019

Teilaufgabe 2 – Erarbeitung Grobkonzept (Gruppenaufgabe):

Nun bilden die Teilnehmer ein Projektteam mit dem Ziel Influencer Marketing bei MyMarketing zu implementieren. Sie sind angehalten die vorher diskutierte Thematik auf die Relevanz für die Unternehmensziele von MyMarketing zu beziehen. Weisen Sie die TN darauf hin gegebenenfalls Kooperationen mit neuen und vorhandenen Netzwerkpartnern zu beachten. Die TN bündeln bestenfalls ihr Fachwissen untereinander. Der Output soll ein Projektplan mit den wichtigsten Meilensteinen sein. Hierbei finden sich definierte Rollen und Aufgaben innerhalb des Projektteams wieder.

Teilaufgabe 3 – Ergebnispräsentation (Gruppenaufgabe):

Das Ergebnis wird in einer selbstgewählten Form von den Teilnehmern vor dem Beobachterkreis präsentiert.

Dauer der Teilaufgaben:

Teilaufgabe 1 – 30 Minuten

Teilaufgabe 2 – 60 Minuten

Teilaufgabe 3 – 15 Minuten

Materialien:

Flipchart, Pinnwände, Klebezettel, Marker, Informationen zum Unternehmen

A4: AC-Element 2 zur Erfassung von Veränderungsbereitschaft – Präsentation „Design Challenge – Innovatives Online-Produkt für MyMarketing Produktportfolio“

Aufgabenstellung:

Sie, als Moderator aus dem Beobachterkreis, setzen einen kurzen inhaltlichen Impuls zum sechsstufigen Prozess des *Design Thinking*, sodass ein gemeinsames Theorieverständnis vorausgesetzt werden kann. Die Teilnehmer werden diesen Prozess bis zur Erstellung eines Prototypen durchlaufen. Ziel ist es das MyMarketing Portfolio um eine innovative Online-Dienstleistung oder ein Online-Produkt zu ergänzen. Allen Teilnehmern stehen wichtige Informationen zu Unternehmenszielen, Wettbewerbsanalyse, bisher adressierten Zielgruppen und dem aktuellen Produktportfolio zur Verfügung. Insgesamt umfasst die Aufgabe 3 Stunden und ist unterteilt in 3 Teilaufgaben.

Teilaufgabe 1 – Pitch (Einzelaufgabe):

Zunächst erarbeiten die TN in einer Einzelarbeitsphase einen eindrucksvollen und aussagekräftigen 90-sekündigen Pitch. Entwickelt werden soll eine Produkt- oder Dienstleistungsidee, welche zu MyMarketing passt. Dafür geben Sie den TN 60 Minuten Zeit. Der Pitch wird vor der Großgruppe präsentiert. Im Anschluss erhalten die Teilnehmer ein kurzes Feedback.

Zur Vorbereitung des Pitches geben Sie den TN folgende Fragen zur Anregung mit:

- » Wer ist durch das Problem betroffen?
- » In welchem Umfeld besteht das Problem?
- » Was ist das genaue Problem?
- » Welchen Vorteil hat der Kunde?
- » Warum sollten wir das angehen?
- » Was ist unser Vorschlag?
- » Was sind ähnliche Produkte oder Dienstleistungen?
- » Was macht unsere Lösung so besonders?

Teilaufgabe 2 – Bau eines Prototyps (Gruppenaufgabe):

Die Produkt- oder Dienstleistungsidee soll nun zu einem Prototypen

weiterentwickelt werden. Sie als Moderator bilden 3 Gruppen. Innerhalb der jeweiligen Gruppe einigen sich die Gruppenmitglieder auf eine Idee. Die bisherige abstrakte Idee soll möglichst konkret, greifbar und erlebbar gemacht werden. Weisen Sie alle Teilnehmer darauf hin, welche Materialien benutzt werden können (Flipchart, Pinnwände, Bastelmaterial, Bildkarten, Lego, Klebezettel, Informationen zum Unternehmen). Pro Gruppe steht für diese Teilaufgabe zusätzlich ein Laptop zur Verfügung. Nach der Hälfte der hier vorgesehenen Arbeitszeit erfolgt ein Zwischenfeedback. Die Gruppen stellen den aktuellen Arbeitsstand vor und geben sich gegenseitig Hinweise. Danach geht es wieder in die Arbeitsphase.

Teilaufgabe 3 – Pitch des Prototypen (Gruppenaufgabe):

Der Prototyp jeder Gruppe wird gepitcht. Auch dieser Pitch wird 90 Sekunden dauern. Zur Erarbeitung und Abstimmung des Pitches erhalten alle Gruppen nochmal 30 Minuten Arbeitszeit. Sie weisen die Teilnehmer erneut auf die Fragen aus Unteraufgabe 1 hin. Nach den Pitches erfolgt eine umfangreiche Feedbackrunde. Setzen Sie den Rahmen für Kriterien, nach denen sich die Teilnehmer einschätzen sollen. Die Teilnehmer sind aufgefordert ihre persönliche Leistung, die Leistung des Teams, ihre Rolle und die persönliche Lernerfahrungen zu reflektieren.

Dauer der Aufgabenteile:

Teilaufgabe 1 – 90 Minuten

Teilaufgabe 2 – 90 Minuten

Teilaufgabe 3 – 30 Minuten

Materialien:

Flipchart, Pinnwände, Bastelmaterial, Bildkarten, Lego, Klebezettel, Informationen zum Unternehmen

1.5 Der Digitale Zwilling des Menschen im Kontext von Industrie 4.0

Hans-Georg Schnauffer¹⁷

Abstract: Im Rahmen der Digitalisierung industrieller Wertschöpfung (Industrie 4.0) werden umfassende Digitale Zwillinge von Maschinen, Anlagen, Produkten und Prozessen generiert. Sie sind ein Eckpfeiler der Vision von Industrie 4.0 zur autonomen Optimierung und Steuerung auf Basis von cyberphysisch äquivalenten Simulationen. Für das Know-how des Menschen liegen bis dato keine digitalen Repräsentationen vor, die mit Industrie 4.0-Systemen interoperabel wären. Neue Konzepte, wie die Verwaltungsschale, legen genau das nahe. Der Beitrag führt aus, dass mit der Analogie des digitalen Zwillings für den Menschen im Hinblick auf dessen Kompetenzen, Wissen, Fähigkeiten und Erfahrungen ein wesentlicher Beitrag für die nachhaltige Integration des Mitarbeiters auch im Kontext hoch digitalisierter Wertschöpfungssysteme geleistet werden könnte. Bestehende Ansätze des Wissensmanagements liefern hierfür eine gute Basis. Für die im internationalen Vergleich gut ausgebildeten und erfahrenen Belegschaften vieler Unternehmen könnte damit eine zusätzliche Option geschaffen werden, die Transformation Richtung Industrie 4.0 mit den Stärken und dem Wissen der Mitarbeiter zu verbinden.

Keywords: Industrie 4.0, Digitaler Zwilling, Digitaler Schatten, RAMI, Verwaltungsschale, Kompetenzmanagement, Interoperabilität, Wissensmanagement, Human Resources

1. Ausgangslage: Digital vernetzte Wertschöpfung produzierender Unternehmen (»Industrie 4.0«)

Die Digitalisierung der Wertschöpfung erfasst alle Branchen und Unternehmen. Im Bereich produzierender Unternehmen wird die digital vernetzte industrielle Wertschöpfung seit 2011 unter dem Begriff »Industrie 4.0« geführt [KAG11].

Beispiele von neuen Fabriken, in denen nur noch ein Bruchteil der bisherigen Belegschaft arbeitet, aber auch Prognosen über vollständig obsolet werdende Tätigkeiten, haben eine intensive Debatte darüber ausgelöst, welche Verschiebungen sich im Hinblick auf den Beschäftigungsgrad ergeben, welche Berufsbilder entstehen oder sich wie verändern sowie welchen Stellenwert die menschliche Arbeitskraft generell in der Industrie 4.0 noch hat. Bezüglich letzterem besteht grundsätzlich Einigkeit darüber, dass der Mensch im Mittelpunkt der Digitalisierung stehen müsse und auch stünde. Gerade in einer Wissensgesellschaft mit allgemein hohem Bildungs- und Kompetenzniveau spricht in der Tat auch wirtschaftlich einiges dafür, alle

¹⁷ Gesellschaft für Wissensmanagement, Plattform Industrie 4.0,
hans-georg.schnauffer@gfwm.de

Anstrengungen zu unternehmen, diese wertvollen Humanressourcen tatsächlich bestmöglich zu nutzen.

Allerdings vollziehen sich in zunehmendem Maße Entwicklungen, die darauf hindeuten, dass insbesondere in Deutschland, aber auch in anderen Ländern Europas, weder das Maximum der Humanressourcen, noch das Optimum im Rahmen der Digitalisierung industrieller Wertschöpfung integriert werden, sondern das notwendige Minimum. Das gefährdet letztlich Wohlstand und Wettbewerbsfähigkeit.

Dieses Papier benennt diese Entwicklungen, zeigt deren Verbindungen auf und formuliert eine Hypothese, welche Gesamtentwicklung sich abzeichnet. Kernaussage ist, dass wir zurzeit Maschinen, Anlagen, Produkte und Prozesse digital abbilden und damit vernetzungsfähig machen, nur nicht den Menschen. Damit steht der Mensch nicht wie vielerorts postuliert im Mittelpunkt, sondern außen vor.

Diese Sichtweise spiegelt eine neue interdisziplinäre Perspektive wider, die in dieser Form bisher bestenfalls in Ansätzen diskutiert wird. Mit diesem Papier soll eine Grundlage gelegt werden für eine weiterführende sachorientierte Debatte im Sinne der Sensibilisierung für diese schleichende Entwicklung und der Diskussion von proaktiven Gestaltungsoptionen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft.

Der Aufbau der Argumentation basiert auf einer Herleitung der grundlegenden Ideen und wichtigsten Konzepten von Industrie 4.0. Das Konzept des Digitalen Zwillings wird dabei besonders hervorgehoben und im Hinblick auf dessen Anwendbarkeit für den Mitarbeiter reflektiert. Dabei steht eine Betrachtung des Know-hows des Mitarbeiters im Vordergrund, die für die digital interoperable Abbildung im Industrie 4.0-Kontext von besonderem Interesse ist. Mit einem Verweis auf bestehende Ansätze wird der Bezug zu wesentlichen Entwicklungen des Wissensmanagements in Unternehmen hergestellt. Aus dieser kombinierten Betrachtung von Industrie 4.0 und Wissensmanagement werden erste Überlegungen abgeleitet, in welchen Schwerpunkten sich dieses Gestaltungsfeld darstellt, aber auch welche Herausforderungen damit verbunden sind. Da eine fundierte Aufarbeitung dieser Thematik zahlreiche Fragen impliziert, die heute noch offen sind, endet dieser Beitrag mit dem Vorschlag, diese Themenstellung in einem interdisziplinären Dialog weiter zu vertiefen.

2. Interoperabilität in der Industrie 4.0-Wertschöpfung

Industrie 4.0 bedeutet im engeren Sinne die Vernetzung aller Produktionsmittel über standardisierte Schnittstellen und Kommunikationstechnologien unter Nutzung des Internets auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Im weiteren Sinne ermöglicht Industrie 4.0 eine generelle und tiefgreifende Flexibilisierung, Anpassungsfähigkeit und permanente Weiterentwicklung aller Elemente des industriellen Wertschöpfungssystems mit dem Ziel, personalisierte Produkte zu Kosten herzustellen, wie sie bisher nur in der

Massenproduktion realisierbar waren. Diese Fähigkeit »Losgröße 1« zu realisieren, ohne jeweils manuell das System neu zu konfigurieren oder umzurüsten, ist eines der Kernversprechen von Industrie 4.0.

Industrie 4.0-Produktionssysteme kennen ihre Maschinen, deren Auslastungen und Zustände in hoher Auflösung und in Echtzeit. Mit dem voranschreitenden Einzug von Big Data, maschinellem Lernen und Künstlicher Intelligenz sowie zahlreicher weiterer IT-Entwicklungen (Cloud, Edge, 5G etc.), wird sukzessive die Fähigkeit der autonomen Optimierung auf- und ausgebaut. Dies ermöglicht eine permanente Selbstoptimierung der Fabrik und der gesamten Supply Chain entlang der anstehenden Bearbeitungsaufträge des Systems auf allen Ebenen: Von der Overall Equipment Effectiveness (OEE) bis zum Fräsprozess, der sich je nach Verschleißzustand der Schneide noch während einer Spindelumdrehung anpasst. Im Ergebnis werden Wertschöpfungsnetzwerke möglich, die – so die Vision – flexibel auf neue Anforderungen reagieren und resilient gegenüber Störungen sind [VOG17].

Geht ein Kundenauftrag in einem Industrie 4.0-Wertschöpfungssystem ein, initiiert dies weitestgehend autonom alle Folgeprozesse (Materialbeschaffung, Fertigungsplanung, Arbeitsvorbereitung, Bearbeitung, Durchlaufsteuerung, Qualitätskontrolle, Versand, etc.). Im Idealfall muss trotz aller kundenspezifischen Anpassungen keine menschliche Arbeitskraft in diesen Vorgang eingreifen. Ein solches Szenario ist nur dann möglich, wenn den involvierten Systemen alle erforderlichen Daten zur Verfügung stehen bzw. diese ad hoc generiert werden können. Damit werden unter Berücksichtigung aller Auftragsparameter, aller aktuellen Betriebszustände und aller Erfahrungswerte die bestmöglichen Bearbeitungsprozesse und -abfolgen ermittelt. Hinter Industrie 4.0 stehen eine große Anzahl unterschiedlicher Technologien, die in ihrem Zusammenwirken die grundsätzlichen Ideen und Visionen von Industrie 4.0 möglich machen [NEU16].

Eine entscheidende Basis hierfür sind cyberphysische Systeme (CPS) bzw. im Kontext industrieller Produktion cyberphysische Produktionssysteme (CPPS). Sie bestehen grundsätzlich aus einem meist physischen Objekt (Asset) und einem damit verbundenen informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekt oder Dienst. Dabei ist entscheidend, dass die informationsverarbeitende Ebene offen gegenüber der Anbindung an Informationsnetze ist und über diese jederzeit mit anderen verbundenen Systemen interagieren kann (Interoperabilität). Dies gilt nicht nur lokal, sondern perspektivisch über das Internet auch global [VDI13].

Für die technische Umsetzung dieses Ansatzes liegt mit der sog. »Verwaltungsschale« außerdem ein neues Konzept vor, das diese Vision mit unterstützt und damit deren Umsetzung einen entscheidenden Schritt voranbringen dürfte. Grundlage ist das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 RAMI [PLA16]. Der Begriff leitet sich von der Analogie ab, dass physische Objekte eine digitale Hülle erhalten. Eine Verwaltungsschale umfasst alle Informationen des zugehörigen Objektes, von beispielsweise Geometriedaten, Eigenschaften und Funktionen über aktuelle Zustands-, Nutzungs- und Leistungsparameter

bis hin zu Wartungsinformationen, Update-Historie und Berechtigungen. Verwaltungsschalen können eine Schraube, einen Sensor, eine ganze Maschine oder eine komplette Fabrik abbilden. Dementsprechend unterschiedlich ist deren Ausprägung und technische Umsetzung. Die Verwaltungsschale ermöglicht eine vertikale und horizontale Interoperabilität, durch die hochauflösende Echtzeitinformationen im Gesamtsystem verfügbar werden. Jüngst wurde das dafür erforderliche Informationsmodell vorgelegt [PLA18]. Die Verwaltungsschale stellt zum jetzigen Zeitpunkt keine abgeschlossene Entwicklung dar, sondern wird durch ein unabhängiges Unternehmensnetzwerk weiter vorangetrieben.

Mit der Verwaltungsschale können perspektivisch die unterschiedlichsten dezentralen Datenbestände miteinander direkt in Verbindung gebracht werden, ohne sie zuvor über zentrale Infrastrukturen jeweils einzeln anbinden zu müssen. Auf dieser Basis werden übergreifende Simulationsvorgänge möglich, für die unterschiedlichste virtuelle Modelle aller relevanten Komponenten verwendet werden können. Diese Modelle haben durch die Leistungssteigerungen der IT sehr große Fortschritte im Hinblick auf ihre Detailliertheit und analytische Präzision gemacht. Erst mit diesen Technologiesprüngen und der fortschreitenden Standardisierung von Schnittstellen, werden die Industrie 4.0-Visionen autonomer Optimierung möglich. Viele Modelle sind zwischenzeitlich derart umfangreich und detailliert geworden, dass sie als »Digitaler Zwilling« bezeichnet werden: Sie stellen ein umfangreiches digitales Abbild des physischen Objekts dar, bei dem beispielsweise nicht nur geometrische Daten enthalten sind, sondern alle möglichen Eigenschaften, Funktionen und sonstige Parameter, die von Relevanz für Nutzung und Nutzen sind.

3. Der Digitale Zwilling ist ein Kernkonzept von Industrie 4.0

Die digitale Repräsentation der realen Welt in Digitalen Zwillingen ermöglicht in Verbindung mit deren Vernetzung untereinander virtuelle Optimierungsprozesse komplexer Gesamtsysteme. Dabei geht es um die Summe aller Informationen über ein Objekt, die dann entlang des Life Cycles vertikal und horizontal vernetzt werden, ebenfalls über Unternehmensgrenzen hinweg. Dazu gehören auch alle möglichen Eigenschaften, Funktionen, Dynamiken und Fähigkeiten eines Objektes. Ein Objekt kann ein Sensor sein, eine Maschine, eine Anlage, ein Prozess, ein Produkt oder eine ganze Fabrik. Entscheidend ist, dass der digitale Zwilling permanent mit Wartungs-, Zustands- und Betriebsdaten aktuell gehalten wird, damit dessen Simulationsergebnisse valide Rückschlüsse auf das reale Objekt zulassen [STA18]. In diesem Zusammenhang wird auch von „cyber-physischer Äquivalenz“ gesprochen [STO15].

Eine Verwaltungsschale stellt eine gute Grundlage für einen Digitalen Zwilling dar. Je nach Objekt und Umsetzung kann sie selbst eine mögliche Ausprägung eines Digitalen Zwillings sein.

Das Verständnis all dessen, was durch einen Digitalen Zwilling abgebildet wird, ist im internationalen Vergleich unterschiedlich. Während international sehr weitreichende Vorstellungen bestehen, die auch Personen einbeziehen, wird in Deutschland dieser Ansatz tendenziell enger interpretiert und in der Regel auf Objekte bezogen (vgl. die Wikipedia-Artikel zu „digital twin“ und „Digitaler Zwilling“). Lediglich im medizinischen Kontext liegen erste Übertragungen des Begriffs auf den Menschen vor. Dabei geht es in der Regel um die Planung von medizinischen Eingriffen, Anpassung von Prothesen oder Medikationen [LEH16].

Im Industrie 4.0-Kontext, also im Zusammenhang mit der weitgehend autonomen Planung für die Abwicklung eines Fertigungsauftrages, spielen insbesondere Fähigkeiten, Qualifikationen und Verfügbarkeiten der Mitarbeiter eine Rolle. Bei Maschinen und Anlagen liegen inzwischen zahlreiche Ansätze vor, wie insbesondere die Eigenschaften, Funktionen und Fähigkeiten digital repräsentiert und semantisch interoperabel gemacht werden können. Auf diese Weise können übergreifende Simulationen des jeweiligen gesamten Wertschöpfungs-systems und darauf aufbauende autonome Optimierungen realisiert werden. Für Fähigkeiten, Qualifikationen und Verfügbarkeiten der Mitarbeiter, fehlen bisher vergleichbare Ansätze.

4. Der Digitale Zwilling des Mitarbeiters ist eine Voraussetzung für dessen direkte Integration in Industrie 4.0

Der im Industrie 4.0-Kontext an vielen Stellen permanent laufende Abgleich von anstehenden Bearbeitungsschritten mit verfügbaren Ressourcen kann nur diejenigen Ressourcen einbeziehen, die digital hinreichend repräsentiert und angebunden sind. Die generelle Idee von Industrie 4.0 einer umfassenden digital-autonom ablaufende Gesamtoptimierung aller Abläufe setzt eine ebenso durchgängige digitale Repräsentation und Vernetzung aller Ressourcen voraus, also grundsätzlich auch der Humanressourcen.

Die Analogie des digitalen Zwillings eines Mitarbeiters würde im Wesentlichen dessen Kompetenzen, Qualifikationen, Fähigkeiten, Erfahrungen und Verfügbarkeit umfassen. Entscheidend dabei wäre, dass auch hier der Gedanke der Äquivalenz zwischen Realität und digitaler Repräsentation verfolgt wird.

Noch ist in vielen Unternehmen Industrie 4.0 in diesem Sinne nicht realisiert: Zwar zeigen viele Anwendungsbeispiele erste Erfolge digitaler Vernetzung von bisher medien- und prozessbruchbehafteten Inselsystemen, von einer komplett durchgängigen digitalen Wertschöpfungskette sind viele Unternehmen noch weit entfernt [PLA19].

Gerade die Einsatzplanung und -steuerung der Arbeitsprozesse für Mitarbeiter geschieht nach wie vor in weiten Teilen analog bzw. händisch. Digitale Repräsentationen des Mitarbeiters, die eine digitalisierte Planung, Koordination und Steuerung unterstützen sowie deren Integration in die entsprechende Systemwelt sind beim Mitarbeiter bisher nicht

gegeben. Heutige Planungs- und Steuerungsprozesse im Kontext von Industrie 4.0 sind damit nicht in der Lage, Mitarbeiter in ihrem vollen Potenzial aus Kompetenz und Kapazität bei Planung, Steuerung und Optimierung der Abläufe zu berücksichtigen.

Zielstellung der Realisierung von Industrie 4.0 ist jedoch eine weitgehend durchgängige Automatisierung aller Planungs- und Steuerungsprozesse innerhalb des gesamten industriellen Wertschöpfungssystems. Unternehmen werden sukzessive weiter in diese Fähigkeit investieren.

Damit entsteht bzw. verschärft sich die Situation, dass die Industrie 4.0-immanente Planung, Steuerung und Optimierungslogik ausschließlich im Bereich der physikalischen und digital-virtuellen Ressourcen abläuft. Eine Integration der Mitarbeiter in diese Vorgänge setzt voraus, dass deren digitale Repräsentation in einer Art und Weise besteht, die interoperabel mit den gesamten Industrie 4.0 Systemarchitekturen ist. Diese Voraussetzung ist zurzeit nicht gegeben.

Für Unternehmen bedeutet das als Konsequenz, dass sie dem Industrie 4.0-Ziel einer durchgängig digitalen Planung, Steuerung und Optimierung aller Abläufe nur dann näherkommen können, wenn sie alle Abschnitte des Wertschöpfungsprozesses möglichst weitgehend ohne den Faktor Mensch gestalten. Eine Integration des Menschen würde heute zu einer Unterbrechung der digital durchgängigen Infrastruktur führen. Genau die strebt Industrie 4.0 jedoch an. Die Konsequenz ist eine schleichende Beschäftigungsverdrängung. Der Mensch steht also nicht im Mittelpunkt, sondern bestenfalls am Rand. Das seit Jahren diskutierte Szenario der „Dark Factory“, in der keine Beleuchtung erforderlich ist, weil sich im Betrieb keine Menschen darin aufhalten, spiegelt genau diese Entwicklung in letzter Konsequenz wider.

Hierbei gilt es zu verstehen, dass diese Entwicklung keiner explizit gewünschten Minimierung der Beschäftigung folgt, sondern sich logisch aus den Rahmenbedingungen ableitet und lediglich den üblichen unternehmerischen Entscheidungskriterien folgt. Wenn ein Unternehmen durch Digitalisierung Vorteile bei Effizienz und Effektivität realisieren kann, dann muss es diesem Weg früher oder später folgen. Es gilt daher, durch die Schaffung der grundsätzlichen Möglichkeit einer digital interoperablen Repräsentation des Mitarbeiters, den Unternehmen zusätzliche Optionen in der Gestaltung und Konfiguration der eigenen Wertschöpfungsstrukturen zu eröffnen.

Der Digitale Zwilling des Menschen würde ermöglichen, ihn flexibel und unter Berücksichtigung der Vielzahl an optimierbaren Variablen im Rahmen seines Kompetenz- und Verantwortungsbereichs in die Abläufe zu integrieren. Sowohl bei der Planung konkreter Arbeitsaufträge, als auch bei der Planung ganzer industrieller Wertschöpfungssysteme, könnte der Mensch genauso integraler und interoperabler Bestandteil sein, wie Maschinen. Zusätzlich könnten übergeordnete Kreativitäts- und Wissenspotenziale menschlicher Arbeitskraft die Innovativität, Flexibilität und Resilienz des Gesamtsystems stärken.

5. Status quo: Es gibt bereits digitale Beschreibungen des Mitarbeiters

Dieser Reifegrad der Steuerung und des Managements physischer Objekte und Abläufe steht einer in den letzten Jahren und Jahrzehnten relativ statischen und analogen Planung und Steuerung der Humanressourcen gegenüber. Gleichwohl gibt es durchaus Ansätze analoger und auch digitaler Repräsentationen von Mitarbeitern. Das sind insbesondere:

- **Bewerbungsunterlagen:** In aller Regel sind Bewerbungsunterlagen zum Zeitpunkt des Einstiegs eines Mitarbeiters die umfangreichste und detaillierteste Übersicht seiner Erfahrungen und Kompetenzen. Bewerbungsunterlagen werden in der Regel nur wenige Male im Berufsleben erstellt und benutzt. Seitens der Unternehmen werden diese Informationen kaum über den Bewerbungsprozess hinaus genutzt. Recruitment-Prozesse allgemein stellen in vielen Unternehmen ein wichtiges Gestaltungsfeld der Digitalisierung dar. Während zunächst mit Bewerberportalen der Fokus auf Prozesseffizienz gelegt wurde, erweitern neuere Ansätze den Fokus auf einen weitgehend digitalisierten Abgleich der Kompetenzen mit den Anforderungen. Weitere Entwicklungen digitalisieren das proaktive Scouting nach geeigneten Kandidaten auf Basis von deren digitalen Footprints. Trotz aller digitalen Dynamik und Disruption in diesem Bereich, fokussieren sich diese Anstrengungen in aller Regel auf das Gestaltungsfeld des Recruitments und bleiben so für die darüberhinausgehenden Vernetzungs- und Matching-Prozesse ungenutzt.
- **Yellow Pages** sind interne Mitarbeiterverzeichnisse, welche in aller Regel die Stammdaten sowie grundlegende Kompetenzgebiete des Mitarbeiters darstellen, die er üblicherweise nach eigenem Ermessen selbst einträgt und pflegt. Derartige Systeme sind in der letzten Dekade insbesondere bei wissensintensiven und größeren Organisationen eine unverzichtbare Grundlage der Zusammenarbeit geworden. Auch ihr Fokus ist jedoch eine rein informatorische Grundlage, beispielsweise für die Unterstützung bei der Suche nach Ansprechpartnern oder des Community-Buildings.
- **Kompetenzprofile und Kompetenzmanagement-Systeme:** Seit der Etablierung der Yellow Pages im Rahmen der ersten Intranet-Systeme um die Jahrtausendwende, haben sich unter dem Begriff des Kompetenzmanagements in vielen Unternehmen entsprechende Ansätze etabliert. Dabei werden für einzelne Mitarbeiter entlang meist vordefinierter Einzelkompetenzen individuelle Kompetenzprofile abgeleitet. Über ein unternehmensweites Kompetenzmodell soll ein Abgleich zwischen dem Bedarfs-Portfolio und dem Ist-Portfolio ermöglicht werden. Entsprechende IT-Systeme bilden die erforderlichen Vorgänge ab und vereinfachen die Verwendung, meist integriert in weitere HR-Kernprozesse, wie z.B. Mitarbeiter-Gespräche oder Personalentwicklung. Ambitioniertere Implementierungen stellen Verbindungen mit Intranet-Systemen her [NOR18].
- **Enterprise Social Networks:** Moderne Intranet-Systeme stellen personalisierte Informationsangebote zur Verfügung, die dem Bedarf des Mitarbeiters entsprechen

und seine interessen- und kompetenzbasierte Vernetzung innerhalb der Organisation unterstützen. Die darin hinterlegten Profile der Mitarbeiter stellen meist erweiterte Yellow Pages dar, deren Inhalte jedoch vielfältig vernetzt werden können. Der Übergang in Kommunikations- und Zusammenarbeitsfunktionalitäten ist meist fließend, weswegen Enterprise Social Networks für die operative Arbeit wesentlich mehr Relevanz entwickeln können, als Yellow Pages oder statische Intranets allein. Die Art der Unterstützung der operativen Arbeit umfasst

in der Regel all diejenigen Vorgänge, die eine aufgabenspezifische Informationsbereitstellung oder die Vernetzung von Mensch zu Mensch erfordern.

Diese Ansätze sind gut und wertvoll. Sie leisten wichtige Beiträge bei niedrig-dynamischen Abgleichprozessen von Aufgaben und Mitarbeitern.

Im Kontext von Industrie 4.0 entwickelt sich jedoch ein neues hoch-dynamisches Segment derartiger Abgleichprozesse, das bisher den automatisierten Abgleich von Aufgaben nicht mit Mitarbeitern, sondern Maschinen leistet. Dabei werden hochaufgelöste Einzelaufgaben unter Berücksichtigung aller erfassten Randbedingungen einem optimierten Set an Produktionsmitteln zugeordnet. Hier ist die Integration des Mitarbeiters in der Regel bisher nicht Gegenstand des Abgleichs aus Aufgaben und Ressourcen. Zwar liegen erste (noch) isolierte Ansätze vor, z.B. um die Schichtplanung zu unterstützen („Schicht-Doodle“) [BAU15], eine direkte Integration des Mitarbeiters in diese sich permanent aktualisierende Ressourcenplanung im Kontext Industrie 4.0 findet heute standardmäßig nicht statt.

Dabei ist zu konzedieren, dass die Bildung digitaler Profile des Menschen heute bereits in verschiedensten anderen Bereichen weit fortgeschritten ist. Plattformen, wie xing oder LinkedIn, die viele Nutzer sowohl im privaten, als auch im beruflichen Kontext verwenden, werden mit umfangreichen Angaben über Erfahrungen, Kompetenzen und Referenzen ausgestattet. Die Inhalte einer künftigen interoperablen digitalen Repräsentation des Mitarbeiters wären den Inhalten, wie sie auch in Yellow Pages, Kompetenzmanagement-Systemen und Enterprise Social Network-Profilen existieren, durchaus ähnlich (Kompetenzen, Erfahrungen). Unterschiede dürften insbesondere in der Integration von aktuellen Tätigkeiten, Präferenzen, Verfügbarkeit und Auslastung liegen. Auch Auflösung bzw. Granularität, Strukturierung und Skalierungen dürften andere sein.

Auf diesen Elementen gilt es aufzubauen. Sie zeigen, dass die grundsätzliche Motivation und Akzeptanz der Darstellung persönlicher Informationen gegeben ist. Selbstverständlich gilt es ebenso von den Voraussetzungen zu lernen, unter denen diese Bereitschaft zustande kommt, aber gleichermaßen auch von den Voraussetzungen, unter denen diese Bereitschaft nicht zustande kommt. Entscheidende Faktoren für die Bereitschaft dürften dabei die Datensouveränität des Nutzers sein, Transparenz und Governance über die Inhalte, deren

Verwendung sowie die verlässliche Sicherstellung von Grenzen der Verwendung. Diesen Faktoren gilt es bei einer weiteren Vertiefung der Thematik und v.a. bei der Entwicklung von Lösungsansätzen besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

6. Bewertung des qualitativen Potenzials: Wen betrifft es?

Für die Frage, welche Tätigkeitsprofile von der digitalen Repräsentation des Mitarbeiters im Sinne einer interoperablen Integration in Industrie 4.0-Strukturen profitieren würden, lassen sich grundsätzlich drei Cluster unterscheiden, die auch als Kontinuum zwischen zwei Extrema verstanden werden können.

- Den einen Endpunkt bilden die Aufgaben und Abläufe, bei denen vollständig automatisierte Szenarien auch heute schon die einzig vernünftige Lösung darstellen (gefährlich, schmutzig, belastend, monoton).
- Den anderen Endpunkt stellen Aufgaben und Abläufe dar, bei denen heute und auch auf absehbare Zeit die Erledigung durch den Menschen evident ist (soziale Beziehung, handwerkliches Geschick, Sinneswahrnehmung etc.).

Bei beiden Endpunkten des Kontinuums besteht kein Diskussionsbedarf im Sinne der Themenstellung des Digitalen Zwillings des Menschen. Diese beiden Bereiche sind daher für die weitere Betrachtung nicht relevant.

Von Relevanz ist der mittlere Bereich zwischen beiden Endpunkten, bei dem unter einer sachlogischen Betrachtung sowohl eine Erledigung durch technologische Lösungen (Maschinen, Roboter etc.), als auch durch den Menschen möglich wäre. Hier kommt die oben beschriebene Situation zum Tragen, dass ein Unternehmen auf dem Weg in die Industrie 4.0 aufgrund des Strebens nach einer durchgängigen digitalen Interoperabilität eine recht klare Präferenz für die Automatisierungslösung haben wird. Damit ergibt sich als Effekt, dass viele Unternehmen auf dem Weg in Richtung Industrie 4.0 implizit das Minimum der Beschäftigung in ihren digitalisierten Wertschöpfungsprozessen implementieren.

Würde sich also die aktuelle Situation, dass der Mensch keine interoperable Repräsentation seiner Kompetenzen, Fähigkeiten, Aufgaben, etc. hat, in Zukunft fortsetzen, so wäre die Konsequenz, dass der mittlere Bereich als Quelle von Beschäftigungspotenzial in Teilen verloren ginge. Viele hochautomatisierte Fabrik-Neubauten oder Erweiterungen von Produktionsanlagen, in denen nur noch ein Bruchteil der Belegschaft älterer Produktionsanlagen arbeitet, zeugen von dieser Entwicklung.

Wenn demgegenüber eine Möglichkeit gegeben wäre, durch interoperable digitale Repräsentation des Mitarbeiters innerhalb des „Wahlbereichs“ unternehmerische Präferenzen für den verstärkten Einsatz des Menschen zu ermöglichen, könnte damit eine Entwicklung ausgelöst werden, die den Menschen tatsächlich stärker in den Mittelpunkt von

Industrie 4.0 rückt. Unternehmen könnten folglich vergleichbare Effekte erzielen, die sie sonst nur mit hochautomatisierten Lösungen erreichen würden. Eine Lösung für die Realisierung eines Digitalen Zwillings des Mitarbeiters könnte damit zu mehr Beschäftigung führen, bei gleichzeitiger Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit.

An dieser Stelle gilt es im Sinne einer Präzisierung der Nutzeneffekte, eine Differenzierung des Betrachtungsfokus einzuführen:

- Die Bearbeitung eines konkreten Auftrages innerhalb eines gegebenen Wertschöpfungssystems: Hier geht es um die Festlegung, mit welchen Mitteln und Ressourcen die erforderlichen Bearbeitungsschritte erbracht werden.
- Die Neu- oder Weiterentwicklung eines industriellen Wertschöpfungssystems: Hier werden industrielle Arbeitssysteme neu gestaltet. Damit sind umfassende Festlegungen verbunden, welche Bearbeitungsschritte automatisiert werden und welche durch Mitarbeiter erledigt werden. Es gilt zu entscheiden: Wofür wird eine Automatisierungslösung gekauft und wofür wird ein Mitarbeiter eingestellt?

Diese Differenzierung ist von Bedeutung, weil sich der erste Fall relativ oft abspielt, allerdings innerhalb gegebener Rahmenbedingungen tendenziell kleinere Freiheitsgrade bietet. Der zweite Fall dagegen tritt im Rahmen der Unternehmensentwicklung relativ selten auf, bietet dafür jedoch deutlich weitreichendere Gestaltungsspielräume. Beide Bereiche gilt es differenziert zu betrachten.

7. Bewertung des quantitativen Potenzials: Wie viele betrifft es?

Geht man von 7,3 Mio. Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe aus, so ist selbstverständlich nur ein Bruchteil davon (vermutlich im einstelligen Prozentbereich) direkt im Fokus des o.a. Bereichs, in dem sachlogisch sowohl Mensch als auch Maschine eine Arbeitsaufgabe übernehmen können. In erster Linie dürften diese Entscheidungsoptionen bei Unternehmen auftreten, die komplexere, auftragsspezifisch individualisierte Produkte herstellen, deren Auftragsabwicklung aber dennoch mit einer gewissen Repetitivität der Tätigkeiten verbunden ist. Sowohl reine Serienfertiger, als auch reine Werkstattfertiger sind für diesen Ansatz im Hinblick auf Beschäftigungseffekte wahrscheinlich weniger relevant.

Dabei gilt es mehrere Punkte zu bedenken:

- Die betroffenen Job-Profile stellen eine sich relativ dynamisch verändernde Grundgesamtheit dar. Es ist davon auszugehen, dass diese Erweiterung der Grundgesamtheit sich sowohl in der Tiefe vollzieht (die Kohorte wird größer), als auch in der Breite (es kommen zusätzliche Kohorten dazu). Außerdem dürften zunächst weniger anspruchsvolle Job-Profile im Fokus stehen, mit der Zeit jedoch zunehmend auch höher bezahlte Job-Profile einbezogen werden.

- Es gilt dabei zu berücksichtigen, dass indirekte Effekte, beispielsweise eine generelle Verbesserung der Nutzungsmöglichkeit von Wissen, Erfahrungen und Kompetenzen der Mitarbeiter, verbessert werden. Hinzu kommt eine Verbesserung des Lernens durch personalisierte Wissensaugmentierung direkt in den Prozess der Arbeit. Auch die Personalentwicklung insgesamt könnte wesentlich hochauflösender, damit zielgerichteter und letztlich wirksamer gestaltet werden.
- Mit zunehmender Transformation des verarbeitenden Gewerbes in Richtung Industrie 4.0, werden die Effekte tendenziell steigen. Es spricht einiges dafür, dass aufgrund der in der Breite der Wirtschaft noch bevorstehenden Adoptionsphase derartiger Geschäfts- und Wertschöpfungspraktiken die Hauptwirkungsphase erst in den nächsten Jahren ansteht.

Im Ergebnis einer fundierten quantitativen Potenzialabschätzung ist zumindest mittelfristig von einer relevanten Anzahl von Beschäftigten auszugehen, deren Arbeitsplatz sicher wäre, wenn eine digital interoperable Repräsentation gegeben wäre. Das Beispiel des erfolgreichen Toyota-Werks in Nagoya, in dem jüngst die Zahl der Roboter reduziert und wieder mehr Tätigkeiten auf Mitarbeiter übertragen wurde, zeigt, dass es grundsätzlich auch in hoch automatisierten Fertigungskontexten relevante Potenziale für den Einsatz menschlicher Arbeit gibt [BOR18]. Eine digital interoperable Integration könnte diese Potenziale verstärken. Zusätzliche Mehrwerte, beispielsweise durch die o.a. indirekten Effekte, sind schwer zu quantifizieren, dürften jedoch in Summe ebenfalls wesentliche Nutzeneffekte darstellen.

8. Herausforderung: Der Digitale Zwilling des Mitarbeiters als Forschungs- und Innovationskorridor

Erkennt man Potenzial und Bedarf einer Industrie 4.0-mäßig interoperablen Repräsentation des Mitarbeiters an, impliziert die Frage, wie kurz-, mittel- und langfristige Schritte zur Erschließung dieses Innovationskorridors aussehen können. In jedem Fall sind eine ganze Reihe von Forschungsfragen zu beantworten, zum Beispiel:

- Wie können digitale Repräsentationen von Mensch und Organisation aussehen, die die Chancen digital vernetzter Wertschöpfung nutzen bzw. mit den wichtigen Automatisierungskonzepten kompatibel sind?
- Welche Tätigkeiten und Jobprofile liegen im „mittleren Bereich“, in dem aus Unternehmenssicht sachlich sowohl Mensch als auch Maschine infrage kommen? Heute – morgen – übermorgen?
- Welche Informationen sind im Kontext der digitalen Repräsentation eines Mitarbeiters in der Industrie 4.0 relevant?
- Wie können wir sie so gestalten, dass sie mit den etablierten Wertvorstellungen von informationeller Selbstbestimmung, Datenschutz etc. vereinbar sind?

- Welche Beschränkungen existieren real? Welche Beschränkungen existieren juristisch? An welche Limits stoßen Unternehmen heute schon, von welchen Limits wissen sie noch nichts?
- Wie sieht es international aus? Was machen andere Länder mit anderen Datenschutzgesetzen?
- Welche Potenziale bestehen quantitativ? Wie groß sind die relevanten Mitarbeiter-Kohorten? Unter welchen Kriterien?
- Welche Sekundär-Nutzeneffekte ergeben sich, wenn Menschen als Teil digitalisierter Wertschöpfungssysteme integriert werden?

Die Liste dieser Fragen gilt es im weiteren Verlauf der Reflexion und Diskussion tiefergehend auszuarbeiten. In jedem Fall bedarf es einer interdisziplinären Herangehensweise, in deren Rahmen die unterschiedlichen Fach-Communities miteinander in Kontakt gebracht werden.

Seitens der Gesellschaft für Wissensmanagement wird zur weitergehenden Ausleuchtung dieser Perspektive ein Sondierungsprozess initiiert, der in 3 bis 6 Monaten diese Thematik mit zusätzlichen Perspektiven anreichern wird. Diese Ausarbeitung dient der Diskussionsgrundlage und wird daher – so die Zielstellung – in kurzer Zeit durch neue und ergänzende Erkenntnisse zu überarbeiten sein. Dieses Projekt wird durch die Zukunftsalianz Arbeit und Gesellschaft ZAAG unterstützt.

9. Bewertung aus der Wissens- und Kompetenzmanagement-Perspektive

Im Wissensmanagement dauert die Diskussion über die Darstellung und bestmögliche Integration von Wissen, Können und Kompetenzen der Mitarbeiter seit Jahrzehnten an. Zahlreiche Lösungen und Erfahrungen liegen vor. Waren das vor ca. 20 Jahren noch weitgehend isolierte »Yellow Pages«, begann mit der Entwicklung von Enterprise Social Networks vor ca. 10 Jahren eine zunehmende Integration dieser persönlichen Profile in operative Abläufe im Unternehmen, in die zunehmend virtuelle Kommunikation und die darauf basierenden Community-Building Prozesse. Der infolge dessen entstandene Trend zur digital unterstützten Selbstorganisation der Wissensarbeiter sowie die zunehmende Nutzung mobiler Devices wurde über mehrere Jahre unter dem Begriff des Enterprise 2.0 geführt [SCH14].

Die Kernleistung des Wissensmanagements dürfte im Rückblick der letzten beiden Dekaden insbesondere darin liegen, die betriebliche Praxis der Wissensarbeit durch eine Digitalisierung auf unterschiedlichsten Ebenen deutlich effektiver und effizienter gemacht zu haben. Entlang des Paradigmas, dass Wissen letztlich immer an Menschen gebunden ist („Wissen ist immer zwischen zwei Ohren“, Peter Drucker), liegt der Fokus

des Wissensmanagements bei der Vernetzung von Mitarbeiter zu Mitarbeiter. Hierfür wurden diverse technische Lösungen entwickelt.

Parallel vollzog sich in den letzten Dekaden im industriellen Umfeld eine Automatisierungswelle, die die Vernetzung von Maschine zu Maschine im Fokus hatte. Beide „Welten“ koexistierten bis heute weitgehend getrennt. Sie sind in sich sehr erfolgreich. Mit der Entwicklung der Automatisierung in Richtung Industrie 4.0 und der deutlichen Erweiterung der Gestaltungsfelder von Industrie 4.0, greifen diese Entwicklungen zunehmend ineinander. Der Begriff der »Mensch-Maschine-Schnittstelle« beschreibt diese Kopplung beider Welten. Assistenzsysteme augmentieren das für die Interaktion mit der Maschine erforderliche Wissen direkt in den Arbeitskontext. Die Maschine selbst weiß, wer der Bediener ist und passt sich dessen Bedarf an. Die »Mensch-Roboter-Kollaboration« stellt eine weitere Entwicklungsstufe dieser wechselseitigen Durchdringung dar. Andere Entwicklungen übertragen die Ansätze der sozialen Netzwerke und deren Interaktionsmuster auf die Mensch-Maschine-Interaktion insgesamt. Sie erweitern unter dem Stichwort »Social Networked Industry« das Portfolio sozio-technischer Systemkonstellationen um zusätzliche Optionen, in denen Mensch und Maschine synergetisch zusammenarbeiten [TEN17].

Betrachtet man diese beiden Felder insgesamt, so fügen sich mit der Möglichkeit einer durchgängigen Vernetzung von Mitarbeiter zu Mitarbeiter, Mitarbeiter zu Maschine und Maschine zu Maschine, beide bisher getrennten Welten in eine kohärente Gesamtperspektive zusammen. Die Verbindung der Wissens- und Kompetenzmanagement-Perspektive mit der Industrie 4.0-Perspektive, kann damit grundsätzlich als eine logische Fortsetzung der bereits laufenden Konvergenz bezeichnet werden. Und tatsächlich bestehen Industrie 4.0-seitig schon seit der Startphase der Plattform Industrie 4.0 im Jahr 2013 Vorstellungen, dass Industrie 4.0-Systeme auf „Expertise-Kataloge“ zugreifen und darauf aufbauend den Mitarbeiterereinsatz planen [DIE13].

Gleichwohl steht dem generell sachlogisch plausiblen Zusammenhang eine bisher fundamental unterschiedliche Ausgangssituation gegenüber, die auf praktisch allen Ebenen inkompatibel ist (inhaltlich, technisch, organisatorisch, sozial). Bei allen mit einer solchen Durchgängigkeit der Vernetzung verbundenen Chancen, sind die Herausforderungen beträchtlich.

10. Herausforderungen

Die digitale Repräsentation von Kompetenzen, Erfahrungen, Präferenzen, Referenzen, Zeiten und Kapazitäten des Mitarbeiters in Verbindung mit deren interoperabler Vernetzung mit Industrie 4.0-Wertschöpfungssystemen stellt eine vielschichtige Herausforderung dar. Die technische Ebene dürfte dabei die geringste Hürde sein. Man könnte sogar den Standpunkt vertreten, dass die technische Dimension faktisch gelöst ist und es ledig-

lich eine Frage der Zeit ist, bis aufgrund dessen vor allem im außereuropäischen Ausland derartige Ansätze realisiert werden.

Für eine gestaltungsorientierte Diskussion in Deutschland und Europa stellen insbesondere die nicht-technischen Aspekte dieser Thematik besondere Herausforderungen dar. Ein wichtiger Faktor dürfte dabei die verbreitete gesellschaftliche Skepsis gegenüber einem offenen Umgang mit persönlichen Daten sein, die eine gewachsene Sensibilität für Datenschutz, und in zunehmendem Maße auch Datensouveränität, widerspiegelt. Ein weiterer Faktor dürfte im Grundsatz der Datensparsamkeit liegen. Schließlich gilt es ebenfalls die Missbrauchsrisiken zu berücksichtigen, die mit einer solchen Datenlage einhergehen. Faktisch ist nie ausschließbar, dass auch diese Daten in die falschen Hände fallen, manipuliert oder auch für ungewünschte Auswertungen verwendet werden (Leistungskontrolle).

Alle diese und weitere Faktoren stellen valide Perspektiven dar. Letztlich basieren diese auf Errungenschaften und Werten, denen jeweils eine eigene breite gesellschaftliche Auseinandersetzung voraus ging und die schließlich legislative Rahmenbedingungen nach sich zogen. Demgegenüber stehen die Möglichkeiten und Chancen, die sich aus einer digital interoperablen Repräsentation des Menschen ergeben können. Hier gilt es die bereits im Kontext der Enterprise 2.0-Entwicklungen geführten Diskussionen und Lösungsansätze zum Umgang mit Mitarbeiterdaten aufzugreifen und in den Kontext von Industrie 4.0 zu setzen [SCH16].

Ziel muss daher sein, dass eine sach- und lösungsorientierte Debatte zu dieser Thematik geführt werden kann, unter Berücksichtigung der übergeordneten, teilweise stark emotional aufgeladenen Diskussionen.

11. Fazit: Warten oder starten?

Wesentliche Impulse der Digitalisierung des täglichen Lebens sind in den letzten Dekaden insbesondere in den USA vorangetrieben worden. Warum sollte also auch für diese Thematik die evidente Entwicklungsdynamik bei persönlichen Assistenzsystemen des angelsächsischen Raumes den Weg bahnen, der in Deutschland und Europa dann übernommen werden kann? Man könnte dann schlicht abwarten, bis die entsprechenden Lösungen vorliegen und diese als defacto-Standard übernehmen.

Diese Frage lässt sich zwischenzeitlich analog auf den asiatischen Raum übertragen. Hier treibt China das System der Social Points voran, das aufgrund der zentralen Zusammenführung unterschiedlichster Daten (vermutlich) eine ganze Reihe von Aspekten eines Digitalen Zwillings abbildet.

Die Idee des Digitalen Zwillings des Menschen kann mit mehreren negativen Assoziationen verbunden werden. Tatsächlich ist der Status quo in vielen Unternehmen im Hin-

blick auf die in aller Regel sehr rudimentäre Informationslage über Kompetenzen, Interessen und Erfahrungen der Mitarbeiter in einschlägigen Human Resources-Systemen dadurch erklärbar, dass schon heute diese Repräsentation von Kompetenzen, Interessen und Ressourcen / Kapazitäten einem Kräftefeld meist vorbelasteter Konfliktthemen (Datenschutz, Leistungskontrolle, „Big Brother“ etc.) ausgesetzt ist.

Viele Unternehmen schrecken daher aufgrund der großen Unsicherheit vor Investitionen in diesen Bereich zurück. Die Einführung der europäischen Datenschutzgrundverordnung DSGVO hat diese Unsicherheit verstärkt. Unternehmen in Deutschland und Europa werden daher auf absehbare Zeit von sich aus höchstwahrscheinlich keine Treiberrolle übernehmen. Damit zeichnet sich ab, dass nolens volens für diese Fragestellung der internationale Raum defacto-Standards für Deutschland und Europa setzen würde.

Es ist leicht absehbar, dass diese Ansätze nur sehr bedingt geeignet sein werden, die europäischen und insbesondere deutschen Werte zu berücksichtigen und zu stärken (Demokratie, soziale Marktwirtschaft, Rechtsstaatlichkeit, „Gute Arbeit“ mit auskömmlichen Löhnen mit guten Arbeitsbedingungen, Gleichberechtigung, Schutz der Privatsphäre, Datenschutz und Datensouveränität, Mitbestimmung, Nachhaltigkeit, unternehmerische Unabhängigkeit, etc.).

Die international gute Positionierung Deutschlands als Innovationstreiber im Bereich Industrie 4.0 empfiehlt sich auch in diesem Bereich eine proaktive Rolle als Initiator von Konzepten und Lösungen. Insbesondere aus der Perspektive einer Wissensgesellschaft mit hohem Wohlstands- und Bildungsniveau liegt nahe, diese Ressourcen unter Wahrung und Stärkung unseres Wertekanons der industriellen Wertschöpfung zugänglich zu machen.

Es reicht nicht, den Mensch bei den Change-Prozessen in den Mittelpunkt zu stellen und die Mitarbeiter im Rahmen der Implementierung von Industrie 4.0-Ansätzen „mitzunehmen“. Entscheidend ist, dass der Mensch bei diesen selbst als essenzieller Faktor derart mit integriert ist, dass die Stärken der menschlichen Arbeit voll zum Tragen gebracht werden und nicht aufgrund der digitalen Entkopplung außen vor bleiben.

Literaturverzeichnis

- [BAU15] Bauer, Wilhelm; Gerlach, Stefan (Hrsg.): Selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in Cyber-Physical Systems, Abschlussbericht des Projektes "KapaflexCy", Stuttgart 2015.
- [BOR18] Bork, Henrik: Rauswurf der Roboter. In: Roland Berger Think.Act Magazin: Bleib Mensch. Ausgabe 11/2018, S. 52-58.
- [DIE13] Diegner, Bernhard: Die Plattform Industrie 4.0. Vortrag im Rahmen des ISWA-Politikseminars »Zukunft der Industrie«, Mitschrift des Autors, Berlin, 9.9.2013.

- [KAG11] Kagermann, Henning; Lukas, Wolf-Dieter; Wahlster, Wolfgang: Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. In: VDI-Nachrichten. Ausgabe 13, 1. April 2011.
- [LEH16] Lehrach, Hans; Ionescu, Adrian; Benhabiles, Nora: The Future of Health Care: deep data, smart sensors, virtual patients and the Internet-of-Humans. Online auf www.futurehealthurope.eu. (Abruf 13.1.2019).
- [NEU16] Neugebauer, Reimund; et al (2016): Industrie 4.0 - From the perspective of applied research. 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Stuttgart 2016.
- [NOR18] North, Klaus; Reinhardt, Kai; Sieber-Suter, Barbara: Kompetenzmanagement in der Praxis: Mitarbeiterkompetenzen systematisch identifizieren, nutzen und entwickeln. 3. Aufl., 2018.
- [PLA16] Plattform Industrie 4.0: Struktur der Verwaltungsschale: Fortentwicklung des Referenzmodells für die Industrie 4.0-Komponente. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). April 2016.
- [PLA18] Plattform Industrie 4.0: Verwaltungsschale im Detail. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). November 2018.
- [PLA19] Plattform Industrie 4.0: Online-Landkarte der Anwendungsbeispiele. Siehe www.plattform-i40.de (Abruf 3.2.2019).
- [SCH14] Schnauffer, Hans-Georg: Enterprise 2.0 unplugged. Gestaltungsmöglichkeiten und – herausforderungen des Wissensmanagements auf dem Weg zum Social Enterprise jenseits des Bildschirms. In: Arns, T.; Bentele, M.; Niemeier, J.; Schütt, P.; Weber, M. (Hrsg.): Zukunft der Wissensarbeit. Berlin 2014, S. 217-224.
- [SCH16] Schnauffer, Hans-Georg: Digitalisierte Wissensarbeit im Enterprise 2.0: Herausforderung für den Datenschutz. In: BvD-NEWS Das Fachmagazin für den Datenschutz, Heft 1/2016, S. 52-54.
- [STA18] Stark, Rainer: Smarte Fabrik 4.0 – digitaler Zwilling. Themenblatt, Berlin 2018.
- [STO15] Stork, André: Industrie 4.0: Cyber-physische Äquivalenz, Darmstadt 2015.
- [TEN17] ten Hompel, Michael: In der Social Networked Industry werden Mensch und Maschine zum Team. In: Innovationslabor Logistik. Standpunkt. Online auf <https://www.innovationslabor-logistik.de/> (Abruf 3.2.2019).
- [VDI13] Bettenhausen, Kurt; Kowalewski, Stefan: Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. Hrsg.: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) im Verein Deutscher Ingenieure, April 2013 www.vdi.de/gma (6.1.2019).
- [VOG17] Vogel-Heuser; Birgit; Bauernhansl, Thomas; ten Hompel, Michael (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Bd.1-4, 2. Aufl., Berlin 2017.
- [WIK19] Wikipedia zu „digital twin“ auf en.wikipedia.org und „Digitaler Zwilling“ auf de.wikipedia.org, abgerufen am 20.1.2019 .

1.6 Innovative Wissensräume

Entwicklung einer virtuellen Methode zur Optimierung von Wissenstransfer und Wissensgenerierung in virtuellen Teams (WiViTe)

Evi Kneisel¹⁸, Katja Werner¹⁹, Peter Pawlowsky²⁰, Oliver Koch²¹, Toralf Kahlert²² und Andreas Lischka²³

Abstract: Aufgrund steigender Digitalisierungs- und Internationalisierungstendenzen nimmt die Bedeutung virtueller Arbeitsformen zu. Besonders in wissensintensiven und hoch dynamischen Branchen setzen Unternehmen vermehrt virtuelle Teams ein, um schneller auf Marktveränderungen reagieren und über Unternehmens- und Ländergrenzen hinweg tätig sein zu können. Gleichzeitig erhöhen virtuelle Arbeitsformen die Flexibilität und Autonomie der Arbeitnehmer, da diese unabhängig vom Arbeitsort ihre Arbeit organisieren können. Allerdings ist die räumlich getrennte Zusammenarbeit mit besonderen Herausforderungen verbunden: Die physische Distanz der Teammitglieder erschwert den Transfer und das Generieren neuen Wissens. In der Praxis steht bislang die technische Entwicklung und Optimierung digitaler Informationssysteme im Vordergrund, während Fragen nach der Arbeitsorganisation und gemeinsamen Nutzung dieser Tools vernachlässigt werden. Das vorgestellte Forschungsvorhaben untersucht, wie der digitale Wissenstransfer und die Wissensgenerierung in virtuellen Teams effizient gestaltet werden können. Ziel ist die Entwicklung und praktische Erprobung einer prototypischen Methode, die es Unternehmen ermöglicht, den Wissenstransfer und die Wissensgenerierung in virtuellen Teams zu optimieren. Die virtuelle Zusammenarbeit wird in einer digitalen Plattformumgebung prototypisch evaluiert.

Keywords: virtuelle Teams, Wissenstransfer, Wissensgenerierung, digitale Plattform

¹⁸ Technische Universität Chemnitz, Lehrstuhl Personal und Führung, Thüringer Weg 7, 09126 Chemnitz, evi.kneisel@wirtschaft.tu-chemnitz.de

¹⁹ Technische Universität Chemnitz, Lehrstuhl Personal und Führung, Thüringer Weg 7, 09126 Chemnitz, k.werner@wirtschaft.tu-chemnitz.de

²⁰ Technische Universität Chemnitz, Lehrstuhl Personal und Führung, Thüringer Weg 7, 09126 Chemnitz, peter.pawlowsky@wirtschaft.tu-chemnitz.de

²¹ CTI CONSULTING GmbH, Wilhelmsstrasse 2a, 34117 Kassel, oliver.koch@cti-consulting.de

²² Pumacy Technologies AG, Bartningallee 27, 10557 Berlin, toralf.kahlert@pumacy.de

²³ FOM Hochschule für Oekonomie & Management, Bereich Wirtschaftsinformatik, Kölnische Str. 69, 34117 Kassel, andreas.lischka@fom.de

1. Einleitung

Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und Internationalisierungstendenzen nimmt die Bedeutung virtueller Formen der Zusammenarbeit zu. Insbesondere in wissensintensiven und hochdynamischen Bereichen nutzen Organisationen zunehmend virtuelle Teams, um schneller und flexibler agieren zu können ([FKS14], [SM07], [SHE09]). Der Einsatz von verteilt arbeitenden (virtuellen) Teams ermöglicht Unternehmen agil handeln zu können und über Unternehmens- und Ländergrenzen hinweg tätig zu sein (z. B. [Fr16]). Dadurch können steigende Kundenanforderungen schnell und vor allem örtlich flexibel erfüllt werden, um die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit zu sichern.

Ein Hauptgrund für den Einsatz virtueller Teams ist die Möglichkeit, spezialisiertes und verteiltes Wissen über physische Grenzen hinweg zu integrieren. In der Tat sind Wissensaustausch und Wissensgenerierung entscheidende Prozesse in virtuellen Teams, da sie Voraussetzungen für effektive Problemlösung und Innovationen sind [AL01]; [SE90]). Gleichzeitig verspricht die fortschreitende Entwicklung von Informationstechnologien neue Möglichkeiten und Werkzeuge, um kritische Wissensprozesse in der virtuellen Zusammenarbeit zu unterstützen. Entwicklungen in den Bereichen künstliche Intelligenz, virtuelle Simulations- und virtuelle Kollaborationswerkzeuge eröffnen neue Wege und Werkzeuge, um relevantes Wissen zwischen Einzelpersonen darzustellen, zu vernetzen und zu übertragen.

Trotz wachsender technologischer Möglichkeiten sind Wissensaustausch und Wissensgenerierung in virtuellen Kollaborationen mit besonderen Herausforderungen verbunden. Die räumliche Distanz der Mitglieder, die kulturelle Vielfalt und die Abhängigkeit von Informationstechnologien verkomplizieren Wissensprozesse ([Ar18], [FC05], [KL13]). Wie Untersuchungen zeigen, ist es für virtuelle Teams schwieriger, die soziale Distanz zwischen den Teammitgliedern zu überwinden und das im Team vorhandene Wissen zu ermitteln. Als Folge besteht in vielen Fällen nur wenig Transparenz darüber, welches Wissen wo vorhanden ist und in welchem Umfang zielgerichtet (virtuell) transportiert werden konnte. Relevante Forschungsbefunde belegen, dass virtuelle Teams beim Informations- und Wissensaustausch fehleranfälliger sind und ebenfalls mehr Zeit benötigen (z. B. [Ha02], [KRJ11], [OI08], [Ro07]). Virtuelle Teams befinden sich somit in einem Spannungsfeld zwischen wachsenden Anforderungen und technologischen Möglichkeiten der virtuellen Wissensintegration einerseits und den sozialen Herausforderungen des Managements von Wissensprozessen über physische und soziale Distanzen andererseits. Da die technologischen Entwicklungen immer komplexer werden und ebenfalls die Interaktion zwischen Individuen und Technologie immer komplexer wird, ist ein übergreifendes Management virtueller Wissensprozesse erforderlich, welches die komplexen Beziehungen und Interaktionen zwischen individuellen Faktoren (z. B. indi-

viduelle Kognition), sozialen Faktoren (Interaktion und Zusammenarbeit) sowie technologischen Faktoren bei virtuellen Kollaborationen angemessen berücksichtigt.

In Forschung und Praxis mangelt es bislang an fundierten und integrativen Konzepten und Methoden für ein effektives Wissensmanagement in virtuellen Teams ([Fa14]). Zwar existieren vielfältige technikbasierte Tools, die auf eine Unterstützung des Wissensaustausches und der -Vernetzung in der virtuellen Teamarbeit abzielen, z. B. Wissensablagensysteme, virtuelle Konferenz-Software und soziale Plattformen. Jedoch sind diese Instrumente sehr heterogen, wenig aufeinander abgestimmt und fokussieren meist nur die technische Komponente des Wissenstransfers. Auch ist der Nutzen dieser Instrumente für einen effektiven Wissenstransfer oder die Wissensgenerierung in virtuellen Teams kaum untersucht. Parallel dazu existieren in der einschlägigen Forschung bereits eine Vielzahl an fundierten Erkenntnissen zu Einflussfaktoren und Instrumenten des Wissensaustausches, der Wissensgenerierung und Wissensvernetzung auf der Teamebene, z. B. im Bereich der sozio-kognitiven Teamforschung und des Wissensmanagements. Allerdings wurden diese Erkenntnisse bislang nur vereinzelt auf die Zusammenarbeit in virtuellen Teams übertragen. Auch mangelt es an integrativen Konzepten für den Einsatz innovativer technischer Instrumente (IT-Tools und Software) im Rahmen der virtuellen Zusammenarbeit. Das hier vorgestellte Forschungsprojekt setzt an diesen Lücken an.

Das Ziel des Projektes WiViTe ist die Entwicklung und Pilotierung einer virtuellen Arbeitsmethode, die den Aufbau und Transfer von Wissen in virtuellen Teams unterstützt. Diese Methode zielt auf eine partielle Neugestaltung der Zusammenarbeit in virtuellen Teams ab und beschreibt, auf welche Art und Weise (wie und mit welchen Maßnahmen) und mithilfe welcher technischen Tools (Instrumente und Werkzeuge) der Wissenstransfer und die Wissensgenerierung in virtuellen Teams optimiert werden kann. Neuartig dabei ist eine enge Verzahnung von innovativen Arbeitsgestaltungsmaßnahmen und informationstechnischen Instrumenten. Der virtuelle Austausch und die Vernetzung im Rahmen der Methode sollen über ein weiterentwickeltes IT-Framework stattfinden, das auf eine barrierefreie Einbindung unterschiedlicher Tools, v. a. E-Mail, Video-Konferenzsysteme, soziale Netzwerke, abzielt. Diese neu zu konzipierende Form des virtuellen Austausches integriert auch moderne Technikansätze wie virtuell Realität und Ansätze der künstlichen Intelligenz. Ein wichtiges Ziel von WiViTe besteht in der Erprobung und Validierung der Methode in der Praxis. Dabei sollen die Einführung und Anwendung der Methode sowie deren Auswirkungen auf den Wissenstransfer und die Wissensgenerierung in virtuellen Teams überprüft, analysiert adaptiert werden.

2. Theoretische Grundlagen und Forschungsstand

2.1 Forschungsansatz

Das Projektkonsortium bezieht sich auf einen sehr breiten und interdisziplinären Forschungsansatz. Ein Novum ist die Integration verschiedener Komponenten und Disziplinen (Mensch, Technik, Wissen/Information und Arbeitsorganisation) in ein integratives Konzept und Methodik. Durch die Ausrichtung auf diese verschiedenen Komponenten und Disziplinen sind insbesondere jene Forschungsbereiche von Relevanz, die sich mit diesen Komponenten beschäftigen. Zu nennen sind hier insbesondere (1) die Teamforschung als Betrachtung der Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen erfolgreicher virtueller Zusammenarbeit, (2) die Forschung zu Wissensmanagement mit relevanten Ansätzen und Instrumenten zum Austausch und der Vernetzung von Wissen und (3) die Informationswissenschaften und Human-Computer Interaction (HCI)-Forschung zur Entwicklung und Anwendung geeigneter virtueller Informations- und Kommunikationssysteme.

Die betrachtete Schnittstelle zwischen Teamarbeitsansätzen, Wissenstransfer- und Wissensgenerierungskonzepten sowie informationstechnischen Grundlagen wurde bislang in der einschlägigen Forschung kaum betrachtet. Es mangelt an integrativen Konzepten und empirischen Befunden zum effektiven Wissensmanagement in der virtuellen Teamarbeit. Dessen ungeachtet existieren einige relevante Vorarbeiten und Befunde aus einzelnen Forschungsbereichen, an die angeknüpft werden kann und die sinnvoll für die Methodenentwicklung genutzt werden können. Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse kurz skizziert.

2.2 Teamforschung

Als Konsequenz zunehmend wissensbasierter und intellektuell anspruchsvoller Teamarbeit wird im Rahmen der Teamforschung seit Beginn der 90iger Jahre des 20. Jahrhunderts eine stärkere Fokussierung auf kognitive Aspekte der Teamarbeit gelegt (vgl. [Bu08]). Im Fokus dieser sozio-kognitiven Teamforschung stehen informations- und wissensverarbeitende Prozesse in Teams, wie Entscheiden, Planen sowie Anwenden und Generieren von Wissen ([HTV97]). Wissen, Annahmen oder Einstellungen, welche jedes Teammitglied in die Arbeit einbringt, sind zunächst Beiträge auf individueller Ebene. Um ein gemeinsames Ergebnis, z.B. eine gemeinsame Problemlösung, zu erreichen, muss dieses individuelle Wissen auf bestimmte Art und Weise integriert werden ([MW96]). Die Erkenntnisse der sozio-kognitiven Teamforschung ermöglichen einen direkten Bezug zu informationsverarbeitenden, wissensintensiven Teamprozessen und liefern Hinweise, wie Wissen in (virtuellen) Teams effektiv geteilt, generiert, vernetzt und organisiert werden kann.

Befunde belegen, dass sich gemeinsame Wissensstrukturen („team mental models“, [KM94], [MD01]) sowie ein etabliertes transaktives Wissenssystem („Transactive Memory System“, z. B. [Br02], [We87]) positiv auf die Koordination, den Wissensaustausch und die Generierung neuen Wissens in Teams auswirken. Auch eine positive Verbindung zur Teamleistung (z. B. Effektivität, Innovationsfähigkeit) konnte nachgewiesen werden (z. B. [DM10a], [DM10b]). Auch im Rahmen der virtuellen Zusammenarbeit konnte die erfolgskritische Relevanz mentaler Teammodelle nachgewiesen werden (z. B. [KH16], [MG14], [YZZ06]). Gleichzeitig weisen Studien darauf hin, dass die physische Distanz in verteilt arbeitenden Teams den Aufbau gemeinsamer Wissensstrukturen erschwert (z. B. [An11], [SC17]). Erforderlich ist daher ein explizites Management der Informations- und Kommunikationsstrukturen in virtuellen Teams, um den Aufbau mentaler Wissensstrukturen zu unterstützen (vgl. [Kr09]).

Darüber hinaus existieren im Kontext der virtuellen Teamforschung erste Befunde zu Einflussfaktoren und Gestaltungsmaßnahmen zur Unterstützung virtueller Informations- und Wissensaustauschprozesse, auf die im Projekt Bezug genommen werden kann, z. B. Kreativitätstechniken ([CDK17]), soziale Netzwerke ([KRJ11]) und kollektives Informationsmanagement ([Ra11]). Einige Studien betrachten soziale Faktoren der Interaktion in virtuellen Teams oder der Arbeitsorganisation. Zum Beispiel weisen die Studien von Collins und Kollegen ([Co17]), Pinjan und Palvia ([PP13]) und Sexe ([Se17]) auf die Bedeutung von Vertrauen, Führung und Teaminteraktionsprozessen und sozialer Nähe für den effektiven Wissensaustausch in virtuellen Teams hin. Die meisten dieser Studien fokussieren jedoch nur Transfer- und Austauschprozesse und vernachlässigen den Aspekt der Generierung neuen Wissens.

2.3 Wissensmanagement

Im Bereich der Wissensmanagementforschung existieren ebenfalls relevante Ansätze und Instrumente, die für den Einsatz/die Anwendung im virtuellen Kontext geeignet sind. Zum Beispiel das Konzept der Wissensspirale (SECI-Modell) von Nonaka und Takeuchi ([NT97]) und der Ansatz des integrativen Wissensmanagements von Pawlowsky ([Pa98]) beschreiben Prozesse der Wissensentwicklung und des Wissensaustausches. Darüber hinaus existieren eine Vielzahl an praxisorientierten Instrumenten und Maßnahmen zur Unterstützung von Wissenstransfer- und Wissensgenerierungsprozessen (für einen Überblick siehe auch [HM11]). Allerdings sind diese Maßnahmen zumeist nicht zugeschnitten auf den Bedarf und die Herausforderungen virtueller Zusammenarbeit.

2.4 Informationswissenschaften

Weitere relevante Inputs und Ausgangspunkte für WiViTe bilden Erkenntnisse und Befunde aus der Human-Computer Interaction (HCI)-Forschung. Dieser Forschungsbe-

reich beschäftigt sich mit dem Design und der Anwendung von PC-Technologien an der Schnittstelle zwischen Mensch und Computern. Er liefert verschiedene Erkenntnisse zur allgemeinen Bedeutung von Softwarelösungen für die Zusammenarbeit in virtuellen Teams (z. B. [LV18]), zu kognitiven Prozessen und Überlastungen bei der Nutzung von Computern (z. B. [HN17]) sowie zur softwaregestützten Messung von teamrelevanten Prozessen und Konzepten (z. B. [Bu18], [De16], [GA16]). Diese Erkenntnisse können genutzt werden, um die Gestaltung von technikbasierten Maßnahmen umfassender zu fundieren und geeignete technikbasierte Messinstrumente (für die Erfolgsmessung) einzusetzen.

Zusammenfassend existieren verschiedene Befunde zur Gestaltung virtueller Wissensprozesse aus verschiedenen Forschungsbereichen. WiViTe wird diese Erkenntnisse systematisch aufarbeiten und in einen übergreifenden Ansatz integrieren.

3. Vorgehensweise und erwartete Ergebnisse

WiViTe gliedert sich in insgesamt vier Phasen und Arbeitsschritte.

1. **Problem und Bedarfsanalyse (Soll-Ist-Analyse):** In der ersten Forschungsphase sollen mittels einer integrierten Mehrfallstudie erfolgskritische Faktoren, Rahmenbedingungen und Herausforderungen des Wissenstransfers und der Wissensgenerierung in verschiedenen virtuellen Teams explorativ untersucht. Dabei werden sowohl der aktuelle Ist-Stand als auch der anzustrebende Soll-Zustand (Optimierungsbedarf) bezüglich der Wissenstransfer- und Wissensgenerierungsprozesse und der eingesetzten technischen Tools analysiert und beschrieben. Das erwartete Ergebnis ist ein umfassender Anforderungs- und Bedarfskatalog für effektiven Wissenstransfer und Wissensgenerierung in virtuellen Teams sowie eine differenzierte Ist-Soll-Analyse für verschiedene Unternehmen, bezogen auf erforderliche technische und arbeitsorganisatorische Lösungen, Maßnahmen und Prozesse.
2. **Konzeption eines Arbeitsgestaltungsansatzes und (Neu-) Entwicklung einer digitalen Plattform zum virtuellen Transfer, Aufbau und Vernetzung von Wissen:** Die zweite Arbeitsphase umfasst die wissenschaftliche und technische Fundierung der geplanten Methodik. Auf Grundlage der empirisch ermittelten Anforderungen und theoretischen Grundlagen (siehe Abschnitt 2.) wird ein ganzheitlicher, integrativer Ansatz zur Gestaltung des Wissenstransfers und die Wissensgenerierung in virtuellen Teams entwickelt sowie geeignete informationstechnische Tools recherchiert. Ergebnis ist ein interdisziplinäres Rahmenmodell (Forschungs-Framework), inklusive Wirkungszusammenhängen und Einflussfaktoren bezüglich des effektiven Transfers und der Generierung von Wissen in virtuellen Settings.
3. **Entwicklung einer prototypischen Arbeitsweise (Methode) und deren technische Umsetzung:** Auf Grundlage des konzeptionellen Ansatzes und der recherchierten IT-Tools wird in diesem Arbeitsschritt eine virtuelle Methode für effektives Wissensmanagement in verteilt arbeitenden Teams entwickelt. Die zu entwickelnde

Methode legt fest, auf welche Art und Weise (mit welchen Maßnahmen und Schritten) und mithilfe welcher informationstechnischen Tools (Instrumente/Werkzeuge) der Wissenstransfer und die Wissensgenerierung in virtuellen Teams gestaltet werden soll. Die Methodenentwicklung umfasst sowohl die konzeptionelle Ableitung geeigneter Gestaltungsmaßnahmen als auch die Auswahl und Einbindung konkreter technischer Tools. Parallel erfolgt die technische Entwicklung, Adaption und Testung ausgewählter technischer Tools und die Entwicklung einer IT-Plattform. Mittels technischem Prototyping sollen geeignete IT-Tools in einem iterativen Prozess entwickelt/adaptiert, in die Teampraxis eingeführt, getestet und je nach Rückmeldung verfeinert und weiterentwickelt werden mit dem Ziel für die zukünftigen Anwender ein akzeptables Instrument zu entwickeln.

4. Erprobung und Evaluation der virtuellen Methode in der Teampraxis: In der letzten Forschungsphase erfolgt die empirische Erprobung, Evaluation und Validierung der entwickelten Methode. Auf Grundlage eines Einsatz- und Trainingsplans sowie eines umfassenden Evaluationskonzeptes soll die entwickelte Methodik in die Teampraxis eingeführt (Implementierung) und praktisch erprobt werden. Die Anwendung soll in der konkreten Arbeitssituation am normalen Arbeitsplatz erfolgen. Dadurch können die Teammitglieder in die Lage versetzt werden, die Methode dahingehend zu überprüfen, ob sie ihre Arbeit effektiv und effizient unterstützt. Geplantes Ergebnis ist ein validiertes und adaptiertes Methodenkonzept zur Optimierung von Wissenstransfer und Wissensgenerierungsprozessen in virtuellen Teams.

4. Diskussion und Ausblick

Besonders mit Blick auf die aktuellen technologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Trends und Entwicklungen (Digitalisierung/Virtualisierung, demografischer Wandel, Internationalisierung und Dynamisierung der Märkte) trägt WiViTe dazu bei, die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit verteilt arbeitender Unternehmen zu stärken. Als prototypische virtuelle Arbeitsform kann die zu entwickelnde Wissensmanagement-Methode den effektiven Einsatz atypischer und flexibler Beschäftigungsmodelle in Unternehmen sowie den Aufbau digitaler Kompetenzen der Mitarbeiter unterstützen. Dies fördert die Employability der Arbeitnehmer und die Integration heterogener Mitarbeitenden-/Personengruppen in den Arbeitsmarkt. Darüber hinaus ergibt sich für Unternehmen in der Anwendung der Methode ein strategischer Vorteil am Markt durch geringere Herstellkosten aufgrund des Wissensvorsprungs und der effizienteren Zugreifbarkeit auf vorhandenes Wissen.

Die langfristigen Erfolgsaussichten liegen sowohl im wissenschaftlichen als auch wirtschaftlichen Bereich. So eröffnet das Projekt ein weitgehend neues wissenschaftliches und beratungspraktisches Feld. Eine systematische Analyse und Optimierung von Wissenstransfer – und Wissensgenerierungsprozessen im virtuellen Kontext wurde bisher

noch nicht durchgeführt, verspricht jedoch relevante Erkenntnisse und Impulse für die Gestaltung menschlicher (Zusammen-) Arbeit in zunehmend virtuellen und wissensintensiven Arbeitswelten. Dementsprechend erbringt das Forschungsvorhaben Pionierleistungen im Bereich der virtuellen Zusammenarbeit und Wissensgenerierung, die wiederum neue, spezifischere Fragestellungen nach sich ziehen.

Zudem ist geplant, auf Grundlage der entwickelten Methodik und Bedarfsanalyse ein Diagnosetool für den Ausbaustand und Bedarf digitaler Wissenstransfer und Wissensgenerierungsprozesse (Ist-Soll-Analyse-Tool) zu entwickeln. Dieses Tool kann sowohl für die Problemanalyse in Unternehmen eingesetzt werden als auch für wissenschaftliche Studien in virtuellen Teams (als Erhebungsinstrument) nutzbar gemacht werden.

Für die Unternehmenspraxis ergeben sich durch die Implementierung und Anwendung der Methode nachhaltige Einsparungen im Bereich der internen Arbeitsorganisation und Prozesse. Die geplante Methodik erfordert weniger Zeitaufwand für Re-Learning und führt damit zu einer höheren Effizienz bei der Lösungsentwicklung im Bereich Produktentwicklung und Beratung. Indirekte Kosten für Abstimmungen, Mehrfachübergabe von Wissen, Wissensverlust etc., können reduziert werden. Insbesondere die Effizienz von Projektablaufen und Projektdokumentationen – sowohl innerhalb von Unternehmen als auch zwischen Unternehmen und Kunden – kann verbessert werden.

Ebenfalls ergeben sich relevante immaterielle Potenziale im Rahmen der Verwertung der Ergebnisse für Unternehmen, besonders mit Blick auf die Mitarbeiterbindung und Mitarbeiterakquise, Mitarbeiterzufriedenheit und Produktivität sowie die Kompetenzentwicklung der Mitarbeiter. Personelle Ressourcen und somit auch Gesichtspunkte hinsichtlich der Mitarbeiterzufriedenheit oder Alleinstellungsmerkmale im Rahmen der Personalakquisition sind essentiell für wissensintensive Dienstleistungsunternehmen. Der moderne „Knowledge-Worker“ erwartet eine besondere Work-Life-Balance und auch einen modern gestalteten Arbeitsplatz, der durch die zu entwickelnde Methodik nachhaltig verbessert werden kann.

Literaturverzeichnis

- [AL01] Alavi, M.; Leidner, D. E.: Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly* 25/1, 107-136, 2001.
- [An11] Andres, H. P.: Shared mental model development during technology-mediated collaboration. *International Journal Of E-Collaboration* 7/3, 14-30, 2011.
- [AWC18] Aritz, J., Walker, R., Cardon, P. W.: Media Use in Virtual Teams of Varying Levels of Coordination. *Business & Professional Communication Quarterly* 81/2, 222-243, 2018
- [Br02] Brauner, E.: *Transactive knowledge systems in groups and organizations* (Habilitationsschrift). Humboldt-Universität, Berlin, 2002.
- [Bu08] Busch, M. W.: *Kompetenzsteuerung in Arbeits- und Innovationsteams- Eine gestaltungsorientierte Analyse*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2008.

- [Bu18] Buchler, N. et al.: Sociometrics and observational assessment of teaming and leadership in a cyber security defense competition. *Computers & Security* 73, 114-136, 2018.
- [CDK17] Castellano, S., Davidson, P., Khelladi, I.: Creativity techniques to enhance knowledge transfer within global virtual teams in the context of knowledge-intensive enterprises. *The Journal of Technology Transfer* 42/2, 253-266, 2017.
- [Co17] Collins, N. et al.: Human factors in East Asian virtual teamwork: A comparative study of Indonesia, Taiwan and Vietnam. *The International Journal Of Human Resource Management* 28/10, 1475-1498, 2017.
- [De16] Delugach, H. S. et al.: A knowledge capture approach for directly acquiring team mental models. *International Journal Of Human-Computer Studies* 9, 612-21, 2016.
- [DM10a] DeChurch, L., Mesmer-Magnus, J. R.: Measuring shared team mental models: A Meta-analysis. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice* 14/1, 1-14, 2010
- [DM10b] DeChurch, L., Mesmer-Magnus, J. R.: The cognitive underpinnings of effective teamwork: A Meta-analysis. *Journal of Applied Psychology* 95/1, 32-53, 2010
- [FC05] Fiol, C. M., O'Connor, E. J.: Identification in Face-to-Face, Hybrid, and Pure Virtual Teams: Untangling the Contradictions. *Organization Science* 16/1, 19-32, 2005.
- [FKS14] Fang, Y., Kwok, R. C.-W., Schroeder, A.: Knowledge processes in virtual teams: Consolidating the evidence. *Behaviour & Information Technology* 33/5, 486-501, 2014.
- [Fr16] Friedrich, M.: Diversity Management–Erfolgsfaktor für Unternehmen in einer globalisierten Welt. In (Buchenau, P., Hrgs.): *Chefsache Diversity Management*. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 43-62, 2016.
- [GA16] Granåsen, M., Andersson, D.: Measuring team effectiveness in cyber-defense exercises: A cross-disciplinary case study. *Cognition, Technology & Work* 18/1, 121-143, 2016.
- [Ha02] Hayward, P.: A comparison of face-to-face and virtual software development teams. *Team Performance Management* 8, 39-48, 2002.
- [HM11] Hense, J., Mandl, H.: Wissensmanagement - Instrumente, Implementation, Erfolgsfaktoren. In (Severing, E., Ed.): *Strategien gegen den Fachkräftemangel. Kompetenz und Wissensmanagement im Mittelstand*, Bertelsmann, Bielefeld, 35-50, 2011.
- [HN17] Harbers, M., Neerinx, M. A.: Value sensitive design of a virtual assistant for workload harmonization in teams. *Cognition, Technology & Work*, 19/2-3, 329-343, 2017.
- [HTV97] Hinsz, V. B., Tindale, R. S., Vollrath, D. A.: The emerging conceptualization of groups as information processors. *Psychological Bulletin* 121/1, 43-64, 1997.
- [KH16] Kost, D., Haerem, T.: Transactive memory systems in virtual teams: The effect of integration and differentiation on performance. *Academy Of Management Annual Meeting Proceedings*, 2016/1, 1-6, 2016.
- [KL13] Klitmøller, A., Luring, J.: When global virtual teams share knowledge: Media richness, cultural difference and language commonality. *Journal of World Business* 48/3, 398-406, 2013.
- [KM94] Klimoski, R., Mohammed, S.: Team mental model: Construct or metaphor? *Journal of Management* 20/2, 403-437, 1994.
- [Kr09] Krämer, S.: *Informations- und Kommunikationsmanagement in virtueller Teamarbeit*. Kovac Verlag, Hamburg, 2009.
- [KRJ11] Kauppila, O., Rajala, R., Jyrämä, A.: Knowledge sharing through virtual teams across borders and boundaries. *Management Learning* 42/4, 395-418, 2011.
- [LV18] Laitinen, K., Valo, M.: Meanings of communication technology in virtual team meetings: Framing technology-related interaction. *International Journal Of Human-Computer Studies*, 111, 12-22, 2018.
- [MD01] Mohammed, S., Dumville, B.: Team mental models in a team knowledge framework: expanding theory and measurement across disciplinary boundaries. *Journal of Organizational Behavior*, 22, 89-106, 2001.
- [MG14] Maynard, M. T., Gilson, L. L.: The role of shared mental model development in under-

- standing virtual team effectiveness. *Group & Organization Management* 39/1, 3-32, 2014.
- [MW96] Massey, A. P., Wallace, W. A.: Understanding and facilitating group problem structuring and formulation: Mental representations, interaction, and representation aids. *Decision Support Systems*, 17, 253-274, 1996.
- [NT97] Nonaka, I., Takeuchi, H.: *Die Organisation des Wissens - Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*. Campus-Verlag, Frankfurt am Main, 1997.
- [OI08] Olson, J. G.: Knowledge transfer and learning on virtual design teams. In (Nemiro, J. et al., Eds): *The handbook of high-performance virtual teams: A toolkit for collaborating across boundaries*. Jossey-Bass, San Francisco, CA, 653-677, 2008.
- [Pa98] Pawlowsky, P.: *Integratives Wissensmanagement*. In (Pawlowsky, P., Hrsg.): *Wissensmanagement – Erfahrungen und Perspektiven*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 9 – 46, 1998.
- [PP13] Pinjani, P., Palvia, P.: Trust and knowledge sharing in diverse global virtual teams. *Information & Management* 50/4, 144-153, 2013.
- [Ra11] Rack, O. et al.: Collective Information Management - Ein Ansatzpunkt zum Umgang mit Informationsflut in virtueller Teamarbeit. *Wirtschaftspsychologie* 13/3, 41-51, 2011.
- [RFB07] Rosen, B., Furst, S., Blackburn, R.: Overcoming barriers to knowledge sharing in virtual teams. *Organizational Dynamics* 36/3, 259-273, 2007
- [SC17] Schmidtke, J. M., Cummings, A.: The effects of virtualness on teamwork behavioral components: The role of shared mental models. *Human Resource Management Review* 27/4, 660-677, 2017.
- [Se17] Sexe, F. S.: Exploring the relationship between social distance and knowledge sharing in virtual teams: A regression study. *Dissertation Abstracts International Section A*, 78, 2017.
- [Se90] Senge, P. M.: *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Doubleday, New York, NY, 1990.
- [SHE09] Siebdrat, F., Hoegl, M., Ernst, H.: How to manage virtual teams. *MIT Sloan Management Review* 50/4, 63-68, 2009.
- [SM07] Schiller, S. Z., Mandviwalla, M.: Virtual Team Research: An Analysis of Theory Use and a Framework for Theory Appropriation. *Small Group Research* 38/1, 12–59, 2007.
- [We87] Wegner, D. M.: Transactive Memory: A Contemporary Analysis of the Group Mind. In [Mullen, B., Goethals, G. R., Eds.]: *Theories of Group Behavior*, Springer Series in Social Psychology. Springer Verlag, Heidelberg, 185-208, 1987.
- [YZZ06] Yanghua, J., Zhongming, W., Zhengyu, Y.: The Effect of Shared Mental Model on Virtual Team's Effectiveness. *Acta Psychologica Sinica* 38/2, 288-296, 2006

WORKSHOP II

Knowledge and Information Sciences – Wissensmanagement und Informationswissenschaften

OrganisatorInnen

- Prof. Dr. Ing. Peter Heisig, Fachhochschule Potsdam

Zielsetzung

Dieser Workshop lädt Vertreter aller Grundlagen- und Schwesterdisziplinen des Wissensmanagement (WM) ein, um Lernpotenziale und Synergien aus der jeweiligen disziplinären Perspektive aufzuzeigen als auch die Herausforderungen in Bezug auf die Digitale Transformation zu formulieren.

Erste Vorschläge für Fragestellungen von Beiträgen zum Workshop:

- Was bedeutet der Verlust der Materialität in der digitalen Arbeitswelt für den Wissens- und Erfahrungsaustausch?
- Welcher Wissensbegriff ist angemessen, wenn mit der Digitalisierung und Big Data ein Verschwinden von Materialität und direktem Austausch einhergeht?
- Was kann Wissensmanagement von den Forschungen der Informationswissenschaften, z.B. zum Informationsverhalten lernen?
- Welche Potenziale bieten die neuen Entwicklungen in der Informatik, wie Künstliche Intelligenz, für das WM?
- Sind die klassischen Barrieren (z.B. fehlendes Vertrauen und Motivation, kulturellen Barrieren) im WM auch noch in der digitalen Arbeitswelt gültig?
- Welche Strategien der Wissensgenerierung und des Wissenstransfers sind in der digitalen Arbeitswelt zu beobachten? Wie werden Sie in den Betrieben umgesetzt?
- Wie verändert sich das „klassische“ WM in der digitalen Transformation (Prozesse, Modelle, Instrumente, Tools, Applikationen)?
- Die digitalen Unternehmenskultur zielt auf Selbstorganisation und Wandlungsfähigkeit. Wie kann Wissensmanagement dabei unterstützen?

Beschreibung

Wissensmanagement (WM) als Forschungsfeld hat seine Wurzeln in zahlreichen Disziplinen und Forschungsfeldern – von der Philosophie, der Psychologie bis zur Informatik und der Betriebswirtschaft, den Ingenieurwissenschaften und den Organisational Sciences, der Soziologie bis zu den Informationswissenschaften, um nur einige zu nennen

(Alavi & Leidner, 2001; Chauvel & Despres, 2002; Baskerville & Dulipovivi, 2006; Jusimuddin, 2006; Grossmann, 2007; Martin, 2008;)

Mit nunmehr rund 25 peerreviewed wissenschaftlichen Zeitschriften hat sich ein breites Forschungsfeld etabliert (Serenko & Bontis, 2013, 2017; Wallace et al., 2011; Tzortzaki & Mihiotis 2014; Heisig, 2015)

Dabei sind die Anwendungsfelder von WM sehr vielfältig. WM wird nicht nur weiterhin in den klassischen Bereichen der Wirtschaft und der öffentlichen Verwaltung, sondern auch in internationalen Organisationen, wie der Worldbank oder dem Olympic Games (Halbwirth & Tooney, 2001), in der Entwicklung und der Landwirtschaft thematisiert (Ferguson et al., 2010) bis zum Gesundheitswesen (Guptill, 2005, Karamitri et al., 2017).

Somit gibt es unzählige Anknüpfungspunkte für einen gemeinsamen Erkenntnisfortschritt aus der Basis vorhandener Studien, gemeinsamen Forschungsinitiativen und Studien, um dieses multidisziplinäre Forschungsfeld gemeinsam zu bearbeiten. Hier will dieser Workshop ansetzen, um auf der Basis der einschlägigen Forschung und dem Hintergrund der sich vollziehenden digitalen Transformation, neue Forschungsperspektiven aufzuzeigen und zu diskutieren. .

- ALAVI, M. & LEIDNER, D. E. 2001. Review: Knowledge management and knowledge management systems : Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 25, 207-136
- BASKERVILLE, R. & DULIPOVICI, A. 2006. The theoretical foundations of knowledge management. *Knowledge Management Research and Practice*, 4, 83-105.
- CHAUVEL, D. & DESPRES, C. 2002. A review of survey research in knowledge management: 1997-2001. *Journal of Knowledge Management*, 6, 207-207.
- FERGUSON, J., HUYSMAN, M. & SOEKIJAD, M. 2010. Knowledge Management in Practice: Pitfalls and Potentials for Development. *World Development*, 28, 1797-1810.
- GROSSMAN, M. 2007. The Emerging Academic Discipline of Knowledge Management. *Journal of Information Systems Education*, 18, 31-38.
- GUPTILL, J. 2005. Knowledge Management in health care. *Journal of Health Care Finance*, 31,3, 10-14.
- HALBWIRTH, S.; TOOHEY, K. (2001): The Olympic Games and knowledge management: A case study of the study of the Sydney organizing committee of the Olympic Games. In : *European Sport Management Quarterly* 1 (2), S. 91-111
- HEISIG, P., (2015): Future Research about Knowledge and Knowledge Management – Results from the Global Knowledge Research Network study. In: E. Bolisani and M. Handzic (Eds) *Advances in Knowledge Management- Celebrating Twenty Years of Research and Practice*, Berlin: Springer, pp. 151-182
- JASMINBUDDIN, S.M. 2006. Disciplinary roots of knowledge management: A theoretical review. *International Journal of Organizational Analysis*, 14, 171, 180.

- KARAMITRO, I., TALIAS, M.A, BELLALI, T. 2017. Knowledge management practices in healthcare settings: a systematic review. *International Journal of Health Planning and Management*, 32,1, 4-18
- MAIER, R. 2004. *Knowledge Management Systems. Information and Communication Technologies for Knowledge Management*, Berlin, Springer
- MARTIN, B. 2008. Knowledge Management. *Annual Review of Information Science and Technology*, 42, 371-424
- SERENKO, A. & BONTIS, N. 2017. Global ranking of knowledge management and intellectual capital academic journals: 2017 update. *Journal of Knowledge Management*, 21, 675-692
- SERENKO, A & BONTIS, N. 2013. The intellectual core and impact of the knowledge management academic discipline. *Journal of Knowledge Management*, 17, 137-155.
- TZORTZAKI, A.M. & MIHIOTIS, A. 2014. A Review of Knowledge Management Theory and Future Directions. *Knowledge and Process Management*, 21, 29-41
- WALLACE, D.P., VAM FLEET, C. & DOWNS, L. J. 2011. The research core of the knowledge literature. *International Journal of Information Management*, 31, 14-20

Programmkomitee

- Prof. Markus Bick, ESCP Europe Business School Berlin
- Dr. Manfred Bornemann, Vize- Präsident der GfWM
- Prof. Rolf Däßler, FH Potsdam
- Prof. Sabine Durst, University of Skövde, Schweden
- Prof. Joachim Griesbaum, Universität Hildesheim
- Prof. Peter Heisig, FH Potsdam
- Prof. Hans-Christoph Hobohm, FH Potsdam
- Prof. Olaf Katenkamp, Universität Bremen
- Prof. Eva- Maria Kern, Universität der Bundeswehr, München
- Prof. Antje Michel, FH Potsdam
- Prof. Günther Neher, FH Potsdam
- Prof. Klaus North, Hochschule Rhein-Main
- Prof. Peter Pawlowsky, TU Chemnitz
- Prof. Sabine Pfeiffer, Universität Nürnberg- Erlangen
- Ulrich Schmidt, Continental AG, Hannover
- Prof. Stefan Smolnik, Universität Hagen

2.1 The DIKW (data, information, knowledge, wisdom) pyramid and some consequences on Information Behaviour and Knowledge Management

Hans-Christoph Hobohm ²⁴

Abstract: Although the concept of the DIKW hierarchy has not been fully clarified, it is widely accepted as a model of thought in information science. Recent attempts to combine it with information theory and Bayesian probability theory as well as simultaneous proposals for a "unified model of information behaviour" based on mathematical models of partial equilibrium theory (PET) can be combined, as this paper argues. The consequences of this for knowledge management concepts are being discussed.

Keywords: Information science, human information behaviour, information theory; Bayes inference, Entropy, principle of least action, principle of least effort, partial equilibrium theory

1. Introduction

The search for connecting lines between information science and the more applied approaches of knowledge management leads to astonishing conceptual depths. Information science naturally has its roots in library science and the documentation of knowledge and refers its first theoretical considerations to social epistemology, i.e. the question of how a common knowledge and a traditional view of shared knowledge can come about. Also under the impression of fascinating technological possibilities the documentary-library line of thought deals mainly with the question of storage and retrieval of individual information elements, interestingly called "Biblion, Bibliogramme ou Document" by the founder of documentation (Paul Otlet) [Ot34]. For Otlet too, the question of the worldwide transfer of knowledge for the good of mankind was a predominantly technical one. He conceived the central knowledge store in Brussels, the Mundaneum, with all information-technical possibilities of the time networking it to all over the world for the indexing, storage and transfer of bibliograms controlled by the structure of the UDC, the Universal Decimal Classification, which he had developed together with the Nobel Peace Prize winner Henri La Fontaine. One cannot point out often enough that he was already thinking ahead with the Internet (even with a Semantic Web layer), earlier than Vannevar Bush, to whom the concept is always credited [Bu45].

²⁴ Fachhochschule Potsdam, Department Information Sciences, Kiepenheuerallee 5, D 14469 Potsdam, Germany, hobohm@fh-potsdam.de

2. Knowledge

The Social Epistemology of the library scientists Egan and Shera about 20 years later [ES52] tried to detach this scientific discipline from the technical infrastructure and the materialste of the documents and turned again to the original question about the emergence and the possibility of the social mediation of knowledge. Especially in the 1970s and 1980s, the relationship between information and knowledge is increasingly dealt with in connection with the strengthening and establishment of information science. In this early stage of the discipline it is conceptually discussed how information can actually be defined at all. Werner Kunz, the founder of the Design Thinking methodology and at the time Systems Theorists at the Nuclear Research Center Heidelberg, postulated in 1972 in the programmatic paper on the establishment of German information science:

T20 Die theoretische Basis der Informationswissenschaften ist das jeweilige Modell vom Wissen und seinen Veränderungen. (The theoretical basis of the information sciences is the respective model of knowledge and its changes.) [KR72]

Under the influence of the exponential development of information technology according to Moore's Law and the emergence of computer science, however, the question of the model of knowledge in practical information science in Germany and internationally was hardly really pursued further. This changed slowly, so that only in 2004 it could be stated that also information scientists and librarians took care of the topic [Ho04]. For me as an information scientist it was and is still astonishing how little interdisciplinary exchange there is in this case to the economic science practice. This begins with questions of marketing and customer orientation and does not end with the question of the added value of knowledge as a resource. One of the most illustrative representations of the relationship between information and knowledge is the knowledge staircase by Klaus North, which has "competitiveness" as its end point and sees as a prerequisite the preceding staircase steps "signs", "data", "information", "knowledge", "ability", "action", "competence" [No98]. In our data-driven world, I think, it should always be looked at the top step of the stairs and raised the question of "why": competitiveness and survival in the market [Si09].

3. Upstairs and downstairs

Unfortunately we did not go further upwards on the staircase in information science because of the meme-forming poem by T.S. Eliot: "Where is the wisdom we have lost in knowledge? Where is the knowledge we have lost in information?" (The Rock, 1934). This is certainly due to the fact the last step sounded too mystical and was to be neglected as unscientific ([Ho91], [Ho11]). The way to deal more closely with it was blocked: Wisdom is something for philosophers and shamans, not for data engineers. Neverthe-

less the so-called DIKW hierarchy (data, information, knowledge, wisdom) has obviously prevailed in information science as a fundamental model of thought. At least the first three stages (DIK) are treated and accepted worldwide by information scientists in this hierarchy [Zi07]. Attempts to go further "upwards" are actually rather rare. But that could also be connected to the fact that the foundations are still anything but clear and not only to the fact that at the top fundamental questions about something like the sense of life want to be asked.

It can also be stated that, unlike in many other scientific disciplines, hardly any theory explaining the phenomena can be found in the information sciences. Just as with the knowledge staircase itself, there are rather action-guiding models. This is particularly noticeable in information behavior research, where despite extensive empirical analyses and results, so far only a large number of models and graphs have been developed that are intended to make clear how complex the handling of information is.

There is only little basic theory in information science. One of them is that of the Information Foraging of Peter Pirolli [Pi07], which, however, if one takes a closer look at it, lead to such fundamental considerations as those of the physicist Erwin Schrödinger from the year 1943 [Sc93]. In his Dublin lectures "Was ist Leben" he formulates the thesis that living organisms feed "from negative entropy" (p. 102f). In the famous anthology by Fritz Machlup and Una Mansfield the psychologist George Miller formulates this further to the hypothesis that humans are "Informavores", information-eating beings [Mi83]. But the trace laid here is hardly pursued any further, probably also because thermodynamics and quantum physics (Schrödinger's special field) seem too far away.

The concept of entropy, on the other hand, is an important (though not undisputed) concept in information science (cf. [BR15]). It is even central for the so-called "information theory", as one of the few theories of the field. It had been developed by the cryptologist and mathematician Claude Shannon for the calculation of trajectories of defensive missiles [SW49]. His formula for the calculation of information is similar except for the minus sign to the calculation of entropy in thermodynamics, which is why information is indeed often called negentropy. Shannon and his co-author and mentor Warren Weaver emphasize clearly, however, that the "Mathematical Theory of Communication" (which has been labeled "Information Theory" only later) deals exclusively with the data- and even only with the signal level. The other levels of semantics and pragmatics necessary for the complete information processes are "initially" ignored and defined as future research desiderata. This also means, however, that this "information theory" does not provide any explanation for the relationship between the levels of the DIKW steps. Already by this research tactics (but basically by secret service restrictions: see [Ro10]) the climbing of the stairs was refused, it was easier and more worthwhile to deal "initially" with the material basis.

4. Max Boisot

The right question to solve this problem was asked by the Catalan economists Max Boisot and Augustí Canals: "Data, information, and knowledge: have we got it right?" [BC04]. In the broadest sense they take seriously the discussion of mathematical entropy of Shannon's information and ask the question how it can go on at the next levels. They come to the conclusion that Shannon's probabilistic approach "Information is the reduction of uncertainty" can be transferred from the data level to the information level and even to the knowledge level, provided that Bayesian probability theory is progressively used at the higher levels. In contrast to classical probability theory, Bayesian inference permits so-called priors, assumptions and contexts that are not necessary at the purely syntactic level of the data. The semantic classification of information as a category or symbol within the infinite abundance of possible data signals from the environment requires just as much prior experience as the knowledge of action in the actual communication situation requires pragmatics. Data can only be information for a recipient if it is "knowledgeable" (p. 55, cf. on the concept of "knowledgeability" [St15]). Information is therefore not unconditional and, like knowledge, needs a context. Boisot and Canals postulate three different forms of entropy, whose "processing" they define above all as "erasure of differences" with reference to the famous definition of information by Gregory Bateson "as a difference that makes a difference". The erasure of infinite, improbable differences of states at the thermodynamic entropy, which controls physical states, the "Shannon entropy", which generates information in the form of symbols from the variety of data, and the "cognitive entropy", which erases differences with regard to the generalization of contexts. In all three it can be observed that it is a "production function" in the business sense that "transforms" resources into higher states: physical states into data, data into information and information into knowledge. The guiding principle is the physical principle of least action known from Leibniz or Maupertuis, which describes that physical states in particular behave economically. The sum of the energy used for the movement from one state to another remains the same. Normally, following the second law of thermodynamics, any structure would lose itself in entropy. In emergent systems, however, there is a memory function that can use previous data and information and thus has an economical effect.

In a certain way Boisot and Canals describe here the basic principle of morphogenesis as postulated by Schrödinger at the lowest level of beings and transfer this to the higher levels of semiotics: from Shannon's level 1 of syntax to semantics and pragmatics. These step transitions are in principle already laid out in the knowledge stairs of North, but there the respective move from step to step is not yet explicitly transferred to information theory as a basis. For Max Boisot this analysis of information as a basic resource in an information society is just as important as for Klaus North the question of the valorisation of the resource knowledge in the enterprise.

Conversely, the further considerations of the economist Max Boisot are of great relevance for information science. His model of "Information Space" makes the possibilities of exploiting information visible in its three dimensions: in its degree of abstraction, degree of codification and degree of diffusion [Bo13]. Since information goods cannot in principle be limited in the space-time continuum, he developed his concept of the I-Space in order to make the economic value of information accessible in a different way. The more information is coded and abstracted from the practical and concrete, the more it can be applied and disseminated in other situations. As an economist, he points out that

"The value of information is precarious and under a constant threat of erosion"
(p. 161)

For information to be effective and disseminated - as a resource or as an economic good - it must be codified and abstracted. This third dimension of the information space, the "diffusion", is of course the economic exploitation and re-use. However, the first two dimensions of codification and abstraction are just as much a prerequisite as the remembered structurizations of entropic states of morphogenesis. Although he formulates his concept of I-Space before his preoccupation with the DIK(W) hierarchy and thus does not yet relate it so clearly to it, the fertility of a transdisciplinary exchange nevertheless becomes clear.

5. PLE and information behavior

In information science, the principle of least effort (PLE) at the level of human behaviour corresponds to the underlying physical principle of the least action used by Boisot. The linguist George Zipf impressively proved [Zi49] with diverse language material that humans tend to behave according to general probability considerations and weigh up how economically an action is for a current problem but also at the same time with regard to future benefits. Not only the immediate benefit, but also the prediction of presumed future economic efficiency calculations play a role in calculating the "least effort" afforded. The principle has often become the basis for analyses and explanations of information behaviour and media use. Zipf explicitly relates it to the physical principle of least action, but does not refer to different forms of probability calculation.

It is interesting to note here that in current cognitive science, i.e. the branch of science that often in the context of artificial intelligence thinks about the emergence of information in consciousness, the paradigm of so called predictive processing currently prevails [Cl16]. Cognitive scientists currently postulate that the human mind is constantly in the process of hypothesizing future states and actions in and with the environment - in fact always under Bayesian probability calculations. So here the early considerations of Zipf and Schrödinger meet with latest cognitive science and discussions of an economically oriented information science.

The "principle of least effort" can also be found in a recent model of information behaviour in general. The American information scientist Jiqun Liu proposes [Li17] a "unified" model for human information behaviour, which explicitly follows the partial equilibrium theory of economics. Starting from the general economic equilibrium model of the supply and demand function he models some well-established partial concepts of information behaviour and locates them in his model:

- information seeking, everyday life information seeking (ELIS), sense making
- information foraging, information use

According to the well-established ASK- ("anomalous state of knowledge"-) hypothesis by Niklas Belkin [Be80] the trigger for an attempt to align supply and demand of information and knowledge is the perception of informational uncertainty. With a certain amount of information in the (perceived, short term-) supply a person tries to satisfy a short-term demand for information in the sense of creating a equilibrium state of knowledge. This is where the concrete information seeking behaviour and the current information intake and processing are located. However, information behaviour is also determined by a long-term information demand force, which leads to higher states of information equilibrium. Here Liu sees the more operative aspects of information behaviour: re-use and foraging. At this point, the equilibrium states of the knowledge base could be interpreted as the emergent structures at the various levels of Boisot's DIKW interpretation. The higher the balance between information demand and supply, the more long-term knowledge is available in equilibrium. However, the question remains as to how a striving for long-term equilibrium (higher value state) can be stimulated. This model does not (yet) answer this question.

This application of the partial equilibrium theory is more than the benefit-optimizing Homo Oeconomicus, because it basically includes the principle of least effort in the demand/supply function, however without reference to Zipf's preliminary work and the nearby findings of the more recent cognitive sciences. An explicit inclusion of findings from these other disciplines into considerations of both information science and knowledge management would certainly lead to significant advances in theory formation.

Bibliography

- [BC04] Boisot, M.; Canals, A.: Data, information and knowledge: have we got it right? In *Journal of Evolutionary Economics*, 2004, 14; pp. 43–67.
- [Be80] Belkin, N. J.: Anomalous States of Knowledge as a Basis for Information Retrieval. *Etats anomaux des connaissances comme base du repérage de l'information*. In *Canadian Journal of Information Science*, 1980, 5; pp. 133–143.

- [Bo13] Boisot, M.: Information space. A framework for learning in organizations, institutions and culture. Routledge, London, 2013.
- [BR15] Bawden, D.; Robinson, L.: "A few exciting words". Information and entropy revisited. In *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2015, 66; pp. 1965–1987.
- [Bu45] Bush, V.: As we may think. A top U.S. scientist foresees a possible future world in which man-made machines will start to think. In *Life Magazine*, 1945; 112-124.
- [CI16] Clark, A.: Surfing uncertainty. Prediction, action, and the embodied mind. Oxford University Press, Oxford, New York, Auckland, 2016.
- [ES52] Egan, M. E.; Shera, J. H.: Foundations of a Theory of Bibliography. In *Library Quarterly*, 1952, 22; 125-137.
- [Ho04] Hobohm, H.-C. Ed.: Knowledge Management. Libraries and Librarians Taking Up the Challenge. Saur, München, 2004.
- [Ho11] Hobohm, H.-C.: DIKW Hierarchie. In (Gradmann, S.; Umlauf, K. Eds.): *Lexikon der Bibliotheks- und Informationswissenschaft*. (LBI). Hiersemann, Stuttgart, 2011-2014; pp. 222–223.
- [Ho91] Hobohm, H.-C.: Der ästhetische Text als Depositum von Weisheit. In (Assmann, A. Ed.): *Weisheit*. Fink, München, 1991; pp. 547–554.
- [KR72] Kunz, W.; Rittel, H.: *Die Informationswissenschaften. Ihre Ansätze, Probleme, Methoden und ihr Ausbau in der Bundesrepublik Deutschland*. Oldenbourg, München, Wien, 1972.
- [Li17] Liu, J.: Toward a unified model of human information behavior. An equilibrium perspective. In *Journal of Documentation*, 2017, 73; pp. 666–688.
- [Mi83] Miller, G. A.: Informavores. In (Machlup, F.; Mansfield, U. Eds.): *The Study of Information. Interdisciplinary Messages*. Wiley, New York, 1983; pp. 111–113.
- [No98] North, K.: *Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen*. Gabler, Wiesbaden, 1998.
- [Ot34] Otlet, P.: *Traité de documentation. Le livre sur le livre. les Impressions nouvelles*, [Bruxelles], 1934.
- [Pi07] Pirolli, P.: *Information foraging theory. Adaptive interaction with information*. Oxford University Press, Oxford, New York, 2007.
- [Ro10] Roch, A.: *Claude E. Shannon. Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information*. gegenstalt Verl., Berlin, 2010.
- [Sc93] Schrödinger, E.: *Was ist Leben? Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet*. Piper, München, Zürich, 1993.
- [Si09] Sinek, S.: *Start with why. How great leaders inspire everyone to take action*. Portfolio, New York, NY, 2009.

- [St15] Stehr, N.: Die Freiheit ist eine Tochter des Wissens. Springer VS, Wiesbaden, 2015.
- [SW49] Shannon, C.E.; Weaver, W. Eds.: The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 1949.
- [Zi07] Zins, C.: Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. In *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2007, 58; pp. 479–493.
- [Zi49] Zipf, G. K.: Human behavior and the principle of least effort. An introduction to human ecology. Addison-Wesley, Cambridge Mass, 1949.

2.2 Information Science for Knowledge Managers

What Knowledge Managers can learn from Information Science Research!

Peter Heisig²⁵

Abstract: This discussion paper aims to identify and highlight some first themes and areas of potential synergies between information sciences research and the knowledge management. These personal observations should point practitioners and researchers from both domains towards useful research strands which could inform their practical projects and future research endeavours.

Keywords: Knowledge Management, Information Science research, Information Life Cycle, Information Need, Information Behaviour, Retrieval, Knowledge Organisation, Synergies

Introduction

The concept of Knowledge Management (KM) was first discussed by Nicholas L. Henry in his article „a new concern for Public Administration“ with the understanding of KM as a “public policy for the production, dissemination, accessibility, and use of information as it applied to public policy formulation” [He74:189]. While his discussion on the impact of the increasing amount of information and the availability of knowledge in the political spheres might be useful to revisit in today's experiences with the use of social media in national and international politics, open access and open sciences (N.N.), his argument about privacy and copyright laws are still relevant today.

The notion about how we deal with knowledge has triggered discussions and reflection in a multitude of areas and levels of analysis. At the societal level KM has been discussed in context of developmental politics [FHS10] as well as knowledge politics [St03]. Well-known is the Lisbon-Agenda of European Community proposing to lead Europe into the knowledge-based society. South Korea even renamed its Ministry of Economics into Ministry of Knowledge Economy.

On the other end of analysis, at the individual level, individual skills for the knowledge society have been defined by TPFL [TP99] and the concept of personal knowledge management (PKM) was coined in order to describe the skills required for KM [Ch11].

²⁵ FH Potsdam, FB Informationswissenschaften, Kiepenheuerallee 5, 14469 Potsdam, heisig@fh-potsdam.de

But the main level of analysis and intervention related to KM has been the organisation. According to the dominant functional discourse on KM with its understanding of knowledge as an asset and its resource-/knowledge-based view as theoretical foundation, the aim of KM is to increase the competitiveness of organisations which is regarded as a unquestionable positive approach [SS04]. The amount of research contributing to the understanding of knowledge management has increased manifold as several bibliometric studies [Gu04, SBB10, LC12] and multiple literature reviews [Al01, Li03, Ma08, NMK09, TM14] of the field indicate. KM as an applied science is built on several root disciplines [Ma04, Bd06, Ja06] such as psychology, management sciences, organisational behaviour, computer sciences, and many other specialised research strands [GD01, DVS11, LC12] like organisational learning, intellectual capital, to name just a few.

In this discussion paper, I will highlight some aspects in the discipline of information sciences from the perspective of knowledge management. The selection is a personal view informed by the experience the author has accumulated since 1989 in KM research and KM projects with different organisations and the more recent insights gained into the discipline information science at the Department of Information Sciences and the University of Applied Sciences Potsdam, Germany.

Information Sciences for Knowledge Managers

1.1 Historical roots

According to Bawden and Robinson [BR12] the information science discipline emerged in the 1950s when Farradane pioneered the teaching of information science as a distinct subject. Information science built on the work of librarians and archivists from the previous century as their tasks encompassed cataloguing, classification and library management. The documentation movement at the beginning of the 20th century led by Paul Otlet gave the discipline a particular push towards “a ‘scientific’ approach to the storage and retrieval of recorded information” [BR12:9]. From the end of the 19th century towards the mid of the 20th century, professional and academic associations were established and specialized journals (e.g. *Journal of Documentation* in 1945) emerged as a feature of a mature discipline by the end of the 1960s.

A compendium on the “Introduction to Information Sciences” edited by Saracevic in 1970 comprised 66 articles considered as “representative of the work in the field in general” [Sa70:xxiii] selected out of 2000 articles covering the years 1945 to 1970. They were grouped in four parts with 13 chapters. More than 80% of papers addressed Information Systems including the evaluation such systems while the remaining papers looked at basic phenomena such as ‘notions of information’, ‘communication processes’, ‘behaviour of information users’ or the ‘concept of relevance’. This showed a very strong emphasis on the information systems with research strands such as information

retrieval, representation of information, indexing, abstracting, classification and coding, as well as question handling and search. Human factors were addressed in relation to imprecision of indexing while different testing approaches were the main focus of evaluation of information systems. In the final part four a unifying theory as “General Theory of Communication” was proposed. While the information systems focus has not disappeared, the discipline underwent several turns with different labels emphasizing new research interests of the IS community such as cognitive turn, informational turn, user-centered turn, epistemological turn and a pragmatic turn [No07, NA10].

The trajectory briefly described with its strong focus on the information technology reminds me very much on the first phase of KM initiatives which was dominated by Information and Communication Technologies supporting KM [Pe98, BVÖ99, Ma02]. A view which has been supported by a brief analysis of published KM papers by Wilson [Wi02]. Furthermore, as in information sciences several “turns” have been identified [No07, NA10], KM researchers have highlighted different generations of KM [FM03] or suggested to go “beyond knowledge management” by proposing a socio-technical systems and systems thinking perspective towards KM [LCCJ04].

If we compare the description of the history in text books of IS and KM, we can see that both disciplines regard their roots in the prehistory and ancient world on how we as humans historically are dealing with ‘information’ [BR12] or the ‘oral history’ as part of the introduction to KM [Ja04] while others start the time of KM with the launch of the ARPANET [Da05, BR12], the predecessor of the internet.

A first conclusion which could one make is that both disciplines have a common heritage which is seen as we as humans are dealing with information and knowledge which is captured and shared by different media over time throughout the past centuries.

1.2 Critical reflection on core terms

The enthusiasm and promises by many KM advocates in particular consultants in the early days of KM was rightly criticized by IS scholars like Wilson who wrote about “the nonsense of ‘knowledge management’” [Wi02] addressing the deficits of a ‘naïve’ KM discourse. Wilson advocated that knowledge resides in the mind of people and much might be even forgotten, so that “we seem to have very little control over ‘what we know’” [Wi02]. He also regards that information and data are “everything outside the mind that can be manipulated” [Wi02]. Furthermore, he also critically examines one core term of the KM discourse such as Polanyi’s concept of “tacit knowledge” [Po66], which became popular with Nonaka and Takeuchi knowledge creation theory [NT97]. Criticism was also directed toward the other core concept “implicit knowledge” from the management sciences questioning if this kind of knowledge could be qualified as knowledge at all [SG03]. Finally, research from work psychology and industrial sociology suggests that work includes certain forms of embodied knowledge [Bö88, Bö17].

Given the different perspectives on these core concepts, there is a large opportunity for researchers of all related disciplines to undertake further theoretical and empirical research into the concept of knowledge and its different forms and types as the result from a global KM expert study suggests [He15]. Information science researchers might be able to build on previous research by Zins [Zi07] who conducted a critical Delphi study and identified five different type of approaches in defining data – information – knowledge. Knowledge Managers and KM researchers should be aware of these different perspectives in order to assess current practices on how knowledge is handled and evaluate solutions to improve it. But even more importantly for knowledge managers is that a more nuanced view of the core concepts should help to understand the limits of different KM solutions.

1.3 Recorded information as explicit knowledge

Information Sciences has been described as the history of documents as the discipline focuses on recorded information [BR12]. In today's digital transformation it might be very useful to reflect on the discussion about "recorded information" or the question "what are documents" [Bu97] in order to assess the usefulness of the multitude of electronic documents generated in organizations today such as reports, presentations, calculations, emails, wiki or blog pages, etc. If we consider all these as recorded information or explicit knowledge, the same questions apply which documentarist's have been asked about 100 years ago: Which 'documents' are useful to keep for now or even to be archived for later? Which could be deleted? How we can index them in order to make retrieval easier in the future? Information scientist have been educated and trained with regard to appropriate methods and techniques.

1.4 Information life cycle

The main overlap between KM and Information Sciences can be observed in regards to the "information life cycle" [F110], which has been replicated by KM researchers labeled "KM Building Blocks" [PRR00] but also by information scientists who published textbooks on KM with the so-called "Knowledge Management Cycle" [Ja04, Da05]. The author's analysis of 160 KM Frameworks showed a certain consensus on a general level [He09] which is coherent with "a typical information life cycle" published by Floridi [F110:5] (Fig. 1).

Knowledge management and knowledge managers could profit from the information science life cycle view in regards to the long-term perspective and in particular the "recycle/erase" steps. The later step might be in particular useful in the digital workplace as new devices and applications are likely to increase the information overload experienced in modern work environments. How do we decide what to erase and what should we recycle? Furthermore, these questions are linked to the research related to digital cura-

tion and digital archival, which goes beyond the legally required timelines. Long-term curation of digital objects and files is another research strand knowledge managers could profit from when specifying, designing and implementing electronic repositories.

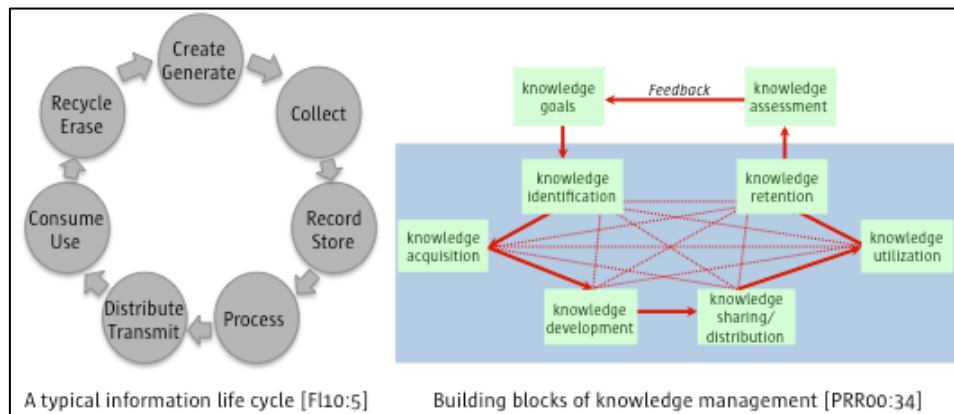


Fig 1. Comparing information science and knowledge management

1.5 Information Needs

The question about what to keep and what to share leads to the challenge about the needs of users in regards to information and knowledge. Studies about information needs and uses have been an early research endeavour of information scientist starting in the 1940s [Wi81, Wi06, Co13]. Introductions to information need analysis [DGC15] methods draws our attention to the differences between ‘needs’, ‘wants’ and ‘demands’ as well as the role of context for information needs. These conceptual differences could inform the needs analysis in KM too. Furthermore information science has developed several methods to undertake so-called ‘information audits’ [BG98, BG07, BG08a, BG08b, He00, He01] which have been also extended towards the knowledge dimensions under the label ‘knowledge audit’ [DC94, DGQ07, MHFU03]. Further insight could be derived from studies contrasting the information needs from past work and the needs to capture information from current work practices to support future work [HCGC10].

1.6 Create or identify/develop knowledge linked to retrieval

In the following paragraphs, I will use the information life cycle and the building blocks of KM as a guiding framework to identify potential links and synergies between the two disciplines. Starting with the steps “identify” and “create” or “develop” knowledge, one important KM principle comes into play, which is “*not re-invent the wheel*”. This principle should immediately point our attention towards the past and the ability to know about the past and to retrieve relevant information and past experiences or knowledge.

Retrieval methods and techniques are at the centre of IS research from the early beginnings [Sa70, SS13] and have evolved into broad research strand with several core theoretical constructs [JR10] towards the design of information retrieval systems [BR12]. We all are using retrieval or search applications on a daily basis without often being aware about the underlying concepts such as ‘relevance’ and ‘aboutness’ [Mi97, Hj01, JR10, BR12]. These conceptual foundations of our daily information search behaviour represent very useful background understanding to knowledge managers who are tasks with the specification, design and selection of repositories and information systems to support KM.

1.7 Store knowledge linked to knowledge organisation and representation

The step “store” knowledge relates to the information science research area of information or knowledge organisation and knowledge representation [BR12, SS13]. These broad research areas provide basic knowledge related to terminology, classification, metadata and abstracting to name just a few core terms.

The understanding for these basic concepts might be very useful for knowledge managers who aim to employ Web2.0 applications such as Wikis and blogs in their organisations. The content gathered from the users would profit from a user-friendly form of organisation, which would also help to locate and contribute to such repositories in the future while coping with the growth of the interrelatedness of the content. Methods and techniques for information and knowledge organisation should be useful for KM solutions too.

Abstracting is a core theme of this research strand in information sciences ranging from the creation of abstracts by trained staff members towards automated abstracting applications. The core aim of abstracting is “a brief accurate representation of the contents of a document” [BR12:121] and the writing of abstracts is governed by ISO 214. Having this in mind, it is interesting that the MikroArt proposed by Wilke [Wi01] as a technique to summarize some core experiences or lessons learned shows similarities to the abstracting techniques in information sciences.

Furthermore, information sciences and in particular archival research into long-term curation of data and information brings this long-term perspective which is of particular interest in the context of supporting long-lived complex artefacts such as aircrafts and ships [MB13].

1.8 Information behaviour as Human Factor for KM

Information science research focus turned from a focus on information systems towards understanding the information behaviour of users. Information behaviour includes information retrieval as querying an information system and information seeking as pur-

poseful activities of looking for information to satisfy an information need, solve a problem or increase understanding [BR12:188, Fo15]. Given the importance of the human element in KM, knowledge managers should take advantage of this research strand given that many studies have focused on information behaviour in the work context such as scientists and engineers but also of health care workers, managers, lawyers and farmers [Ca12]. In particular studies about the details activities and the allocation of time towards these different information behaviours would be very useful to understand [Ro10, Ro12].

1.9 KM methods and tools: Story telling as Oral History

Practitioners and researchers from the KM domain have compiled several compendiums about different methods and tools to support the core building block of KM [Ra05, Mi11, MA14a, Ma14b]. One KM method is Story Telling [Th17], which has its roots in the “learning histories” developed at the MIT Center for Organizational Learning by Kleiner and Roth [KR97] aiming to capture narratives about important experiences and knowledge to share and transfer these insights to the next generation, the next project or the other team, department or company.

Again we can identify a link between the KM discipline in regards to the KM method storytelling and the information sciences in particular modern archival research which integrates oral history into its repertoire [Ap18, Mu18]. This approach even includes audiovisual documents as knowledge representation in order to keep experiences ‘a live’ [Fr14]. Oral history methods should become an integral element of modern curriculum of future archivists [Fr19].

Conclusions

This discussion paper was aimed to highlight some areas of potential synergies between the information sciences and the knowledge management discipline, which is far from complete and would require further examination and systematic reviews.

Nevertheless, this first attempt clearly points into several directions, where knowledge management researchers as well as KM practitioners could benefit for their respective projects and research undertakings.

I hope that actors from both disciplines will be willing to take up the challenge [Ho04] to work on materializing those potential synergies in order to inform organisational practice and improve academic understanding of the subject area.

Bibliography

- [AL01] Alavi, M., Leidner, D. E. Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 2001, Vol. 25, pp. 107-136.
- [AMR03] Argote, L., Mcevily, B., Reagans, R. Managing knowledge in organizations: An integrative framework and review of emerging themes. *Management Science*, 2003, Vol. 49, pp. 571-582.
- [Ap18] Apel, L. Oral History in Deutschland. Ein unvollständiger Überblick, in: ARCHIVAR, Jg. 71, H. 2, Mai 2018, S. 149-151
- [BD06] Baskerville, R., Dulipovici, A. The theoretical foundations of knowledge management. *Knowledge Management Research and Practice*, 2006, Vol. 4, pp. 83-105.
- [BG98] Buchanan, S., & Gibb, F. (1998). The Information Audit: An Integrated Strategic Approach. *International Journal of Information Management*, 18(1), 29-47.
- [BG07] Buchanan, S., & Gibb, F. (2007). The information audit: Role and scope. *International Journal of Information Management*, 27(3), 159-172.
- [BG08a] Buchanan, S., & Gibb, F. (2008a). The information audit: Methodology selection. *International Journal of Information Management*, 28(1), 3-11.
- [BG08b] Buchanan, S., & Gibb, F. (2008b). The information audit: Theory versus practice. *International Journal of Information Management*, 28(3), 150-160.
- [Bö88] Böhle, F., Milkau, B. Vom Handrad zum Bildschirm. Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozess. Frankfurt: Campus, 1988.
- [Bö17] Böhle, F. (Hrsg.). Arbeit als subjektivierendes Handeln – Handlungsfähigkeit bei Unwägbarkeiten und Ungewissheit. Wiesbaden: Springer VS 2017.
- [BR12] Bawden, D., Robinson, L. *Introduction of Information Science*. Chicago: American Libray Association 2012.
- [Bu97] Buckland, M. K. What is a “Document”? *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 48, No. 9, pp. 804-809.
- [BVÖ99] Bach, V., Vogler, P., Österle, H. *Business Knowledge Management. Praxiserfahrungen mit Intranet-basierten Lösungen*. Berlin: Springer-Verlag, 1999.
- [Ca12] Case, D.O. *Looking for Information. A Survey of Research on Information Seeking, Needs, and Behavior*. Bingley: Emerald 2012, 3rd. Edition.
- [Co13] Cole, C. *Information need. S Theory Connection Information Search to Knowledge Formation*. Medford, NJ., 2013.
- [CT11] Cheong, R. K. F., Tsui, E. From Skills and Competencies to Outcome-based Collaborative Work: Traching a Decade’s Development of Personal Knowledge Management (PKM) Models. *Knowledge and Process Management*, 2011, Vol. 18, No. 3, pp. 175-193.
- [Da05] Dalkir, K.: *Knowledge Management in Theory and Practice*. MIT Press; 2nd Revised edition, 2005.
- [DC94] Debenham, J., & Clark, J. (1994). The knowledge audit. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 11(3), 201-211.
- [DGQ07] Dattero, R., Galup, S. D., & Quan, J. (2007). The knowledge audit: Meta-matrix analysis. *Knowledge Management Research and Practice*, 5(3), 213-221.
- [DGC15] Dorner, D.G., Gorman, G.E., Calvert, P.J. *Information Needs Analysis. Principles and Practice in Information Organizations*. London, Facet Publishing, 2015.
- [DVS11] Dwivedi, Y. K., Venkitchalam, K., Sharif, A. M., Al-Karaghoul, W., Weerakkody, V. 2011. Research trends in knowledge management: Analyzing the past and predicting the future. *Information Systems Management*, 2011, Vol. 28, pp. 43-56.
- [GD01] Grover, V., Davenport, T.H. *General Perspectives on Knowledge Management: Foster-*

- ing a Research Agenda. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 18, No. 1, pp. 5-21.
- [Gu04] Gu, Y. N. Global knowledge management research: A bibliometric analysis. *Scientometrics*, 2004, Vol. 61, pp. 171-190.
- [FHS10] Ferguson, J., Huysman, M., Soekijad, M. Knowledge Management in Practice: Pitfalls and Potentials for Development. *World Development*, Vol. 38, No. 12, pp. 1797-1810.
- [Fl10] Floridi. L. *Information. A Very Short Introduction*. Oxford University Press, 2010.
- [FM03] Firesone, J.M., McElroy, M.W. *Key Issues in the New Knowledge Mangement*. Amsterdam: Butterworth & Heinemann, 2003.
- [Fo15] Ford, N. *Introduction to Information Behaviour*. London: Facet Publishing, 2015.
- [Fr14] Freund, S. (2014): Das Internet als Archiv für Erinnerungen? Herausforderung digitaler Archivierung und der Wissensrepräsentation audiovisueller Dokumente, in: Christian Ernst (Hg.): *Geschichte im Dialog? »DDR-Zeitzeugen« in Geschichtskultur und Bildungspraxis*, S. 224–237, Schwalbach/Ts., 2014.
- [Fr19] Freund, S. Oral History in der Lehre – Was sollen künftige Archivar*innen lernen?, in: *BIOS die wissenschaftliche Zeitschrift für Biographieforschung, Oral History Studien* (in Vorbereitung, erscheint 2019)
- [HCGC10] Heisig, P., Caldwell, N. H. M., Grebici, K., & Clarkson, P. J. (2010). Exploring knowledge and information needs in engineering from the past and for the future - Results from a survey. *Design Studies*, Vol. 31, No 5, pp. 499-532.
- [He74] Henry, N.L. Knowledge Management: A New Concern for Public Administration, *Public Administration Review*, Vol. 34, No. 3, pp. 189-196.
- [He00] Henczel, S. The Information Audit as a First Step Towards Effective Knowledge Management: an opportunity for the Special Librarian. *International Journal of Special Libraries*, 2000, Vol. 34, No. 3/4, pp. 210-226.
- [He01] Henczel, S. *Information Audit: A practical guide*. . Munich: K.G. Saur, 2001.
- [He09] Heisig, P. Harmonisierung of knoweldge management – comparing 160 KM frameworks around the globe. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 13, No. 4, 2009, 4-31.
- [He15] Heisig, P. Future Research about Knowledge and Knowledge Management – Results from the Global Knowledge Research Network study. In: E. Bolisani and M. Handzic (Eds.) *Advances in Knowledge Management - Celebrating Twenty Years of Research and Practice*, Berlin: Springer-Verlag, 2015, pp. 151-182.
- [Hj01] Hjørland, B. Towards a theory of aboutness, subject, topicality, theme, domain, field content ... and relevance. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2001, Vol. 52, No. 9, pp. 774 – 778.
- [Ho04] Hobohm, H.-C. (Ed.) *Knowledge Management. Libraries and Librarians Taking Up the Challenge*. München: K G. Saur, 2004 IFLA Publications 108
- [Ja04] Jashapara, A. *Knowledge Management. An integrated approach*. Harlow: Pearson Education Ltd. 2004
- [Ja06] Jasimuddin, S. M. Disciplinary roots of knowledge management: A theoretical review. *International Journal of Organizational Analysis*, 2006, Vol. 14, pp. 171-180.
- [JR10] Jansen, B.J., Rieh, So.Y. The Seventeen Theoretical Constructs of Information Searching and Information Retrieval. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2010, Vol. 61, No. 8, pp. 1517-1534.
- [Ke10] Kebede, G. Knowledge Management: An information science perspective. *International Journal of Information Management*, 2010, Vol. 30, pp. 416-424.
- [KR97] Kleiner, A., Roth, G. How to make experience your company's best teacher. *Harvard Business Review*, Sept-Oct. 1997, Vol. 75, No. 5, pp. 172-177.
- [LC12] Lee, M. R., Chen, T. T. Revealing research themes and trends in knowledge management: From 1995 to 2010. *Knowledge-Based Systems*, 2012, Vol. 28, pp. 47-58
- [LCCJ04] Lehaney, B., Clarke, S., Coakes, E., Jack, G. *Beyond Knowledge Management*. Her-

- shey: IDEA Group Publishing, 2004.
- [Li03] Liao, S. H. Knowledge management technologies and applications - Literature review from 1995 to 2002. *Expert Systems with Applications*, 2003, Vol. 25, 155-164
- [Ma02] Maier, R. *Knowledge Management Systems. Information and Communication Technologies for Knowledge Management.*, Berlin, Springer-Verlag, 2002.
- [Ma08] Martin, B. Knowledge Management. *Annual Review of Information Science and Technology*, 2008, Vol. 42, pp. 371-424.
- [Ma14a] Massingham, P. An evaluation of knowledge management tools: Part 1 – managing knowledge resources. *Journal of Knowledge Management*, 2014, Vol. 18 Iss 6 pp. 1075 – 1100
- [Ma14b] Massingham, P. An evaluation of knowledge management tools: Part 12– managing knowledge flows and enablers. *Journal of Knowledge Management*, 2014, Vol. 18 Iss 6 pp. 1101 – 1126
- [MB13] McMahon, C., Ball, A. Information systems challenges for through-life engineering. *Procedia CIRP*, Vol. 11, pages 1-7. 2nd International Through-Life Engineering Services Conference, TESConf 2013; Cranfield; UK; 5.-6.11.2013; Code 99966
- [MHFU03] Mertins, K., Heisig, P., Finke, I., & Ulbrich, C. (2003). The Fraunhofer Knowledge Management Audit (FKM-Audit). In K. Mertins, P. Heisig & J. Vorbeck (Eds.), *Knowledge Management. Concepts and Best Practices.* (2nd. ed., pp. 45-65). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag
- [Mi97] Mizzaro, S. Relevance: The Whole History. *Journal of the American Society for Information Science*, 1997, Vol. 48, No. 9, pp. 810-832.
- [Mi11] Mittelmann, A. *Werkzeugkasten Wissensmanagement.* Norderstedt, Books on Demand 2011
- [Mu18] Murken, J. Mehr als das gesprochene Wort. Zur Methode der Oral History, in: *ARCHIVAR*, Jg. 71, H. 2, Mai 2018, S. 146-148
- [NA10] Nolin, J., Aström, F. Turning weakness into strength: strategies for future LIS. *Journal of Documentation*, 2010, Vol. 66, No. 1, pp. 7-27.
- [NMK09] Nie, K., Ma, T., Nakamori, Y. An approach to aid understanding emerging research fields—the case of knowledge management. *Systems Research and Behavioral Science*, 2009, Vol. 26, pp. 629-643.
- [No07] Nolin, J. What's in a turn? *Information Research*, 2007, Vol. 12, (4) paper colis11. [Available at <http://InformationR.net/ir/12-4/colis/colis11.html>]
- [NT97] Nonaka, I., Takeuchi, H.: *Die Organisation des Wissens: Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*, Frankfurt/M. Campus Verlag, 1997; *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.* Oxford University Press, 1995.
- [Pe98] Petkoff, B. *Wissensmanagement. Von der computerzentrierten zur anwenderorientierten Kommunikationstechnologie.* Bonn: Addison-Wesley, 1998.
- [Po66] Polanyi, M. *The Tacit Dimension.* Garden City, NY, 1966
- [PRR00] Probst, G., Raub, S., Romhard, K. *Managing Knowledge. Building Blocks for Success.* Chichester: Wiley & Sons Ltd. 2000.
- [Ra05] Rao, M. (Ed.) *Knowledge Management Tools and Techniques. Practitioners and Experts evaluate KM Solutions.* Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann (Part I & II) 2005
- [Ro10] Robinson, M. A. (2010). An empirical analysis of engineers' information behaviors. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 61, No. 4, pp. 640-658.
- [Ro12] Robinson, M. A. (2012). How design engineers spend their time: Job content and task satisfaction. *Design Studies*, Vol. 33, No. 4, pp. 391-425.
- [Sa70] Saracevic, T. *Introduction to Information Science.* New York & London: R.R. Bowker 1970

- [SBB10] Serenko, A., Bontis, N., Booker, L., Sadeddin, K., Hardie, T. A scientometric analysis of knowledge management and intellectual capital academic literature (1994-2008). *Journal of Knowledge Management*, 2010, Vol. 14, pp. 3-23.
- [SG03] Schreyögg, G., Geiger, D. Wenn alles Wissen ist, ist Wissen am Ende nichts?! Vorschläge zur Neuorientierung des Wissensmanagements. *Die Betriebswirtschaft*, 2003, Vol. 63, No.1, pp. 7-22
- [SS04] Schultze, U., Stabell, C. Knowing What you Don't Know? Discourses and Contradictions in Knowledge Management Research. *Journal of Management Studies*, 2004, Vol. 12, pp. 3-12.
- [SS13] Stock, W.G., Stock, M. *Handbook of Information Science*. München: De Gruyter Saur, 2013.
- [St03] Stehr, N. The social and political control of knowledge in modern societies. *International Social Science Journal*, 2003, Vol. 55, pp. 643-655
- [Th17] Their, K. *Storytelling: Eine Methode für das Change-, Marken-, Projekt- und Wissensmanagement*. Berlin: Springer Verlag, 2017, 3. Aufl.
- [TM14] Tzortzaki, A. M., Mihiotis, A. A Review of Knowledge Management Theory and Future Directions. *Knowledge and Process Management*, 2014, Vol. 21, pp. 29-41.
- [Wi01] Willke, H.: *Systemisches Wissensmanagement*. Stuttgart 1998, 2. neubearb. Aufl. 2001
- [Wi81] Wilson, T.D. On User studies and information needs. *Journal of Documentation*, 1981, Vol. 37, No. 1, pp. 3-15.
- [Wi02] Wilson, T.D. The nonsense of 'knowledge management' *Information Research*, 2002, 8(1), paper no. 144, [Available at <http://InformationR.net/ir/8-1/paper144.html>]
- [Wi06] Wilson, T.D. On User studies and information needs. *Journal of Documentation*, 2006, Vol. 62, No. 6, pp. 658-670.
- [Zi07] Zins, C. Conceptual Approaches for Defining Data, Information, and Knowledge. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 58, No. 4, pp. 479-493.

2.3 21st Century Skills for Knowledge Managers

Antje Michel²⁶ und Peter Heisig²⁷

Abstract: In diesem Beitrag wird die Diskussion um Inhalte und Werkzeuge der Kompetenzentwicklung im Wissensmanagement dargestellt. Eine Darstellung der informationswissenschaftlichen Fachdiskussion zur Entwicklung von Kompetenzrahmen im bibliothekarischen Aufgabenbereich der Information Literacy Education erläutert das Konzept des Kompetenzrahmens und stellt sein Potenzial für die Qualitätssicherung von Ausbildung und beruflicher Weiterbildung dar.

Keywords: Knowledge Manager, Skills, Competencies, Digital Literacy, Information Literacy

1. Einleitung

Wissensmanagement (WM) zielt auf der organisatorischen Ebene auf die verbesserte Erzeugung von neuem Wissen und die bessere Nutzung von bestehendem Wissen und Erfahrungen. Obwohl WM-Initiativen und WM-Projekte in Organisationen oft von neuen technologischen Möglichkeiten und insbesondere informations- und kommunikationstechnologischen Anwendungen getrieben wurden, sind die menschlichen Wissens- und Erfahrungsträger die zentralen Akteure im organisatorischen Wissensmanagement. Damit stellt sich die Frage nach den erforderlichen Kompetenzen/Skills für Mitarbeiter und Führungskräfte im WM. In WM-Modellen [He09] und Studien zu den WM-Erfolgsfaktoren [He99], [HMS07], sowie WM-Standards [BS01], [CE04], [DI06], [IS17] wird dieser Aspekt unter dem Begriff “Human Faktoren” thematisiert.

Die Sichtung der einschlägigen Klassiker des WM [No97], [Pr00], [No11], [Da00], [Wi01] sowie von Handbüchern [Ho03] und Lehrbüchern [Da05], [Hi09], [Le14] in Bezug auf die Behandlung der Kompetenzen für und im WM ist jedoch wenig ergiebig. Die Skills für Wissensmanager bzw. für das kompetente Agieren im organisatorischen WM wurde im WM unter dem Konzept des persönlichen Wissensmanagement.

²⁶ FH Potsdam, FB Informationswissenschaften, Kiepenheuerallee 5, 14469 Potsdam, michel@fh-potsdam.de

²⁷ FH Potsdam, FB Informationswissenschaften, Kiepenheuerallee 5, 14469 Potsdam, heisig@fh-potsdam.de

[RE08] mit zahlreichen Werkzeugen und Methoden für den individuellen Umgang mit Wissen dargestellt bzw. für konkrete Anlässe, wie die Sicherung von Erfahrungswissen [Fü05] beschrieben. Ein WM-Kompetenz-Check [He03], dessen Ursprung in der Unternehmenspraxis lag, wurde jedoch kaum rezipiert. Kompetenz-Matrizen [TF99] für das Wissensmanagement, die bereits in den ersten Phase des WM vorgeschlagen wurden, fanden in der WM-Forschung und WM-Praxis kaum Beachtung. Leider kennzeichnet dieses bekannte Defizit weiterhin die WM-Forschung und WM-Praxis [He07].

Die Kompetenz-Orientierung ist seit der Bologna Reform auch in Deutschland ein wesentliches Ziel der Hochschulausbildung. Wichtige Rahmenwerke für die Gestaltung der Hochschullehre, wie z.B. der Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse formulieren fachliche und überfachliche Kompetenz-Niveaus, zu denen ein deutscher Hochschulabschluss die Absolvent*innen befähigen soll [KM17].

Demgegenüber haben in den Informationswissenschaften Standards und Rahmenwerke, in denen Kompetenzprofile für die Berufsfähigkeit von Absolvent*innen oder für die Auswahl von Mitarbeiter*innen formuliert werden, eine jahrelange Tradition. Insbesondere im Bereich der Information Literacy Education existieren international eingeführte Kompetenzrahmen, [As15] die ein breites Feld fachübergreifender Schlüsselkompetenzen in Bezug auf den kompetenten Umgang mit Information (Information Literacy), [Ta12] mit Informationsmedien (Media Literacy) sowie mit digitalen Tools zur Informationsverarbeitung (ICT-Literacy und Digital Literacy) [Fr14] formulieren und in Bezug zur informationswissenschaftlichen Berufsfähigkeit setzen. Die Vermittlungsansätze zur der Information Literacy Education werden, zumindest in der angelsächsischen und skandinavischen Forschungsdiskussion unter Bezug auf Erkenntnisse und Methoden der Informationsverhaltensforschung, differenziert nach spezifischen Zielgruppen, wie z.B. Studierende [Fr14] oder Berufstätige. [Fo17]

In diesem Diskussionspaper möchten wir den Stand der Diskussion über Kompetenzen im und für das organisatorischen Wissensmanagement kurz umreißen sowie Anknüpfungspunkte an die Forschungen aus dem Bereich der Information Literacy Education darstellen. Abschließen möchten wir mit einigen Thesen zur den Kompetenzen von Wissensmanagern im Kontext des Digital Workplace.

2. Wissensmanagement und Kompetenzen

In der Grundlagenliteratur zum WM wird die Dimension der individuellen Fähigkeiten kaum angesprochen. So geht Probst et al. [Pr00], aus klassischer Managementperspektive auf die Anreizinstrumente ein, die ein gewünschtes Verhalten der Mitarbeiter im WM steuern sollen. Unter dem Begriff der individuellen Wissensentwicklung (= Lernprozess) wird, unter Rückgriff auf Informationsverarbeitung im menschlichen Gehirn, die Ambivalenz von Kreativität versus systematischem Problemlösen diskutiert. Im Ergebnis wird die „individuelle Problemlösungskapazität im Wissensentwicklungsprozeß zu einer

Schlüsselqualifikation“ [Pr00:185] erhoben. Eher unsystematisch lassen sich Bezüge zu relevanten individuellen Fähigkeiten finden, wie beispielsweise der Hinweis auf Unternehmen in Japan, die ihre Moderatoren „speziell in geeigneten Dokumentationstechniken“ [Pr00:302] ausbilden, um Projekterfahrungen und -entscheidungen aus Protokollen schnell erschließen können. Die Notwendigkeit eines „persönlichen Wissensmanagements“ (pWM) mit Empfehlungen zu sinnvollen Instrumenten liefert eine frühere Publikation [PE98].

Auch bei North [No11] bleibt es bei dem einführenden Hinweis auf die Kompetenzanforderungen, die sich auf veränderten Rollen, wie beispielsweise „das Lernen zu lernen“, beziehen. Als Basiskompetenzen führt er die Fähigkeit an, „mit neuen Techniken der Informationsverarbeitung umzugehen, um in der Lage zu sein, Informationen schnell zu beschaffen sowie in Wissen umsetzen zu können.“ Daneben wird eine „ausgeprägte Kommunikationskompetenz“, eine „Fähigkeit zum Selbstmanagement“, die „Fähigkeit, kreativ zu denken und Probleme selbst zu lösen“ als auch „soziale Kompetenz bzw. ‚Teamfähigkeiten‘ und die Fähigkeit, „Konflikte zu lösen, mit Stress und unerwartetem Verhalten anderer umgehen“ zu können als relevant erachtet [No11:31]. Er beschreibt fünf Gruppen von Mitarbeitern eines wissensorientierten Unternehmens mit ihren jeweils speziellen Aufgaben und Rollenprofilen u.a. im Rückgriff auf Nonaka und Takeuchis Differenzierung verschiedener Führungsansätze zur Wissenserzeugung. Nach der Betrachtung der Situation und Entwicklung von fachlichen Mitarbeitern, den „Wissenspraktikern“, geht er abschließend noch auf die Mitarbeiter im Support ein, die sicherstellen, „dass die vielfältigen verfügbaren Informationsquellen gefiltert, benutzer- und aufgabenspezifisch aufbereitet den Mitarbeitern im Unternehmen bzw. externen Kunden zur Verfügung stehen“ [No11:141]. Ferner werden redaktionelle Kompetenzen aufgeführt, wie u.a. die Kodifizierung von Expertenwissen, Verschlagwortung von Berichten, das Redigieren von Projektberichten in verständlicher Sprache, die Strukturierung von Wissen aus Kompetenznetzwerken sowie die Aktualisierung von Expertensystemen. Schließlich hebt er die Fähigkeit zur Durchführung von „komplexen Recherchen“ durch „Informationsfachleuten“ [No11:142] hervor. Abschließend vermerkt North, dass „Unternehmen (...) dies noch nicht immer erkannt“ (haben) und sich vielfach scheuten, „Informations- und Dokumentationsspezialisten einzustellen.“ [No11:142]

Bei Nonaka und Taekuchi [No97] werden die notwendigen Fähigkeiten von Mitarbeitern und Führungskräften mit Rahmen der Theorie der Wissenserzeugung nicht explizit herausgearbeitet, sondern lassen sich eher aus den Aufgaben erschließen. So müssen Mitarbeiter im Rahmen der Sozialisationsprozesses, d.h. der Übertragung von implizitem zu implizitem Wissen, sich auf die konkrete Arbeitspraxis einlassen und durch Beobachtung und Nachahmung das implizite Wissen sich gewissermaßen ‚erspüren‘. Im Prozess der Externalisierung sind Fähigkeiten zur Artikulation der Erfahrungen, der genauen und nuancierten Beschreibung mit Begriffen und Metaphern sowie die Visualisierung mit Skizzen, Zeichnungen und Bildern relevante Fähigkeiten. „Wissenspraktiker“ (...) sammeln, erzeugen und erneuern sowohl implizites als auch explizites Wissen und sind

damit beinahe so etwas wie wandelnde Archive“ [No97:172]. Ferner unterscheiden sie noch zwischen „Wissensingenieuren“ und „Wissensverwaltern“. Erstere sind i.d.R. mittlere Führungskräfte und ermöglichen alle vier Formen der Wissensumwandlung aber ihr entscheidender Beitrag besteht in der „Umwandlung impliziter Bilder und Sichtweisen in explizite Konzepte“ [No97:175]. Als „Wissensverwalter“ agiert das obere Management, das wissen muss „was sein soll“ und dazu gehört die Aufgabe, eine Vision zu formulieren und kommunizieren, den Wert des kontinuierlich geschaffenen Wissens zu erklären [No97:177].

Davenport und Prusak [DP00] widmen ein ganzes Kapitel dem Thema „Knowledge Roles and Skills“ [DP00:107-122], das von der operativen Rolle bis zum „Chief Knowledge Officer“ (CKO) reicht und von der Überzeugung ausgeht, dass „Managing knowledge should be everybody’s business“ [DP00:108]. Allerdings bleiben die Autoren in Bezug auf die Skills (= Fähigkeiten) doch recht vage, wenn sie von einer „combination of ‚hard‘ skills (structured knowledge, technical abilities and professional experience) with ‚softer‘ traits (a sure sense of the cultural, political, and personal aspects of knowledge)“ [DP00:110]. Sie erwähnen den Bedarf an „‚professional‘ knowledge structuring and writing skills“ [DP00:111]. Ferner werden die Fähigkeiten von Bibliothekaren als auch technischen Redakteuren als sehr geeignet für „Knowledge Management Workers“ angesehen. Allerdings müssten sich Bibliothekare sich verändern in Bezug auf ihre „objectives, activities, and cultural predispositions“ [DP00:111]. Am ausführlichsten behandeln die Autoren die Rolle des „Chief Knowledge Officers“ (CKO) und dessen Einordnung in das funktionale (HR oder IT) und hierarchische Geflecht einer Organisation, was sie mit zahlreichen Praxisbeispielen illustrieren. Der Aspekt der Fähigkeiten wird dabei nur summarisch dargestellt, wonach CKO’s „a blend of technical, human and financial skills“ [DP00:117] benötigen. Eine Darstellung zu den notwendigen Rollen im WM findet sich auch bei Riempp [Ri04:210ff].

In einschlägigen Lehrbüchern zum WM [Da05], [Hi09] und [Le14] werden Kompetenzen auch primär in Bezug auf spezifische WM-Rollen behandelt. Dalkir [Da05] widmet ein Kapitel den Aufgaben eines KM-Teams und geht dabei auf die Kompetenzanforderungen ein. Dabei greift Sie auf die Fähigkeitsmatrix der TPFL [TP99] zurück bzw. übernimmt sieben Kategorien von Problemlösungsfähigkeiten des Informationszeitalters von Goade, die den WM-Bausteinen bzw. WM-Kernprozessen ähnlich sind: (1) Retrieving information, (2) Evaluating/assessing information, (3) Organizing information, (4) Analyzing information, (5) Presenting information, (6) Securing information und (7) Collaborating around information [Da05:286]. Hislop [Hi09] setzt sich kritisch mit der Rhetorik des „knowledge workers“ auseinander und den begrifflichen Unschärfen (z.B. „knowledge-intensive“) und verweist auf ältere Forschungen [Cu98, Ku78], demnach „knowledge was created at all levels within organizations“ und „most types of work involve the development and use of tacit knowledge“ [Hi09:76]. Diese Beispiele decken sich auch mit früheren Untersuchungen in der deutschen Metallindustrie [Bö88, Me93]. In einer früheren Arbeit stellt Hislop [Hi08:594] dar, dass „all work, to some extent, can

justifiably be defined as knowledge work“. Dabei greift er auf das Modell von Frenkel [Fr95] zurück, das drei Dimensionen unterscheidet: (A) Kreativität, (B) Dominante Wissensform (1 Kontextwissen oder 2 Theoretisches Wissen) die genutzt wird und (C) Typ von benötigten Fähigkeiten (1 Intellektuelle, 2 Soziale, 3 Handlungsbasierte). Allerdings vertieft Hislop den Aspekt der Skills nicht weiter im Lehrbuch. Lehner [Le14] thematisiert den Aspekt der Fähigkeiten unter dem Begriff „persönliches bzw. individuelles Wissensmanagement“ und verweist dabei insbesondere auf die umfassende Ausarbeitung von Reinmann-Rothmeier und Mandl [RM00]. Leider geht er später nicht weiter auf die individuellen Kompetenzanforderungen im WM ein. Von Reinmann und Eppler [RE08] liegt ein Kompendium mit 15 operativen und sechs strategischen Methoden für das pWM vor.

Cheong und Tsui [CT11] vergleichen acht Modelle des Personal Knowledge Management (PKM) aus dem Zeitraum 1999 bis 2010 (Abb. 1) und schlussfolgern, dass “PKM has evolved from mere individual activities to something that is more outcome/impact oriented; from information handling skills to personal competencies, sensemaking, and self-reflection; from individually focused to a community and social collaboration focused” [CT11:189]. Für eine aktuelle Konzeption des PKM siehe auch [CP16, Ja19].

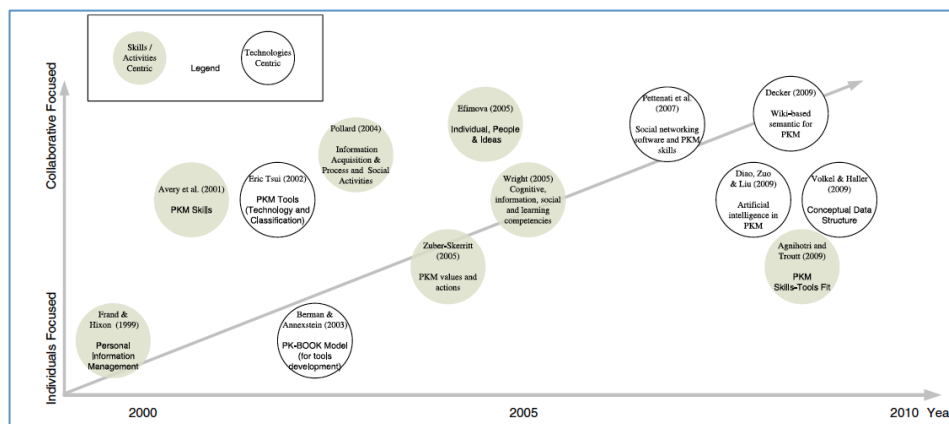


Abb. 1 Personal knowledge management development in past decade [CT11:179]

Auf der Basis des Literaturreviews und einer Befragung zu Rollen und Werten des PKM schlagen sie ein neues konzeptionelles Modell des PKM 2.0 mit vier Kernkomponenten und den jeweils erforderlichen Kompetenzen vor:

Core components	KM process [Se03]	Skills/competencies required:
(1) Personal information management	Capture or locate	Retrieving, evaluating, and organizing
(2) Personal knowledge internalization	Creating	Analysis, learning / self-development, and reflection
(3) Personal wisdom creation	Applying	Problem solving, creativity, and mental agility
(4) Interpersonal knowledge transferring	Share/transfer	Securing, presenting and communication, and collaborating

Tab. 1 Elemente des PKM 2.0 nach [CT11]

Die umfassendste und detaillierteste Darstellung wurde bereits 1999 von der britischen Firma TPFL [TP99] unter dem Titel "Skills for Knowledge Management" vorgelegt. Auf der Basis einer breiten Umfrage, einer Sichtung des damaligen Forschungsstandes, Fallstudien und mehreren Workshops mit Praxisvertretern wurde eine Skill-Matrix für allgemeine Rollen, wie den „Chief Knowledge Officer“, das „Chief Knowledge Team“, das „Implementation Team“, „Knowledge Practitioners“ und „Infrastructure roles“ nach fünf Fähigkeits/Kompetenzkategorien erarbeitet: (1) Business/Enabling/Core, (2) „Knowledge Management enabling“, (3) Information Management, (4) Education / Experience und (5) Personal Attributes. Die Abb. 2 zeigt die komprimierte Darstellung für „Knowledge Practitioners“. Die ausführliche Darstellung findet sich im Anhang zu diesem Artikel.

KM enabling skills and competencies		
Business process identification and analysis		
Understanding the knowledge process within the business process		
Understanding the value, context and dynamics of knowledge and information		
Knowledge asset identification, creation, maintenance and exploitation		
Knowledge mapping and flows		
Change management		
Leveraging ICT to create KM enablers		
Core competency building Continuing professional and technical education and training Business, sector and Work experience	An understanding of support and facilitation of communities and teams	Environmental skills and competencies • Communication • Team working • Negotiation • Facilitation • Coaching • Mentoring Business processes
	Project management	
	Information structuring and architecture	
	Document and information management and work flows	
	An understanding of information management principles	
An understanding of publishing processes		
An understanding of technological opportunities		
Professional, technical and craft skills and education		

Abb. 2: Skills profile for KM practitioners [TP99:77]

Etwa 10 Jahre später veröffentlichte das UK Government das „Government Knowledge and Information Management Professional Skills Framework“ [GK09] worin erstmals die Rolle von Wissensmanagern im öffentlichen Dienst von Großbritannien denen von Juristen, Volkswirtschaftlern, Politikwissenschaftlern etc. gleichgestellt wurden. Das Framework (Abb. 3) soll vier Funktionen dienen: (A) Karriereentwicklung, (B) Personalbeschaffung und –auswahl, (C) Leistungsmanagement und zur (D) Identifizierung von Fortbildungsbedarf. Es werden vier Ebenen unterschieden: Strategist, Leader, Manager und Practitioner. Das Framework ist das Ergebnis einer längeren Zusammenarbeit der Bibliothekare, Informations- und Wissensmanager im Civil Service Großbritanniens.

Abschließend soll noch auf ein Instrument zur Diagnose von WM-Kompetenzen eingegangen werden [He03], dessen Entwicklung durch eine Praxisfallstudie in einem Pharmakonzern angestoßen wurde [He01]. Die erfolgreiche WM-Lösung basierte auf drei Säulen: (A) Content (Metadata, Thesaurus) (B) Technology (Search engine, Alerting, Webpublishing) (C) Behaviours (Knowledge sharing competencies: Create – Capture – Communicate – Use) [He01].

Mit dem WM-Kompetenz-Check [He03] wurden drei Ziele verfolgt: (1) Sensibilisierung von Mitarbeitern und Führungskräften in Bezug auf relevante Basiskompetenzen für den systematischen Umgang mit Wissen, (2) Kenntnis der eigenen Stärken und Schwächen und (3) Bewertungsgrundlage für die Vereinbarung von Fortbildungsmaßnahmen. Ein Kurzfragebogen mit 34 Frage-Items wurde dazu entwickelt. Im Rückblick lässt sich feststellen, dass dieses Angebot nur im Rahmen von WM-Projekten zur Einschätzung des allgemeinen Qualifikationsstandes und -bedarfs der Mitarbeiter in summarischer Form eingesetzt wurde.

3. Informationswissenschaften und Information Literacy

Zentraler Gegenstand der Informationswissenschaft ist die Analyse, Sammlung, Speicherung und Verfügbarmachung von Information sowie die Interaktion von Mensch und Information. [Ku14]. In diesem fachlichen Kontext ist das Forschungs- und Praxisfeld der Information Literacy Education in der angelsächsischen Bibliotheks- und Informationswissenschaft in den 80iger Jahren des 20. Jahrhunderts entstanden. Die American Library Association formulierte 1989 eine erste international diskutierte Definition für Informationskompetenz, auf die sich heutige Definitionen nach wie vor beziehen:

To be information literate, a person must be able to recognize when information is needed and have the ability to locate, evaluate and use effectively the needed information. [AL89]

UK Government Knowledge and Information Management Professional Skills Framework	
	(April 2009)
<u>1. Strategic planning for knowledge and information management</u>	
1.1	Organisational planning for knowledge and information management
1.1.1	Understanding the government, organisational and wider knowledge and information environments
1.1.2	Strategic planning for knowledge and information management
1.1.3	Inter- and intra-organisational collaboration
1.2	Demonstrating the value of knowledge and information management
1.3	Strategic development of knowledge and information management capability
1.3.1	Professional development of the knowledge and information management community
1.3.2	Building wider knowledge and information management capability
1.4	Selection and procurement of knowledge and information management resources
<u>2. Using and exploiting knowledge and information</u>	
2.1	Knowledge sharing and collaboration
2.1.1	Supporting collaboration and promotion of a knowledge-sharing culture
2.1.2	Facilitating knowledge capture
2.1.3	Facilitating knowledge transfer and organisational learning
2.2	Information re-use and information sharing
2.2.1	Information re-use and information sharing
2.2.2	Web / new media publishing
2.2.3	Electronic information resource delivery to the desktop
2.3	Information analysis
2.3.1	Decision support / decision analysis
2.3.2	Search / information retrieval
2.3.3	Analysis and exploiting research
2.4	Integrating knowledge and information management capabilities into the business process
2.4.1	Understanding information needs and behaviour
2.4.2	Education and training
<u>3. Managing and organising information</u>	
3.1	Information architecture and information control
3.1.1	Collection / repository management: the ability to design and maintain structures for information storage and access to support business information needs
3.1.2	Organising and labelling information
3.2	Creation and maintenance of information and records
3.2.1	Content creation and maintenance
3.2.2	Business continuity
3.2.3	Lifecycle management
<u>4. Information governance</u>	
4.1	Information risk management
4.1.1	Information ownership and accountability
4.1.2	Information risk analysis and mitigation
4.2	Compliance with information legislation, regulation and corporate standards
4.2.1	Ensuring compliance with the legal framework
4.2.2	Information rights
4.3	Ethics

Abb. 3: UK Government KIM Professional Skills Framework [GK09]

In der zweiten Hälfte der 1990iger Jahre fand die Auseinandersetzung mit dem Forschungs- und Praxisfeld der Information Literacy Eingang in die deutschsprachigen Fachpublikationen. Die deutschsprachige Begriffsprägung „Informationskompetenz“ setzte sich zunehmend durch. [Ta12] Ausgehend von der Entwicklung des Web 2.0 und der Metamorphose der Rezipient*innen zu Produzent*innen digitaler Information, [HA07] betonen aktuelle Definitionen von Informationskompetenz zunehmend die aktiv-gestaltenden Dimensionen des Umgangs mit Information und fügen der oben genannten Definition die Dimensionen Informationsvisualisierung, Informationsverantwortung und Umgang mit wissenschaftlichen Informationsinfrastrukturen hinzu [HR12, S. 8]. Zudem wird Informationskompetenz zunehmend in Beziehung gesetzt zu verwandten überfachlichen Kompetenzen, wie z.B. der Medienkompetenz, der ICT-Kompetenz und, übergreifend, der Digital Literacy. [HA07] [HA16] [Ba 19]

Im Einklang mit der Erwartung der Hochschulrektorenkonferenz, den in der Einleitung benannten Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse durch die Formulierung von fachspezifischen „Übersetzungen“ in so genannte Fachqualifikationsrahmen zu überführen, [Km17] wurden in der internationalen und deutschsprachigen informationswissenschaftlichen Fachdiskussion Standards, Kompetenzrahmen und Frameworks entwickelt. [Ho02] [As15] [Kl16] [Ta18]

Das Ziel dieser teils fachübergreifenden, teils zielgruppenspezifischen Anforderungs- und Kompetenzprofile besteht darin, zur Qualitätssicherung der fachlichen Ausbildung sowie des Berufsfelds in Bezug auf den Aufgabenbereich der Vermittlung von Informationskompetenz beizutragen. Der bisher aktuellste Beitrag dieser Art in der deutschsprachigen Fachdiskussion, dem Framework Informationskompetenz, besteht in einem Qualifikationsrahmen für Hochschulen und Ausbildungseinrichtungen, mit informationswissenschaftlichen Studiengängen oder informationspraktischen Ausbildungsgängen. [Ta18] Es schließt somit an den Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse an [Km17] und differenziert die dort aufgeführten Kompetenzen spezifisch für das bibliothekarische Berufsfeld der Vermittlung von Informationskompetenz. Dieses Framework soll es zum einen leisten, die grundlegenden Gemeinsamkeiten in den Anforderungen an die Kenntnisse und Fähigkeiten von Bibliothekarinnen und Bibliothekaren aller Qualifikationsstufen im Aufgabenbereich „Förderung von Informationskompetenz“ abzubilden und zum anderen eine bedarfsbezogene Ausprägung und Gewichtung von Qualifikationszielen in den verschiedenen Studiengängen und Ausbildungseinrichtungen ermöglichen.

Das Framework umfasst zum einen Fachkompetenzen, die in inhaltliche Fachkompetenzen und informationsdidaktische [Mi16] Kompetenzen unterschieden werden. Zum anderen führt es unter Bezug auf die aktuelle didaktikwissenschaftliche Fachdiskussion [Se17] überfachlichen Kompetenzen auf, die für das Berufsfeld der Informationskompetenzvermittlung gemäß einer dem Kompetenzrahmen zugrunde liegenden Befragung als besonders relevant zu betrachten sind. Sowohl in den fachlichen als auch in den über-

fachlichen Kompetenzen bezieht das Framework Informationskompetenz Kompetenzen mit ein, die in dem Konzept der 21th Century Skills als Kompetenzset für die digitalisierte Lebens- und Arbeitswelt zusammengefasst worden sind.[Gr12] Somit bilden die Kompetenzen im Framework Informationsdidaktik einen fachlich relevanten Ausschnitt der derzeit als 21th Century Skills diskutierten Schlüsselkompetenzen, deren Relevanz in einer zunehmend digitalisierten Arbeits- und Lebenswelt an Bedeutung gewinnt und kontextualisiert diese Kompetenzen mit fachspezifischen Kompetenzen für die Erfüllung des Berufsfelds Information Literacy Education. Die zehn 21th Century Skills, die Binkley et. al. in Form einer internationalen Metastudie aus zwölf fachlich einschlägigen Kompetenzsets zusammengestellt haben, beinhaltet die folgenden, in vier Gruppen untergegliederte Kompetenzen [Bi12]:

„Ways of Thinking	1. Creativity and innovation 2. Critical thinking, problem solving, decision making 3. Learning to learn, Metacognition
Ways of Working	4. Communication 5. Collaboration (teamwork)
Tools for Working	6. Information literacy 7. ICT literacy
Living in the World	8. Citizenship – local and global 9. Life and career 10. Personal and social responsibility – including cultural awareness and competence“

Tab. 2 10 21st century skills nach [Bi12]

Die fachlichen und überfachlichen Kompetenzbereiche des „Framework Informationskompetenz“ werden jeweils in Einzelkompetenzen untergliedert und mit konkreten Lernzielen untersetzt. Die folgende Abbildung stellt exemplarisch die Differenzierung des Kompetenzbereichs D „zielgruppenspezifische Informationsdidaktik“ dar.

Der zentrale Nutzen derartiger Frameworks liegt darin, verbindliche Standards für die Kompetenzentwicklung von Personen in dem Berufsfeld der Information Literacy Education zu definieren. Gleichzeitig berücksichtigt das Framework-Konzept, dass der Kompetenzerwerb je nach Curriculum unterschiedlicher fachlich einschlägiger Studiengänge oder je nach Ausrichtung geplanter beruflicher Weiterbildungskonzepte in einen Kontext anderer Vermittlungsinhalte eingebunden werden muss. Somit stellen Frameworks ein Kompendium von Kompetenzen dar, deren Entwicklung in unterschiedlicher Weise mit der Vermittlung anderer Wissensinhalte oder Kompetenzen verknüpft werden kann. [Ta18]

D Zielgruppenspezifische Informationsdidaktik

1. Kenntnis von Information-Behaviour-Modellen und -Theorien
2. Kenntnis von Methoden zur Studie von Informationsverhalten
3. Kenntnis der Grundlagen der Lerntheorie und der Bibliotheksdidaktik
4. Didaktisch-methodische Kompetenzen
5. Kenntnis aktuell gängiger Softwaretools im E-Learning- sowie im Blended-Learning-Bereich

Informationsprozesse lassen sich mithilfe verschiedener Modelle beschreiben und erklären. Mithilfe qualitativer und quantitativer empirischer Methoden lässt sich das Informationsverhalten spezifischer Zielgruppen ermitteln und analysieren. Lerntheorien bieten Erklärungsansätze für das Verständnis von Lernprozessen. Auf dieser Grundlage setzen didaktische Konzepte an und stellen Modelle für das Ermöglichen und Unterstützen von Lernprozessen bereit. Für die Umsetzung dieser Konzepte und Modelle sind bei der Entwicklung von Bildungsangeboten insbesondere die Kenntnis geeigneter Methoden und die Fähigkeit, diese praktisch einzusetzen, von Bedeutung. Dabei spielen digital basierte Lern-/Lehrszenerarien eine zunehmend wichtige Rolle.

Daraus ergeben sich folgende Lernziele:

Die Absolventinnen und Absolventen können

- die Relevanz des zielgruppenspezifischen Informationsverhaltens für die Entwicklung informationsdidaktischer Vermittlungsangebote erläutern
- grundlegende Modelle der Beschreibung von Informationsverhalten benennen und vergleichend darstellen
- grundlegende Methoden zur Analyse von Informationsverhalten benennen und anwenden
- Lerntheorien benennen und vergleichend darstellen
- bibliotheks-/ informationsdidaktische sowie vermittlungsmethodische Konzepte – von Miniformaten wie den Coffee Lectures hin bis zu semesterbegleitenden, mehrteiligen Veranstaltungen (einschließlich Assessment, Evaluation und Leistungsmessung) erläutern und anwenden
- gängige Softwaretools im E-Learning-Bereich und Verfahren der Analyse nutzerinnen- und nutzerbezogener Lernaktivitätsdaten (Learning Analytics) bewerten und einsetzen

Abb. 4: Auszug „Framework Informationskompetenz“, [Ta18, 6-7]

4. Thesen: Skills for Knowledge Manager in the Digital Workplace

Wie in diesem Beitrag dargestellt, hat der Fachdiskurs in Forschung und Praxis des Wissensmanagement bereits seit mehreren Jahrzehnten Ansätze geboten, das Kompetenzprofil von Personen, die in dieser Profession tätig sind, zu beschreiben, zu reflektieren und erste Vorschläge für die Entwicklung von Kompetenzprofilen und Standards für die Ausbildung und berufliche Weiterbildung zu definieren. Jedoch sind diese Aktivitäten bisher noch nicht in der Formulierung von Kompetenzrahmen gemündet, die verbindliche Qualitätsstandards für Ausbildung und berufliche Weiterbildung im Bereich WM bieten. Im Gegensatz dazu wurden, wie in diesem Beitrag erläutert, in den Informationswissenschaften im Bereich der Information Literacy Education bereits seit Anfang des Jahrtausends Kompetenzrahmen entwickelt und, gemäß der sich ändernden fachlichen und überfachlichen Anforderungen im Kontext der digitalen Transformation fortwährend weiterentwickelt.

Die Autor*innen dieses Beitrags plädieren dafür, die Auseinandersetzung mit Kompetenzrahmen in der WM-bezogenen Fachdiskussion zu intensivieren und dies mit Bezug auf bestehende Rahmenwerke, wie z.B. dem Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse bzw. bestehende internationale Äquivalente zu tun. Das dargestellte Beispiel aus dem informationswissenschaftlichen und informationspraktischen Fachdiskurs zur Information Literacy Education bietet aus unserer Sicht Anregungen für die konkrete Ausgestaltung eines derartigen Kompetenzrahmens.

Vor dem Hintergrund der digitalen Transformation sollte ein besonderes Augenmerk auf die Integration von Kompetenzen aus dem Spektrum der sogenannten Digital Literacies gelegt werden, um zukünftige Wissensmanager*innen dazu zu befähigen, die digitale Transformation der Arbeitswelt maßgeblich mitzugestalten. Somit bietet es sich aus der Perspektive der Autor*innen dieses Beitrags an, die Entwicklung eines Kompetenzrahmens „Wissensmanagement“ unter Bezug auf das oben erläuterte Kompetenzset der 21st century skills zu vollziehen.[Bi12] [Se17] Möglicher Weise könnte sich hierbei ergeben, dass die WM-bezogene Fachdiskussion nicht nur konzeptionell von den Aktivitäten der Informationswissenschaften profitieren kann, sondern es auch in Bezug auf die entwickelten Kompetenzen im Umgang mit Information und Wissen Synergien gibt.

Literaturverzeichnis

- [AL89] American Library Association. Presidential Committee on Information Literacy: Final Report. 1989. Retrieved February 28, 2019 from: <http://www.ala.org/ala/mgrps/divs/acrl/publications/whitepapers/presidential.cfm>.
- [As15] Association of College & Research Libraries ACRL (Ed.) (2015). Framework for Information Literacy for Higher Education. Chicago: ACRL, A Division of the American Library Association. Retrieved January 21, 2016, from <http://www.ala.org/acrl/standards/ilframework>.
- [Ba19] Bak, f.; Friedrich, M.; Lang, L.; Michel, A.; Prill, H.; Schreiber, R.; Trinks, S.; Witzing, F.: Das Konzept der Digital Literacy und seine Relevanz für die Informationswissenschaften – Am Beispiel eines studentischen Projektkurses, In: Büttner, S. (Hg.): Digital Literacy in den Informationswissenschaften. Berlin, Simon-Verlag. Im Publikationsprozess.
- [Bi12] Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills*. (pp. 17–66). Springer.
- [Bö88] Böhle, F., Milkau, B. Vom Handrad zum Bildschirm. Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozess. Frankfurt: Campus, 1988.
- [BS01] BSI: Knowledge Management. A Guide to Good Practice. PAS 2001, British Standards Institution, London 2001.
- [CE04] CEN: European Guide to good Practice in Knowledge Management. CWA 14924, Part 1 – 5, European Committee for Standardization, Brussels 2004.
- [CP16] Cranefield, J., & Prusak, L. Managing your own knowledge: A personal perspective. G. Gorman & D. Pauleen (Eds.), *Personal knowledge management: Individual, organizational and social perspective*, London: Routledge, 2016, pp. 121–136.
- [CT11] Cheong, R. K. F., Tsui, E. From Skills and Competencies to Outcome-based Collabora-

- tive Work: Tracing a Decade's Development of Personal Knowledge Management (PKM) Models. *Knowledge and Process Management*, 2011, Vol. 18, No. 3, pp. 175-193.
- [Cu98] Cutcher-Gershenfeld, J., Nitta, M., Barrett, B. *Knowledge-Driven Work*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- [DP00] Davenport, T.H., Prusak, L.: *Working Knowledge. How Organizations Manage What They Know*. Boston, Harvard Business School Press 2000, 2nd. Edi., Deutsch: Wenn Ihr Unternehmen wüßte, was es alles weiß ... Landsberg, mi-verlag 2. Aufl. 1999
- [Da16] Davenport, T.H. Personal knowledge management and knowledge worker capabilities. G. Gorman & D.J. Pauleen (Eds.), *Personal knowledge management: Individual, organizational and social perspectives*. London: Routledge, 2016, Vol. 1, pp. 167–188.
- [Da05] Dalkir, K.: *Knowledge Management in Theory and Practice*. MIT Press; 2nd Revised edition, 2005.
- [DI06] DIN: Einführung von Wissensmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen. PAS 1062:2006-05, Beuth-Verlag, Berlin 2006.
- [Fo17] Forster, M. (2017). *Information Literacy in the Workplace*. London, UNITED KINGDOM: Facet Publishing.
- [Fr14] Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Gebhardt, E. (2014). *Preparing for life in a digital age: The IEA International Computer and Information Literacy Study international report*.
- [Fr95] Frenkel, S., Korczynski, M., Donohue, L., Shire, K. *Re-Constituting Work: Trends Towards Knowledge Work and Info-Normative Control*. *Work, Employment and Society* 1995, Vol. 9, No. 4, pp. 773–96.
- [Fü05] Fürstenau, B., Langfermann, J., Klauser, F., Born, V.: *Erfahrungswissen sichern und aufbereiten – Zur effizienten Gestaltung von Wissensmanagementprozessen bei der BMW AG im Projekt „Werksaufbau Leipzig“* (Ferstl O.K., Sinz E.J., Eckert S., Isselhorst T., Hrsg.) *Wirtschaftsinformatik 2005*. Physica, Heidelberg, pp. 1023-1039.
- [Gr12] Griffin, P., & Care, E. (Eds.) (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills*.: Springer.
- [Ha07] Hapke, T. (2007). *Informationskompetenz 2.0 und das Verschwinden des „Nutzers“*. *BIBLIOTHEK Forschung und Praxis*, 31(2), 137–149.
- [Ha16] Hapke, T. (2016). *Informationskompetenz anders denken - zum epistemologischen Kern von "information literacy"*. Technische Universität Hamburg-Harburg.
- [He99] Heisig, P.: *Wissensmanagement in Deutschland und Europa – Stand und Entwicklungen*. Ergebnisse der Befragung der TOP 1000 deutschen und TOP 200 europäischen Unternehmen, in (Schmidt, R. Hrsg.), 21. Online-Tagung der DGI: *Aufbruch ins Wissensmanagement*. Frankfurt/Main, 18. bis 20. Mai 1999, Proceedings, Deutsche Gesellschaft für Informationswissenschaft und Informationspraxis (DGI), Frankfurt/Main, 53-66.
- [He01] Heisig, P., Vorbeck, J. *The Knowledge Network: A successful combination of Content Mangement with the management of Staff Competencies*. Unveröffentlichte Unternehmensfallstudie IZB am Fraunhofer IPK, 2001.
- [He03] Heisig, P., Finke, I.: *Wissensmanagement-Kompetenz-Check*. In: (Rosenstiel, L., Erpenbeck, J. Hrsg.): *Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis*. Stuttgart: Schaeffer-Poeschel Verlag 2003, 488 – 504.
- [He07] Heisig, P. *Professionelles Wissensmanagement in Deutschland. Erfahrungen, Stand und Perspektiven des Wissensmanagements*. Gronau, N. (Hrsg.) 4. Konferenz Professionelles Wissensmanagement – Erfahrungen und Visionen, 18.-20. März 2007, Potsdam, Berlin: GITO-Verlag 2007, Band 1, S. 3-19.
- [He09] Heisig, P. *Harmonisierung of knoweldge management – comparing 160 KM frameworks around the globe*. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 13, No. 4, 2009, 4-31.

- [HMS07] Helm, R., Meckl, R., Sodeik, N.: Systematisierung der Erfolgsfaktoren von Wissensmanagement auf der Basis der bisherigen empirischen Forschung, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 2007, Vol. 77 No. 2, 211-41.
- [Hi08] Hislop, D. Conceptualizing Knowledge Work Utilizing Skill and Knowledge-based Concepts. The Case of Some Consultants and Service Engineers. *Management Learning*, 2008, Vol. 39, No. 5, pp. 579-596.
- [Hi09] Hislop, D.: *Knowledge Management in Organizations: A Critical Introduction*. Oxford University Press, 2009, 2nd Edition
- [Ho02] Benno, H. (2002). Informationsvermittlung. Standards der Informationskompetenz: Eine Übersetzung der amerikanischen Standards der ACRL als argumentative Hilfe zur Realisierung der „Teaching Library“. *Bibliotheksdienst*, 36, 625–638.
- [Ho03] Holsapple, C. (Ed.) *Handbook on Knowledge Management*. Vol. 1: Knowledge Matters, Vol. 2: Knowledge Directions. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2003 (Series: International Handbooks on Information Systems)
- [Hr12] Hochschulrektorenkonferenz (Ed.) (2012). Hochschule im digitalen Zeitalter: Informationskompetenz neu begreifen - Prozesse anders steuern: Entschließung der 13. Mitgliederversammlung der HRK am 20. November 2012 in Göttingen. Retrieved July 20, 2016, from https://www.hrk.de/uploads/tx_szconvention/Entschliessung_Informationskompetenz_20112012_01.pdf.
- [IS17] ISO/DIS 30401: Knowledge Management Systems – Requirements. Draft. Geneva 2017.
- [Ja19] Jarrahi, M.H., Philips, G., Sutherland, W. Sawyer, S., Erickson, I. (2019). Personalization of Knowledge, Personal Knowledge Ecology, and Digital Nomadism. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 70, No. 4, pp. 313-324.
- [Jo07] Jones, W. Personal information management. *Annual Review of Information Science and Technology*, 2007, 41(1), 453–504.
- [Kl16] Klingenberg, A. (2016). Referenzrahmen Informationskompetenz für alle Bildungsebenen. In W. Sühl-Strohmenger & M. Straub (Eds.), *De Gruyter Reference. Handbuch Informationskompetenz / herausgegeben von Wilfried Sühl-Strohmenger*. Unter Mitwirkung von Martina Straub (2nd ed., pp. 30–41). Berlin: De Gruyter Saur.
- [KM17] Kultusministerkonferenz: Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse. 2017. Retrieved December 22, 2017, from Kultusministerkonferenz: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2017/2017_02_16-Qualifikationsrahmen.pdf.
- [Ku78] Kusterer, K. *Know-how on the Job. The Important working Knowledge of ‚Unskilled‘ Workers*. Boulder, Colo: Westview Press, 1978.
- [Ku14] Kuhlen, R. (2014). Information - Informationswissenschaft. Information definieren? In *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation : Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis* (pp. 1–24). Berlin: De Gruyter Saur.
- [Le14] Lehner, F.: *Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung*. München, Hanser, 2014 (5. Auflage)
- [Me93] Mertins, K., Schallock, B., Carbon, M., Heisig, P. (1993): Erfahrungswissen bei der kurzfristigen Auftragssteuerung. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 1993, Vol. 88, No. 2, S. 78 - 80.
- [Mi16] Michel, A. (2016). Informationsdidaktik - Skizze eines neuen informationswissenschaftlichen Forschungsfelds. *Information-Wissenschaft & Praxis*, 67(5-6), 325–330.
- [No97] Nonaka, I., Takeuchi, H.: *Die Organisation des Wissens: Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*, Frankfurt/M. Campus Verlag, 1997; *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, 1995.
- [No11] North, K.: *Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen*.

- Wiesbaden, Gabler-Verlag Auflage: 5., akt. und erw. Aufl. 2011
- [PE98] Probst, G.J.B., Eppler, M.J. Persönliches Wissensmanagement in der Unternehmensführung. Zeitschrift Führung und Organisation, 1998, No. 3, S. 147-151.
- [Pr00] Probst, G., Raub, S., Romhard, K.: Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Wiesbaden, Gabler 2012 (7. Aufl.) Engl: Managing Knowledge. Building Blocks for Success. Chichester: Wiley & Sons Ltd. 2000.
- [Wi01] Willke, H.: Systemisches Wissensmanagement. Stuttgart 1998, 2. neubearb. Aufl. 2001
- [RM00] Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H. Individuelles Wissensmanagement. Strategien für den persönlichen Umgang mit Information und Wissen am Arbeitsplatz. Bern: Verlag Hans Huber, 2000.
- [RE08] Reinmann, G., Eppler, M. J. Wissenswege – Methoden für das persönliche Wissensmanagement. Bern: Hans Huber Verlag 2008.
- [RI04] Riempp, G. Integrierte Wissensmanagement-Systeme. Architektur und praktische Anwendung. Berlin: Springer, 2004.
- [Se03] Seufert A, Back A, Krogh GV. Unleashing the power of networks for knowledge management. Beerli AJ, Falk S, and Diemers D (eds.) Knowledge Management and Networked Environments., Accenture LLP: New York, NY; 2003, pp. 99–136.
- [Se17] Seidl, Tobias: Schlüsselkompetenzen als Zukunftskompetenzen - Die Bedeutung der ‚21st century skills‘ für die Studiengangsentwicklung, in: Behrendt, Brigitte; Fleischmann, Andreas; Schaper, Niclas u.a. (Hg.): Neues Handbuch Hochschullehre, [Teil] J. Organisationsentwicklung und Lehrkultur. Studiengangsentwicklung (J 2.23) 2017, S. 89-114.
- [Ta12] Tappenbeck, I. (2012). Das Konzept der Informationskompetenz in der Bibliotheks- und Informationswissenschaft: Herausforderungen und Perspektiven. In W. Sühl-Strohmenger & M. Straub (Eds.), Handbuch. Handbuch Informationskompetenz (pp. 156–166). Berlin: De Gruyter Saur.
- [Ta18] Tappenbeck, I., & Michel, A. (2018). Framework Informationskompetenz: ein Framework Informationskompetenz. Ein Qualifikationsrahmen für Hochschulen und Ausbildungseinrichtungen. o-bib. Das offene Bibliotheksjournal/herausgegeben vom VDB, 5(4).
- [TF03] TFPL Ltd.: Skills for Knowledge Management: building a knowledge economy. A report by TFPL Ltd. London, September 1999.
- [Vo01] Vorbeck, J., Finke, I.: Motivation and Competence for Knowledge Management: Mertins, K., Heisig, P., Vorbeck, J. (Eds.): Knowledge Management. Concepts and Best Practices. Berlin, New York: Springer Verlag 2001, 1st. Ed., pp. 37-56.

Anhang:

Generic Role: Knowledge Practitioners				
Skills / Competencies				
Business/ Enabling/Core	'KM' enabling	Information Management	Education/ Experience	Personal Attributes
Articulate Business awareness Communication All level Interpersonal IT literacy Management Organisational skills Partnering Time management	'Big picture' view Briefing skills Coaching Community building Conceptual thinking Counselling Database design / structures Database management Facilitation Influencing IT application skills Journalism Knowledge process Listening Marketing Negotiation Networking Networking Persuasion Project management Sharing Best practice knowledge Strategic thinking Team building Team leadership Team management Team support Technical infrastructure understanding Training Understanding Understanding the value chain Understanding KM business case Writing	Abstracting Analysis Archive management Business Information Cataloguing Database Management Database structures Document life cycle understanding Creation Submission Publishing Review Enquiry work Content sources External Internal Indexing Information audit / mapping Information needs analysis Information needs profiling Information processes Information procedures Information structuring Information support Online CD Rom Internet Hosts Records management Research skills Search & Retrieval Subject understanding Synthesis Creating nuggets Text analysis Thesaurus / taxonomy construction	<i>Experience</i> Analysis Business Unit coordinator Change management Competitive intelligence Competitor analysis Consulting Discipline experience From the business Industry experience Journalists LIS Marketing Partners People management Process management Research Research journalist <i>Education</i> Graduates varied subjects MBAs PhDs – varied	Able to take criticism Accurate Analytical Approachable Buoyant Confident Creative Credible Culture aware Determined Easy going Enquiring mind Enthusiasm Evangelist Imaginative Initiative Lateral thinking Lively Mature Motivated Optimistic Persistent Personable Practical Pragmatic Proactive Resilient Resolute Sparkiness Tact Team player Tenacious 'Young' approach

Skills map for KM practitioners (Auszug aus TPFL 1999, Figure 6.13)

2.4 Data, Information and Knowledge: Implications for the Digital Preservation

Rolf Däßler²⁸

Abstract: According to the OAIS reference model, the core task of digital archiving is the preservation of information objects that are generated from data objects using representation information. This contribution examines the extent to which information science approaches for the definition of information can help to understand archival processes and whether the current concepts of digital archiving are sufficient enough to preserve data, information and knowledge in the long term. For this purpose the processes are considered on the level of data, information and knowledge representation. Information science concepts such as Shannon's information theory, the Data Information Knowledge Hierarchy (DIK) and Floridi's General Definition of Information (GDI) are discussed. The archiving of binary-digital data is based on the theoretical approaches of the Shannon theory. The archival information concept can be described using information science models, but here a stronger differentiation of the semantic information is necessary. In archiving knowledge, information science models can help to define what explicit representations of knowledge are and how they can be preserved and reused over the long term. As a consequence, it is proposed to define more precisely the concept of representation information in the OAIS model. The preservation of information objects requires semantic information about the data object, the content of the data object and about the knowledge context in which the information was created.

Keywords: Digital Preservation, OAIS, Information Science, Data, Information, Knowledge

²⁸ Fachhochschule Potsdam, Kiepenheuerallee 5, 14469 Potsdam, daessler@fh-potsdam.de

2.5 Learning Lessons

Information science methodologies for the semi-automatic evaluation of post-project reviews and lessons learned.

Günther Neher²⁹

Abstract: Post-Project-Reviews und Lessons-Learned-Dokumente sind eine wichtige Ressource zur kontinuierlichen Optimierung von Prozessen in "Lernenden Organisationen". Der reale Nutzen ist in der Realität häufig beschränkt, aufgrund der schweren Auffindbarkeit dieser Wissensressourcen. Im vorliegenden Beitrag wird anhand ausgewählter Szenarien gezeigt, wie klassische informationswissenschaftliche Methoden, sowie Methoden des maschinellen Lernens genutzt werden können, um den gezielten Zugriff auf die Wissensressourcen einer Lernenden Organisation zu verbessern. Zur Illustration wird der Dokumentkorporus des "Lessons-Learned-Information-System (LLIS)" der NASA³⁰ verwendet, welcher ca. 2100 einheitlich strukturierte Lessons-Learned-Dokumente umfasst. Exemplarisch werden die informationswissenschaftlichen Methoden der Zitationsanalyse und der Ähnlichkeitsanalyse betrachtet, sowie deren potentiell Anwendungsszenario erläutert. Als Beispiel für die Anwendung maschineller Lernverfahren wird die automatische Klassifikation einzelner Sätze als "Lesson Learned", bzw. "Recommendation" betrachtet. Abschließend wird anhand einer Textanalyse des LLIS-Dokumentkorporus diskutiert, inwieweit semantische Methoden, insbesondere die semi-automatische Modellierung einer "Lessons-Learned-Ontologie" hilfreich sein könnte, um den Zugang zu den Wissensressourcen einer Organisation zu verbessern.

Abstract: Post-project reviews and lessons learned documents are an important resource for the continuous optimization of processes in "learning organizations". The real benefit is often limited in reality because of the difficulty in finding these knowledge resources. This paper uses selected scenarios to show how classic information science methods and methods of machine learning can be used to improve targeted access to the knowledge resources of a learning organization. For illustration, the document body of the "Lessons Learned Information System (LLIS)" of NASA is used, which comprises approximately 2100 uniformly structured Lessons Learned. By way of example, the information science methods of the citation analysis and the similarity analysis are considered as well as their potential application scenario. As an example of the use of machine learning methods, the automatic classification of individual sentences is considered "Lesson Learned" or "Recommendation". Finally, a textual analysis of the LLIS document corpus will discuss to what extent semantic methods, in particular the semi-automatic modeling of a "lessons learned ontology" could be helpful in improving access to the knowledge resources of an organization.

Keywords: Post-Project-Review, Lessons-Learned, Information Science Methodology, Text Mining, Machine Learning, Ontology Modelling, NASA Lessons-Learned-Information-System.

²⁹ Fachhochschule Potsdam, Fachbereich Informationswissenschaften, Kiepenheuerallee 5, 14469 Potsdam, g.neher@fh-potsdam.de

³⁰ <https://llis.nasa.gov/> (Zugriff: 16.03.2019)



WORKSHOP III

8th German Workshop on Experience Management – GWEN 2019

OrganisatorInnen

- Prof. Dr. Ulrich Reimer, Fachhochschule St. Gallen
- Jakob Michael Schönborn, University of Hildesheim, Germany

Zielsetzung

Ziel des Workshops ist es, Wissenschaftler sowie Praktiker, die sich mit dem Thema Erfahrungsmanagement befassen, zusammenbringen, um den Austausch von Ideen, neuen Ansätzen und Perspektiven zu ermöglichen.

Beschreibung

Experience (related to terms such as lesson learned, good practice, tacit knowledge) has long been taken as one of the most important resources for organizations to be successful. The new era of Industry 4.0, IoT and the digital change in general strongly focuses on self-organizing, autonomous and self-adapting systems. Underlying approaches utilize the increasing amount of data being available and advanced data analytics algorithms. Do these developments mean that human insight and vision based on experience will be less needed? Will big data override experience and intuition and will Industry 4.0 therefore spell the end of decisions based on experience and domain expertise and replace them with decisions based on data and text mining?

There is a large consensus in the knowledge management community that human experience will continue to play an important role for organizations to be successful. However, in the light of the new development of self-organizing and self-adapting systems new perspectives and new approaches are needed to capture, share, utilize, and reuse experience in a digital world.

This workshop addresses all aspects of experience management but especially encourages contributions that deal with the role of human experience in a world of self-organizing systems and decisions being taken on the basis of insights generated from big data.

Programmkomitee

- Ronald Maier, Universität Innsbruck
- Christian Sauer, University of West London
- Bodo Rieger, Universität Osnabrück
- Franz Lehner, Universität Passau
- Eric Schoop, Universität Dresden
- Steffen Staab, Universität Koblenz
- Edith Maier, FHS St. Gallen
- Andrea Kohlhase, FH Neu-Ulm
- Ralph Bergmann, Universität Trier
- Ulrich Reimer, FHS St. Gallen
- Klaus- Dieter Althoff, DFKI/Universität Hildesheim
- Jakob Michael Schönborn, DFKI/ Universität Hildesheim
- Pascal Reuss, DFKI/Universität Hildesheim
- Joachim Baumeister, denkbares
- Mirjam Minor, Universität Frankfurt
- Kerstin Bach, Norwegian University of Science and Technology
- Michael Kohlhase, Friedrich-Alexander Universität Erlangen Nürnberg
- Michael Leyer, Universität Rostock
- Klaus-Peter Scherer, KIT
- Rene Peinl, Hochschule Hof
- Klaus North, Fachhochschule Wiesbaden
- Hans-Peter Schnurr, semedy
- Stefan Thalmann, Graz University of Technology
- Angelika Mittelmann, voestalpine Stahl GmbH

3.1 Intelligent Personal Assistant and Reporting – Explaining Data to Users through Speech Synthesis.

A prototype for user voice interaction and descriptive analytics in a web-based ERP-System.

Daniel Hüsson³¹ and Alexander Holland³²

Abstract: Voice-Command and speech synthesis are enhancing the level of user-interaction in applications. This trend is now approaching business-applications like ERP-Systems. Implementing an intelligent personal assistant (IPA) will empower the application not only by navigating users through the system, but it also enables the option to navigate and explain data to the users through speech synthesis. In this paper, the architecture for a new IPA was worked out and a prototype for a web-based ERP-System resting upon this architecture has been developed. This IPA is able to listen to voice commands, to interact by opening a report and giving a brief summary via speech-to-text to the user and explaining the most important information in the relevant context of the displayed KPIs. This prototype will be used for further researchers in the combination of IPA and data analytics.

Keywords: Intelligent Personal Assistant, Web Speech API, Software Architecture, Voice Commands, Descriptive Analytics, ERP-System

1. Introduction

With Amazon Alexa, Google Assistant and Microsoft Cortana, a new area of user-interaction approached. The user-input is no longer limited to keyboard, mouse and touchscreen. Now Applications can be controlled by voice commands, start complex workflows and guide the user through it [1]. This level of user-interaction – known from the private use of smart speakers or smartphones – will affect the way people are looking at the usability of applications in a business context. Only the responsive design and the touchscreen support will no longer fit with the requirements of the users [2]. Combining voice input and output with a display, the full range of audio- and visual interaction can be provided, levelling up the user experience and the way software can support the user [3]. The expectation from users of the business application will most probably be that

³¹ Universidad Católica San Antonio de Murcia, Avda. de los Jerónimos, 135 30107 Guadalupe (Murcia), Spain, daniel.huesson@fom-net.de

³² FOM University of Applied Sciences, Herkulesstraße 32, 45127 Essen, Germany, alexander.holland@fom.de



voice commands are also available in the ERP-System and an intelligent personal assistant (IPA) will guide the user through the application [2]. Besides features like setting up reminders, searching for documents, scheduling meetings or navigating through workflows [4,5], the IPA has also the availability to explain complex data to the user. Analysing data – especially descriptive analytics – is a well-researched area with some research-gaps in specific topics [6,7], also researches in context of data visualization are in an advanced status [8], but there is a research gap in the combination of speech synthesis and data analytics in the context of an IPA which needs to be covered. Questions like “Which type of reports and underlying data are explainable with an IPA?” have to be answered and key-indicators of acceptance for an IPA in an ERP-Context have to be investigated. The aim of this paper is to work out a software architecture for an IPA which is compatible with a 3-tier software architecture of an already existing web-based ERP-System. In the first phase, the IPA should be able to recognize speech, execute commands in the ERP-System and give a response to the user. Based on this architecture, the paper describes a way of implementing a method to explain charts based on complex data to the user with speech synthesis. As a result of this research, a prototype was developed for testing this type of user-interaction on experimentee in further researches to cover up the discovered research gap.

2. Implementing voice-commands and speech synthesis in a web-based ERP-System

As shown in the previous chapter, there is a research gap for implementing an IPA in business applications with the target to explain data (as context relevant information) to the user and to analyse the acceptance of the IPA in further researches. In this chapter, the basics for the IPA-implementation will be described and a software architecture for a prototype derived. The requirement for the functional scope of the prototype – as presented in Table 1. Functional overview– were defined by the research team with the aim to create a lightweight add-on for an existing web-based ERP-System to analyse the acceptance of IPA-features in further researches with user groups.

No.	Function	Description
1.	Speech-Commands	Analysing speech for keywords to trigger actions like opening a specific form or report. The speech has to be divided into commands and parameter for the command. <i>Limitation:</i> Only one command at a time, the commands are predefined and addressable by keywords, but extendable by add-ons. Recognizing personal name, e.g. for searching for a company or contact person are not in focus for this stage of the prototype.
2.	Speech-User-Interaction	The IPA should give a voice-feedback in the context of the triggered command and request missing parameters to fulfil the command.
3.	Explanation-Mode	The IPA should be able to cluster data, label and rate KPIs and give a brief summary of the data, which are displayed as a chart and explain the main points to the user via speech synthesis. <i>Limitation:</i> The type of report is already known and the data-content is classified by a configuration. Query Detail-Information for a specific cluster is not supported.

Table 1. Functional overview IPA

All features have to be available in German and English languages. The first step of implementation is to find a way to record and recognise the user's spoken words (speech-to-text) and interact with the user via text-to-speech. Especially for small and medium-sized enterprises - without the resources for a research department for artificial intelligence focused on natural language processing - the most recommended option is to implement these functions with already existing toolkits [9]. The first challenge is to find a framework for language understanding which fits best with the requirements and can be implemented in a web-based application. Based on previous researches from Matarneh, Lyashenko and Belova [10], the prototype-development focused on using Google-technology for speech recognition to convert speech-to-text in a Blackbox-approach. With this finding, the research team chose to try out the Web Speech API (WSA) which was introduced in 2012 by the W3C Community to enable modern browsers to support speech recognition and synthesis. So far the implementation of WSA as a standard feature is only available with the browser Google Chrome and is not W3C Standard or on the W3C Standards Track [11,12]. In case the quality of the text-recognition via WSA is not matching with the recommendation for a reliable processing, other toolkits like Sphinx or an own implementation – based on Deep Neural Networks – have to be considered [13,14].

Relying on a technology which is officially only available on one browser, may be a risk for further implementations after prototype stage. For example, the Sirius-Project was a Google supported attempt for an open source IPA and large companies started Sirius implementations [15,16], but later on, the company clinc was evolved from this project and it is no longer an open source [17]. As a conclusion an important part of the IPA's architecture is the exchangeability of functional parts, to react to changes in technology in a fast way and without the need for re-engineering the whole IPA. Figure 1. IPA-Architecture presents the developed architecture for the prototype with a client-side implementation of WSA, which can be exchanged with other speech-to-text and text-to-speech engines.

The interpretation of the recognized content is hardwired in the ERP-Web-API which interacts via the ERP Response-Object with the ERP-Front-End to open forms or reports and enables the user-interaction. The ERP Response-Object was extended to control the client-side WSA for speech synthesis. The client-side Speech-Recognition can be started by hitting a Button in the ERP-Web-Front-End and fires the WSA-API speechstart event. The Recognition stops automatically after a certain time of silence configured in the WSA-API speechend event [12]. Later on a Hotword-Detection – like “OK, Google” or “Alexa” - will be implemented, to start the IPA with a trigger-word.

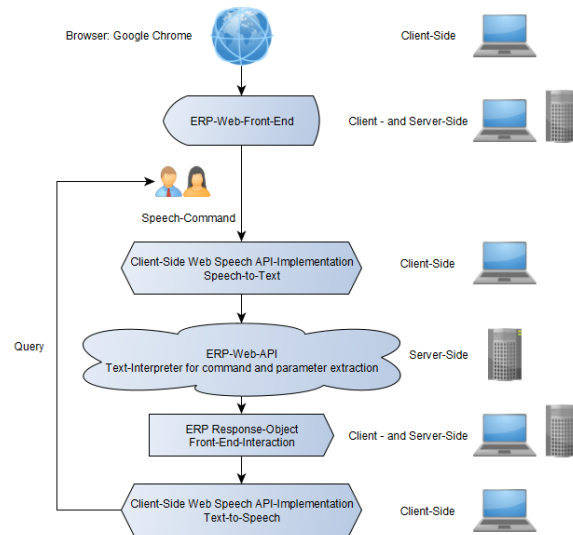


Figure 1. IPA-Architecture

The next challenge is to extract the commands and parameters from the recognised text, as part of the Text-Interpreter of the ERP-Web-API. In previous researches, the architecture for information extraction [18–20] has been analysed. Based on these findings the research team decided to start with a lightweight approach by using regular expressions to identify commands and parameters within the input text. Unknown commands will be handled with the Levenstein Distance to find a similar match, as suggested by Kumar, Dutta and Rai [21]. This proceed matches with the given limitation of function No. 1 as presented in Table 1. Functional overview IPA, that all supported commands have to be known in advance and addressable by keywords. With this architecture, the requirements for functions No. 1 and No. 2 can be fulfilled, but for function No. 3 there is another extension or interpreting data necessary.

3. Explaining Data to users

To implement the Explanation-Mode of the IPA the ERP-Response-Object (ERO) was extended by a Data-Analytics-Layer (DAL). As presented in Figure 2. Data Analytics Layer this Layer gathers the data from the ERP Web-API provided to display the report and processes them for clustering and further analytics. The cluster is assigned to a key-performance-indicator (KPI) and the aggregated value of the cluster is scored by a ranking algorithm based on a user-configuration for the KPI. The Report displaying the KPIs is enriched by metadata, describing the content and aim of the analysis. The combination of Metadata and KPI-Rating are transferred into a brief summary text which will be read out by speech synthesis.

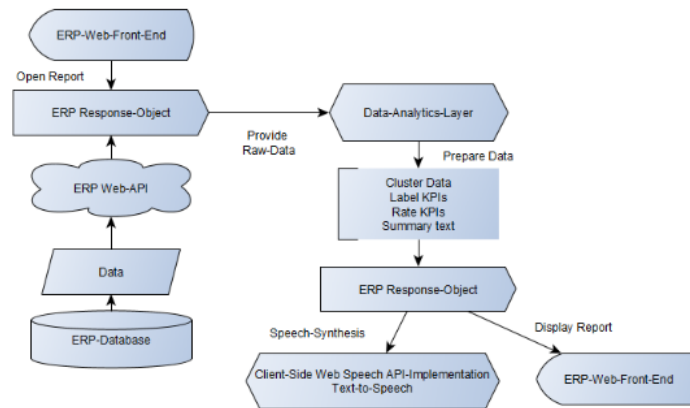


Figure 2. Data Analytics Layer

The user is now able to open a report by voice-command, the IPA opens the requested report via the ERO, the ERO provides the Raw-Data to the DAL. The DAL prepares the data for visualization and text-output and the Client-Side Speech-API reads out the summary. The ERP-Report “contribution margin” was configured for the Prototype and analyses expected profits from the forecast, existing profits from invoices and surely expected profits from contracts in combination with the cost-situation of the company, to give a brief summary about the company’s financial situation. In further stages, the IPA will be enabled to answer questions regarding the displayed KPIs and allow to drill-down aggregated values by voice commands. Additionally, the DAL will support predictive and prescriptive Analytics in further stages.

4. Discussion and Further Research Agenda

Developing the first Version of the IPA provided useful insights into the challenges of data analytics with the aim to explain data to users with speech synthesis. Based on the actual status of the prototype, the research team is now able to investigate the impact of speech-synthesis in the context of analytics on different user-groups in their daily tasks and the acceptance of the IPA in business-context. The next step is to analyse the following aspects, derived from the research gap:

- Which type of reports and underlying data are explainable with an IPA using speech synthesis?
- Is an IPA with speech synthesis able to support decision making in complex business-processes like forecasting, controlling or project-management?
- What effects according to process-costs does an IPA have?

With the findings of the mentioned research questions, the prototype of the IPA will be improved.

References

- [1] K. J. S. P. Pradeep Doss, Ankit Pal, “Unified Voice Assistant and IoT Interface,” *Int. J. Eng. Sci. Comput.*, vol. 8, no. 10, pp. 19061–19065, 2018.
- [2] C. Saran, “Smart speakers: How to give apps a voice,” *Comput. Weekly*, 2/20/2018, 4p., vol. 2/20/2018, pp. 17–20, 2018.
- [3] R. Nishimura, D. Yamamoto, T. Uchiya, and I. Takumi, “Web-based environment for user generation of spoken dialog for virtual assistants,” *Eurasip J. Audio, Speech, Music Process.*, vol. 2018, no. 1, 2018.
- [4] R. Sarikaya, “The technology behind personal digital assistants: An overview of the system architecture and key components,” *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 34, no. 1, pp. 67–81, 2017.
- [5] H. J. Wilson and C. Bataller, “How People Will Use AI to Do Their Jobs Better,” *Harv. Bus. Rev.*, pp. 2–6, 2015.
- [6] H. Cao, M. Wachowicz, and S. Cha, “Developing an edge computing platform for real-time descriptive analytics,” *Proc. - 2017 IEEE Int. Conf. Big Data, Big Data 2017*, vol. 2018–Janua, pp. 4546–4554, 2018.
- [7] R. T. Hans and E. Mnkandla, “A descriptive analytics tool for improving project human resource management: The importance of discerning a project team member’s sentiments,” *2017 IEEE AFRICON Sci. Technol. Innov. Africa, AFRICON 2017*, pp. 72–76, 2017.
- [8] C. Collins *et al.*, “Guidance in the human–machine analytics process,” *Vis. Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 166–180, 2018.
- [9] E. V. Polyakov, M. S. Mazhanov, A. Y. Rolich, L. S. Voskov, M. V. Kachalova, and S. V. Polyakov, “Investigation and development of the intelligent voice assistant for the Internet of Things using machine learning,” *Moscow Work. Electron. Netw. Technol. MWENT 2018 - Proc.*, vol. 2018–March, pp. 1–5, 2018.
- [10] S. M. Rami Matarneh, V. V. Lyashenko, and N. V. Belova, “Speech Recognition Systems : A Comparative Review,” *IOSR J. Comput. Eng.*, vol. 19, no. 5, pp. 71–79, 2017.
- [11] K. Wedekind, “HTML5 Speech Recognition API,” 2018. [Online]. Available: <https://codeburst.io/html5-speech-recognition-api-670846a50e92>. [Accessed: 08-Dec-2018].
- [12] Glen Shires and Philip Jägenstedt, “Web Speech API,” 2018. [Online].

Available: <https://w3c.github.io/speech-api/>.

- [13] D. T. Toledano, M. P. Fernández-Gallego, and A. Lozano-Diez, “Multi-resolution speech analysis for automatic speech recognition using deep neural networks: Experiments on TIMIT,” *PLoS One*, vol. 13, no. 10, pp. 1–24, 2018.
- [14] T. Ashwell and J. R. Elam, “How Accurately Can the Google Web Speech API Recognize and Transcribe Japanese L2 English Learners’ Oral Production?,” *JALT CALL J.*, vol. 13, no. 1, pp. 59–76, 2017.
- [15] J. Hauswald *et al.*, “Sirius Implications for Future Warehouse-Scale Computers,” *IEEE Micro*, vol. 36, no. 3, pp. 42–53, 2016.
- [16] J. Torres, “Open source Sirius virtual assistant gets Google funding,” 2015. [Online]. Available: <https://www.slashgear.com/open-source-sirius-virtual-assistant-gets-google-funding-17373927/>. [Accessed: 09-Dec-2018].
- [17] A. Chowdhry, “How Clinc Developed The Most Advanced A.I. For The Banking Industry,” 2016. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/amitchowdhry/2016/10/24/how-clinc-developed-the-most-advanced-a-i-for-the-banking-industry/#5dc123197c8e>. [Accessed: 09-Dec-2018].
- [18] I. Hwang, J. Jung, J. Kim, Y. Shin, and J. S. Seol, “Architecture for automatic generation of user interaction guides with intelligent assistant,” *Proc. - 31st IEEE Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl. Work. WAINA 2017*, vol. 352, no. C, pp. 352–355, 2017.
- [19] R. Kincaid and G. Pollock, “Nicky: Toward a Virtual Assistant for Test and Measurement Instrument Recommendations,” *Proc. - IEEE 11th Int. Conf. Semant. Comput. ICSC 2017*, pp. 196–203, 2017.
- [20] M. Coronado, C. A. Iglesias, and A. Mardomingo, “A personal agents hybrid architecture for question answering featuring social dialog,” *INISTA 2015 - 2015 Int. Symp. Innov. Intell. Syst. Appl. Proc.*, pp. 1–8, 2015.
- [21] A. Kumar, R. Dutta, and H. Rai, “Intelligent Personal Assistant with Knowledge Navigation,” *Int. J. Technol.*, vol. 7, Apr. 2017.

3.2 Experience management for task placements in a cloud.

Eric Kübler³³ and Mirjam Minor³⁴

Abstract: The execution of workflows in a cloud is more and more popular, and new business concept based on this combination emerge. However, the task to control a cloud in such a way, that the rented cloud resources match the requirements for the currently executed workflows is difficult. Simple solutions struggle with over-, and under-provisioning problems or lack the needed flexibility for the new business concepts. A smart concept for cloud management should use knowledge about the characteristic of the executed task to improve the resource utilization of the cloud. In this paper we present our approach for a CBR based concept for cloud management that reuses experience on proper cloud configurations. We introduce our similarity function for task placements in a cloud and illustrate the approach with some sample workflows form the music mastering domain.

Keywords: Cloud, CBR, MAC/FAC

1 Introduction

Cloud computing offers nearly infinite resources on-demand on a pay as you go pricing model [MG]. Therefore it is not surprising that more and more business models are based on the use of cloud computing. One field that can benefit from cloud computing is the execution of workflows. A workflow is defined by the Workflow Management Coalition [Co] as "the automation of a business process, in whole or part, during which documents, information or tasks are passed from one participant to another for action, according to a set of procedural rules". A tasks, also called activity is defined as follows: *{A process [...] consists of one or more activities, each comprising a logical, self-contained unit of work within the process. An activity represents work, which will be performed by a combination of resource (specified by participant assignment) and/or computer applications (specified by application assignment)}*[Co, p.14]. The execution of a workflow in a cloud means that the cloud provides the workflow with resources and software that are required to complete the tasks of the workflow. This could be for example the provision of a virtual machine with an installed office software for a task during that a human actor has to write a letter. Another example is the deployment of a web

³³ Goethe University, Department of Business Informatics, 60325 Frankfurt am Main, ekuebler@cs.uni-frankfurt.de

³⁴ Goethe University, Department of Business Informatics, 60325 Frankfurt am Main, minor@cs.uni-frankfurt.de

server with a certain web service that renders images, for a task that automatically processes images. We call the assignment of tasks to its cloud resources a task placement.

The creation of a task placement can be trivial, if every task just get its own cloud resources. However, this is very ineffective and will lead to over-provisioning of resources and consequently to unnecessary costs for the user. The problem of finding an optimal assignment of tasks to cloud resources, where the resource utilization is optimal, can be modeled as a bin packing problem, which is NP complete. The problem is even harder, because the bins (in this case virtual machines or containers like docker) can vary in their size (different amount of available memory, disk space ...), where the objects (the tasks) not just have one value for their needed requirement (size), but can have several different requirements (for CPU, memory, Linux Kernel version, for example), that all need to be fulfilled. Further, it is not desirable to execute all tasks with the same requirements on the same resources. This will lead to a state, where the execution of all tasks are slowed down. This so called under-provisioning can lead to future problems (for example deadline problems or frustrated users) and should be avoided too. It is required to find a good balance between over- and under-provisioning of resources [Ar]. To find such a balance is generally a problem. In general, the management of resources is an important aspect for cloud computing [Ba]. There are plenty of approaches for cloud management in the literature.

The simplest methods to provide resources is the static way. This means, the system does not adjust itself to a changing situation. Obviously, this will lead to under- or over-provisioning [SD]. A more dynamic approach is required. The range for such approaches is great and spans from rather simple, rule-based approaches such as observations on the number of open connections [PM] to complex algorithms [Qu].

All of the above approaches have the problem, that they are not very flexible when it comes to a change of the used cloud or workflow management system. Many do not consider available knowledge about the tasks and cloud configuration. Thus, it takes quite long to compute a proper task placement. To handle this complex problem in a reasonable time and to avoid over- and under-provisioning, it is necessary to use the knowledge about the tasks to manage the cloud resources properly.

In this paper we introduce a CBR approach for task placements in cloud computing, that uses knowledge about the tasks and the workflow structure. The idea of CBR is that similar problems have similar solutions [AP]. The idea of using CBR for cloud management is not new. The work of Maurer et al. [MBS] applies CBR to implement automatic cloud management. Aamodt and Plaza describe a case as follows: "*In CBR terminology, a case usually denotes a problem situation. A previously experienced situation, which has been captured and learned in a way that it can be reused in the solving of future problems*" [AP]. In cloud management, this is to reuse problem solving knowledge on the cloud resources. In this work, a case is a task placement with problems. These prob-

blems could be for example violated Service Level Agreements (SLAs), missing web services or unused resources. A solution is a new task placement, that solves the problems. A sample solution is a newly started VM with the missing web service, the shutdown of the unused resources or the increasing of the resources to avoid future SLA violations. To retrieve similar problems (cases), a similarity function determines the similarity between two cases. Due to the fact that CBR only requires the similarity function to receive other, similar problems and their similar solution, the time and computational effort is relatively low. We introduce our similarity function for task placements in cloud computing, discuss in short some alternatives within the function and give an example how the function will be applied. The CBR approach will be embedded into our Workflow Cloud Framework (WFCF). WFCF is a connector based integration framework to integration workflow management tools with cloud computing.

2 Similarity of task placements

In this section we describe the structure of our cases, the MAC/FAC method and the similarity function for our cases.

2.1 Case representation

As mentioned before, a task placement is the assignment of the currently active tasks to cloud resources. Fig. 1 gives an example. In this example, the tasks *Task2* and *Task3* are active, where *Task1* is already done. *Task3* is assigned to a container named *CON2* where *Task2* is assigned to a VM named *VM2* and *Task4* is assigned to *CON3*. Assigned means that *CON2*, *CON3* and *VM2* host the software that the tasks needs to execute, for example a web service or an Office Suite. The task calls the web service, or the user uses a remote desktop connection to work with the Office Suite.

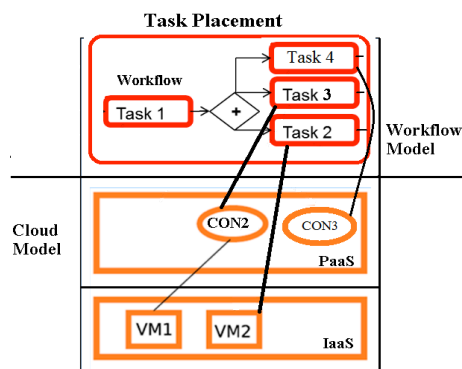


Abbildung 1: A simple illustration of a task placement with a task assigned to a VM and another to a vm.

A case is a task placement with some problems. This could be for example violations of Service Level Agreements (SLA) or the violation of internal constraints for example that there should be no unused cloud resources. The solution is a new task placement that solves the problems.

2.2 Relevance of case parts for retrieval

Next, we discuss what should be important for the similarity of two task placements. A task placement has plenty of parameters that could be considered for the similarity. In this work, we consider a cloud node either as a virtual machine (VM), or a container. Both have a set of resources, this can include, but is not limited to, CPU, GPU, memory, disc storage, network capacity and different kinds of installed software. For comparison, even two cloud nodes with the same set of resources (same CPU, installed software etc.) could be considered as different, if the resource utilization is different. For example, a cloud node with 4GB of memory and a utilization of 100% of the memory, should be more similar to a node with 4GB memory and 90% utilization than a node with 4GB memory and a utilization of 10%. Though, a VM and a container share some attributes, it makes a difference if a Node is a VM or a Container. For example, a container can be migrated relatively easy from one VM to another, even if the VMs are hosted on different cloud providers. This is not so easy and sometimes even impossible for an entire VM. So the solution for a VM can not be always the migration to an other host, this is possible for a container. In this case, it is necessary to propagate the new URL or IP address to the workflow.

Therefore, to compare two cloud nodes, it is important to distinguish whether it is a VM or container, to know the set of resources and the utilization of the hardware resources.

More important than the cloud nodes are the tasks that are currently executed with the cloud nodes. One of the goals of our WFCF framework is the careful use of cloud resources for the execution of workflow tasks. Without any task, there is generally no need for any cloud nodes. That means, that the driving force of the task placement are the tasks. To determine the needed cloud resources for a task, we introduced in one of our previous works the concept of task characteristics in cloud computing [KM]. In short, the idea is to label tasks with its needs and give a hint of the foreseeable resource usage. In our current work, we extend the idea of characteristics so that for example the characteristic "compute intensive" now has a value of 0 to 4 to indicate how intensive the task uses the CPU and not just a binary value of 0 or 1 to determine if the task is compute intensive or not. Other characteristics that determine if a task is long or short running, were replaced by a values that contain the minimal, maximal and average execution time.

Another important aspect should be the problems that a placement has. As mentioned before, this could be for example violations of Service Level Agreements (SLA) or the

violation of internal constraints for example that there should be no cloud node active that is not in use.

2.3 MAC/FAC approach

It is clear that this can lead to many parameters to compare for similarity. And at this point we even haven't discussed the similarity of sets of tasks and sets of cloud nodes. For performance reason, we use the MAC/FAC Principle as introduced in [FGL], to distribute the effort. The idea is to collect fast a set of few promising case candidates (MAC step) and investigate the similarity of the candidates in more detail in a second step (FAC step).

As mentioned before, the most important aspect for similarity are the tasks. Therefore in the MAC step we compare the currently active tasks of the problem case with the currently active tasks in cases stored in the case base. The currently active tasks is represented by a set of vectors. At this point it is tempting to define a similarity for two tasks. Since tasks are Vectors, the hamming distance or the euclidean distance can be used to determine similarity. But in this case, we have to consider the similarity between two sets of vectors. There are some metrics for defining the similarity between two sets, for example the Hausdorff metric [HKR93] or the sum of minimum distances [EM97]. The problem with these heuristics is, that it is very easy to create a case where the similarity is very high but the sets are by intuition very dissimilar. For example in one set are only equal tasks. This could be for example a set with only a single type of image rendering tasks and the other set contains different tasks but one rendering task and a mapping did map all rendering task of the first tasks to the single rendering tasks of the second set, then the similarity would be 1 for these two sets. of course, this is not desired. Another option is not to use a metric for building a single mapping, but to build all possible mappings for the vectors and chose the mapping with the minimum weight like the Kuhn-Munkers algorithm [Ku55, Mu57]. Though, this method is very compute intensive as mentioned in [AFS93].

Our solution for a fast approach that is not that much vulnerable for special cases, uses an intersection of the task sets to determine the similarity. Let T_1 and T_2 be a Set of

$$\text{sim}_T(T_1, T_2) = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1 \cup T_2|}$$

Tasks, then is the function . The benefit of this function is, that it covers the difference between the size of the sets, as well as the actually equal tasks. This will help in the FAC step to find more relevant task placements in a reasonable amount of time. Beside the tasks, it is important to consider the problems that a task placement has. As mentioned before, this could be SLA or constraint violations. The SLAs and constraints are stored in a a vector, are ordered by name and contains the number of violations for each SLA or constraint. We call this an SLA vector. To compare two SLA vectors, we first make sure that both vectors have the same parameters,

which means the same SLAs and constraints. Let $slav_1$ an SLA vector with the sla $slav_1 = \{SLA1_1, SLA2_1\}$ and $slav_2 = \{SLA2_2, SLA3_2\}$ with the values $SLA1_1 = 1, SLA2_1 = 3, SLA2_2 = 2, SLA3_2 = 1$. In a first step we add in both SLA vectors the missing parameters but set their value to 0. The new vectors are $slav'_1 = \{SLA1_1, SLA2_1, SLA3'_1\}$ and $slav'_2 = \{SLA1'_2, SLA2_2, SLA3_2\}$ with $SLA1'_1 = 1, SLA1'_2 = 0, SLA2_1 = 3, SLA1_2 = 2, SLA3_2 = 1, SLA3'_1 = 0$. Now we can compute the euclidean distance between two SLA vectors. Let $q_i \in SLA1$ and $p_i \in SLA2$, then is the euclidean distance for the SLA vectors

$$d_{sla}(p, q) = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}$$

. The similarity function is now:

$$\text{sim}_{sla}(slav_1, slav_2) = \frac{1}{1 + d_{sla}(slav_1, slav_2)}$$

. The MAC step is a combination of the similarity of the current active tasks, and the problems, therefore we chose an aggregated similarity function

$$\text{sim}_{mac}(TP_1, TP_2) = \frac{\text{sim}_T(T_1, T_2) + \text{sim}_{sla}(slav_1, slav_2)}{2}$$

, where TP_1 and TP_2 are task placements with $T_1, slav_1 \in TP_1$ and $T_2, slav_2 \in TP_2$. Depending on the test results, we may add some weights to the components of the similarity function, but for now we consider the tasks and the problems as equally important.

After a fast determination of promising candidates, the FAC step compares the candidates with the current problem situation in more detail. Here is the placement of the tasks, the resources of the cloud nodes and their utilization important, as well as the question, which tasks are to be executed next.

2.4 Similarity of tasks in placements

As shown before in Fig. 1, a task placement can be seen as a tree, if all VMs and containers that are not related to a VM, are assigned to an abstract "hardware" node, as shown in Fig. 2. This tree is unordered and labelled, where the labels are the resources that a cloud node contains. Graph isomorphism is NP complete as well known, but to compute the edit distance between two unordered labelled trees is also NP complete, as shown in [Zh96].

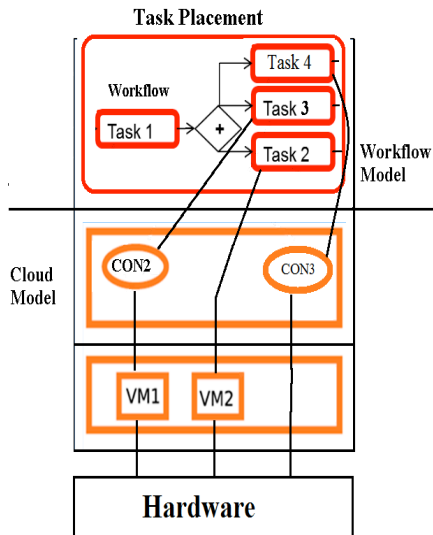


Abbildung 2: Task placement as tree with

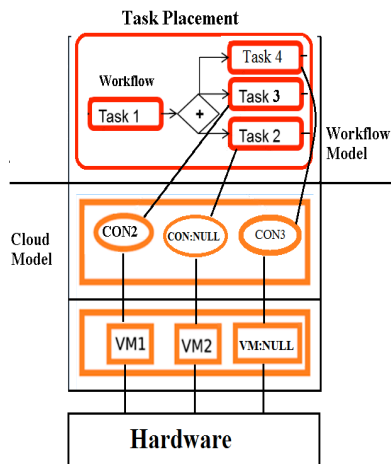


Abbildung 3: Task placement as tree with the hardware as root and abstract nodes for a more generalized model

The problem is not easier, if we alter the tree and add new nodes with null values for the labels, to get a more generalized structure as shown in Fig. 3.

Instead we compare the vector of tasks and their related cloud nodes. We call this a *task_cloud_vector*. Such a vector contains a task, a container and a VM. As mentioned earlier, it is important not to compare containers with VMs.

A task within the *task_cloud_vector* is represented by a sub-vector of parameters with their values, the characteristics and a set of tasks that could be executed next. The idea of this set is to consider the next tasks for a foresight of the workload that coming next. Therefore we use once again the euclidean distance to determine the similarity between the two characteristic vectors and the similarity for intersection for the next tasks. Let *TASK1*, *TASK2* are set of tasks and *t1*, *t2* are vectors of characteristics with $t1 \in TASK1$, $t2 \in TASK2$. The euclidean distance is then defined as

$$d_{task}(t1, t2) = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (t2_i - t1_i)^2}$$

. Let $tn1 \in TASK1$, $tn2 \in TASK1$ the set with the next task. The similarity function is now:

$$\text{sim}_{ntask}(TASK1, TASK2) = \frac{1}{1 + d_{task}(T_1, T_2)} + \frac{|tn_1 \cap tn_2|}{|tn_1 \cup tn_2|}$$

.As shown below, we need a distance function for a special algorithm. Therefore we build the distance function with:

$$d_{ntask}(TASK1, TASK2) = (|TASK1 \cup TASK2|) - (|TASK1 \cap TASK2|)$$

A cloud node contains its hardware resources, the utilization of the hardware resources and additional software or information, which are stored as a set of tags. Let $cn = (r, u, tag)$ describe a cloud node, r is a vector of hardware resources (for example 4 cpu cores, 16GB Memory ect), u is a vector of resource utilization in percentage and tag is a set of tags (for example $tag = \{windows8, tomcat7, jre7\}$). For the distance between the resources, we use once again the euclidean distance $d_r(r1, r2)$, as well as for the utilization $d_u(u1, u2)$. The similarity functions is then again

$$\text{sim}_r(r1, r2) = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (r2_i - r1_i)^2} \quad \text{and} \quad \text{sim}_u(u1, u2) = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (u2_i - u1_i)^2}$$

To determine the similarity of the set of tags we build the intersection and compare it

$$\text{sim}_{tags}(tag1, tag2) = \frac{|tag_1 \cap tag_2|}{|tag_1 \cup tag_2|}$$

with the merged sets:
we need a distance function for the tags:

$$d_{tags}(tag1, tag2) = (|tag1 \cup tag2|) - (|tag1 \cap tag2|)$$

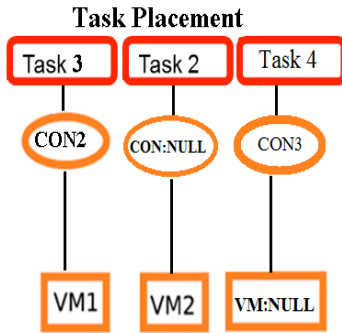


Abbildung 4: Task placement as

The overall distance function for two task_cloud_vectors is:

$$d_{tcv}(tcv1, tcv2) = d_{tags}(tags1, tags2) + d_u(u1, u2) + d_r(r1, r2) + d_{mask}(t1, t2)$$

Similar to the MAC step we might add weights in the future.

2.5 Similarity of entire task placements

After defining the similarity for two task_cloud_vectors, the next step is to define the similarity between two sets of vectors. For this we have chosen the Kuhn-Munkers algorithm (also called Hungarian algorithm) as described in [Ku55, Ku57]. This algorithm builds a minimum weight mapping for bipartite graphs, our in this case between two sets of vectors, where the edge weight is the distance between two task_cloud_vectors. In a first step a distance matrix must be built, that contains the distance from each task_cloud_vector in the first set to each task_cloud_vector in the second set. The Kuhn-Munkers algorithm requires a square matrix. If the two sets have a different number of vectors, we add to the smaller set dummy vectors and set their edge weight to infinite. Because of the strict selection in the MAC step, based on the intersection of the tasks, there should be not many dummy vectors in our matrix.

After building the matrix, the Kuhn-Munkers algorithm successively improves the mapping between both sets. We will show a running example in the following section. To determine the similarity between two sets of vectors, after Kuhn-Munkers has finished, we build the sum of the edges between the sets is build. Since this is a distance function, the similarity function for Kuhn-Munkers is

$$\text{sim}_{km}(tcv1, tcv2) = 1 - \frac{1}{1 + d_{km}(tcv1, tcv2)}$$

In [AFS93] is mentioned, that the run time of Kuhn-Munkers is $O(n^4)$ where n is the number of task_cloud_vectors, but

that the run time can be improved to $O(n^3)$. This is very compute intensive, in particular this has to be computed for each candidate, selected during the MAC step, therefore the selection of the MAC step should be very strict.

3 Illustrating Example

In this section we give a running example of our MAC/FAC similarity function. We use music mastering workflow as our application domain. An example workflow is given in fig. 5. This workflow contains several different tasks. The tasks sample rate, limiter, normalize, channels, fading and sample size require all a special web service for their own. For example the task limiter needs the limiter web service (limiter_ws), where the task channels needs the channels web service (channel_ws) and so on.

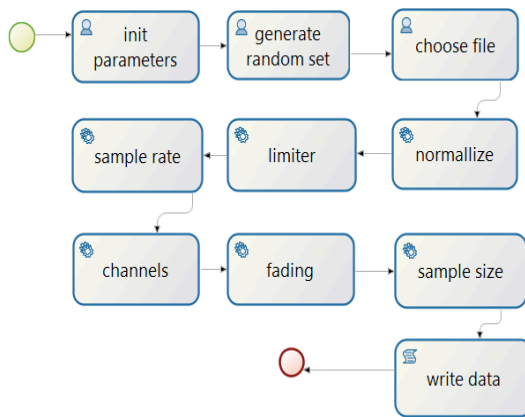


Abbildung 5: Workflow form the music

For our current problem case let us assume, that there are two workflow instances currently executed and therefore two tasks currently active. Fig 6 shows the placement for the problem situation. The labels *vector1-3* are important in the FAC step, when we compare the vectors. The problems in this case are, that the task *limiter* has no assigned cloud resources, where *vm3* has no assigned task. This is also noted in the *SLA_vector*. The notation for the MAC step is for the problem case:

$problem = (task = (channels, limiter), sla_{\{vector\}} = (missing\ web\ service, unused\ resources))$.

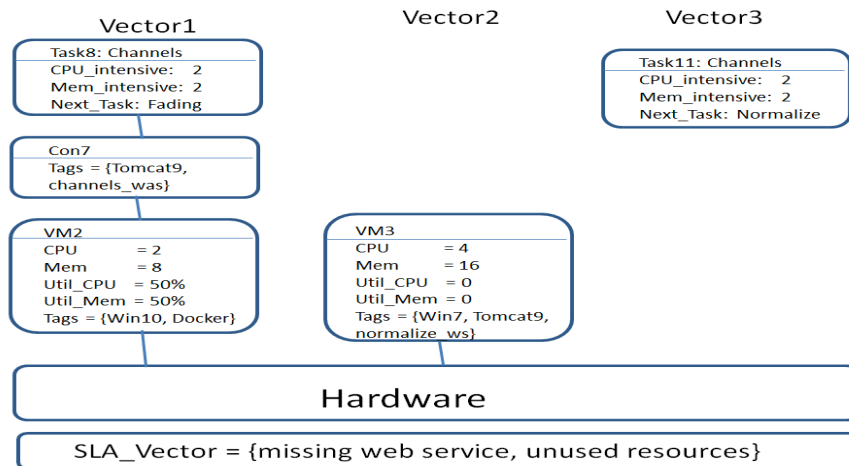


Abbildung 6: Task placement of the problem case

In this example the Case Base has stored four old cases, called *case1*, *case2*, *case3*, *case4*. For the MAC step we first look at the currently active tasks and the SLA_vector of these cases.

- *case1* = (task = (limiter,normalize), sla_vector = (underprovisioning))
- *case2* = (task = (limiter,channels), sla_vector = (missing webservice))
- *case3* = (task = (normalize, fading), sla_vector = (missing web service, unused resources))
- *case4* = (task = (sample_rat), sla_vector = (underprovisioning))

Table 1 shows the computed similarity of the four cases to the problem case.

Case name	similarity
case1	5
case2	0,75
case3	0,75
case4	0

Tabelle 6: Similarity of the cases in the case base to the problem case

In this example, *case2* and *case3* are chosen for a detail analysis in the FAC step.

The core of the FAC step is the analysis of the task_cloud_vectors and finding a fitting mapping. Fig. 7 show the task_cloud_vectors for *case2* and *case3*. In a first step we add to the problem case and the cases stored in the case base, null_tasks, null_container and null_VM to complete all Task_cloud_Vectors. Then we build the similarity matrix for the two cases with the problem case.

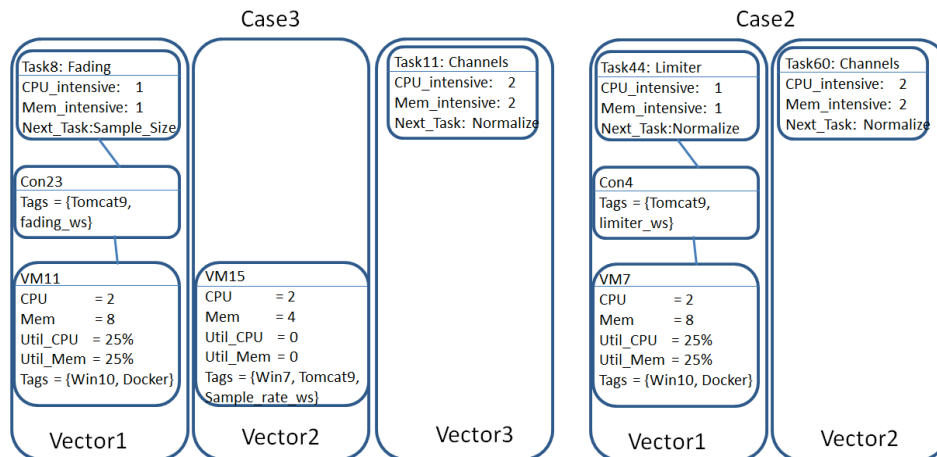


Abbildung 7: The task_cloud_vectors stored in the case base

As mentioned before, The Kuhn-Munkers algorithm needs a square matrix, therefore we added to *case2* a third (dummy) vector, and set the distance to 999, because the distance to the dummy vectors should be infinite and therefore not preferable for the algorithm. The Kuhn-Munkers algorithm next search minimum distance for each column. Next, the algorithm reduces the value of each element in each column by the column minimum. Next, the row minimum is formed, similar to the column minimum and each element for each row is again reduced by the row minimum. In the next step the algorithm searches a combination of 0, so that each row and each column only contains one 0. Can such a combination found, that this is the optimal mapping and the algorithm is done. Else, if no valid mapping can be found at this point, the algorithm next mark the critical rows and columns and determine a minimum. Table 2 and 3 shows the distance matrix for *case2* and *case3* as well as the result of the Kuhn-Munkers algorithm for our example cases. For example: in *case2*, vector1 was mapped to vector1 of the problem case, therefore the distance was bordered. The sum of chosen mapping is for *case2* $17,5 + 0 + 999 = 1016,5$ where the distance for *case3* to the problem case is $17,5 + 12 + 0 = 29,5$. The most similar case to the problem case is also case3, which make sense. Both cases have much in common and only small difference in details.

Vectors	Probcase vector1	Probcase vector2	Probcase vector3
Vector1	17,5	25	22
Vector2	12,5	13	0
Vector3	999	999	999

Tabelle 7: Distance from the vectors of case2 to the problem case

Vectors	Probcase vector1	Probcase vector2	Probcase vector3
Vector1	17,5	25	22
Vector2	41	12	14
Vector3	29,5	28	0

Tabelle 8: Distance from the vectors of case3 to the problem case

4 Conclusion

In this paper we presented our MAC/FAC approach for task placements in cloud computing and illustrated it with an example. The basic idea is to reuse problem solving knowledge from past task placements in order to mend SLA violations in recent task placements. Our MAC/FAC approach provides an efficient means to retrieve matching task placements. The concept of using this knowledge management approach for cloud management is promising. An illustrating example from the music mastering domain achieved good retrieval results. Even for a relatively complex query the results have been plausible; the best matching case indeed was very useful to solve the sample problem case. The insights from this realistic scenario serve as a preliminary proof-of-concept. However, experiments with a larger case base than in the illustrating example are required to provide further evidence for the feasibility of the approach. The improvement of the similarity functions by weights is a further issue. Our next steps are to implement the similarity functions and to conduct more experiments with WFCF.

5. Bibliography

- [AFS93] Agrawal, Rakesh; Faloutsos, Christos; Swami, Arun: Efficient similarity search in sequence databases. In: International conference on foundations of data organization and algorithms. Springer, pp. 69–84, 1993.
- [AP] Aamodt, A.; Plaza, E.: Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations and system approaches. 7(1):39–59.
- [Ar] Armbrust, Michael; Fox, Armando; Griffith, Rean; Joseph, Anthony D.; Katz, Randy; Konwinski, Andy; Lee, Gunho; Patterson, David; Rabkin, Ariel; Stoica, Ion; Zaharia, Matei: A view of cloud computing. 53(4):50–58.
- [Ba] Baun, C.; Kunze, M.; Nimis, J.; Tai, S.: Cloud Computing - Web-Based Dynamic IT Services. Springer.
- [Co] Workflow management coalition glossary & terminology, last access 05-23-2007.
- [EM97] Eiter, Thomas; Mannila, Heikki: Distance measures for point sets and their computation. Acta Informatica, 34(2):109–133, 1997.
- [FGL] Forbus, Kenneth D.; Gentner, Dedre; Law, Keith: MAC/FAC: A Model of Similarity-Based Retrieval. 19(2):141–205.
- [HKR93] Huttenlocher, Daniel P.; Klanderman, Gregory A.; Rucklidge, William J: Comparing images using the Hausdorff distance. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 15(9):850–863, 1993.
- [KM] Kübler, Eric; Minor, Mirjam: Towards a Case-based Reasoning Approach for Cloud Provisioning. In: CLOSER 2016 - Proceedings of the 6th International Conference on Cloud Computing and Services Science, Rome, Italy 23-25 April, 2016. volume 2. SciTePress, pp. 290–295.
- [Ku55] Kuhn, Harold W: The Hungarian method for the assignment problem. Naval research logistics quarterly, 2(1-2):83–97, 1955.
- [MBS] Maurer, Michael; Brandic, Ivona; Sakellariou, Rizos: Adaptive resource configuration for Cloud infrastructure management. 29(2):472–487.
- [MG] Mell, Peter; Grance, Timothy: The NIST Definition of Cloud Computing. p. 7-13.
- [Mu57] Munkres, James: Algorithms for the assignment and transportation problems. Journal of the society for industrial and applied mathematics, 5(1):32–38, 1957.

- [PM] Pousty, Steve; Miller, Katie: Getting Started with OpenShift. Ö'Reilly Media, Inc."
- [Qu] Quiroz, Andres; Kim, Hyunjoo; Parashar, Manish; Gnanasambandam, Nathan; Sharma, Naveen: Towards autonomic workload provisioning for enterprise grids and clouds. In: Grid Computing, 2009 10th IEEE/ACM International Conference on. IEEE, pp. 50–57.
- [SD] Shoaib, Yasir; Das, Olivia: Performance-oriented Cloud Provisioning: Taxonomy and Survey. Abs/1411.5077.
- [Zh96] Zhang, Kaizhong: A constrained edit distance between unordered labeled trees. 15(3):205–222, 1996.

3.3 Textual Case-based Adaptation using Semantic Relatedness - A Case Study in the Domain of Security Documents.

Andreas Korger³⁵ and Joachim Baumeister³⁶

Abstract. In previous efforts graph-based and textual knowledge representations were combined for the usage in case-based reasoning. This work proposes first steps for this combination in the domain of security documents and similar document classes. We present an approach pre-processing documents for textual case-based reasoning by adapting methods of natural language processing. We propose a method improving a case-based hierarchical similarity assessment for retrieval by introducing the concept of vector space embeddings and semantic relatedness of words and phrases.

Keywords: Case-based reasoning · Textual similarity · Textual case- based reasoning · Vector space embeddings · Semantic relatedness · Graph- based knowledge

1. Introduction

Security documents for public events represent a special class of documents showing a high percentage of regularity. Similar document classes are for instance house rules, law documents like contracts and public calls for tenders. Their buildup and content follows certain constraints. Thus the inherent knowledge can be conveniently modeled using graph-based representations. Security documents are a naturally available experience knowledge source. Episodic revision after an event yields incremental improvement. The documents subsequently code tacit knowledge collected in the past. On the one hand, we use this textual information to improve and maintain the graph-based knowledge representation and on the other hand we use the graph-based knowledge representation to evaluate the textual content. The progressive knowledge formalization [7] and the implementation of a textual case-based reasoning framework (TCBR) in this domain of security documents is the later goal [10].

³⁵ Angesagt GmbH, Dettelbachergasse 2, D-97070 Würzburg

³⁶ denkbares GmbH, Friedrich-Bergius-Ring 15, D-97076 Würzburg
University of Würzburg, Am Hubland, D-97074 Würzburg

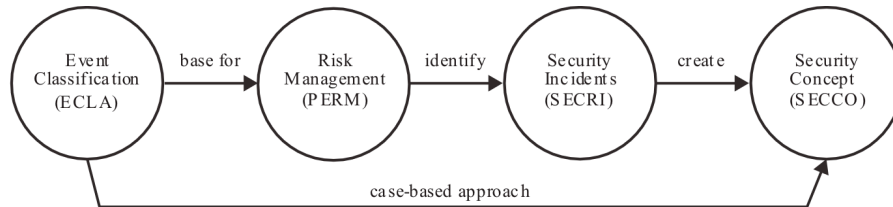


Fig. 1: Classification of events by a classification onto

This paper extends previous work [17] that presented a hierarchical classification approach for public events as depicted in Figure 1. Figure 2 shows the manually annotated mapping of a graph-based structure (representing the ontological knowledge) to a security document (representing the textual knowledge). The development and maintenance of this knowledge system required significant efforts of domain experts. Due to limited resources this process has to be supported and facilitated. Closing up to the previous work the first task is to automatically identify the fulfillment of classification characteristics of a public event. For this purpose we are using the textual content of the related security document. Additionally we want to save this tacit knowledge for the future support of the generation of new documents. The class of security documents in the domain of public events comes with some distinct characteristics which are described in the following section. Afterwards we show how technologies of information retrieval and extraction can be used to approximate the hierarchical knowledge representation and textual case-based reasoning. We demonstrate our approach by a case study. A similarity assessment for case retrieval by a classification hierarchy is compared to an NLP-approach of entity extraction and cosine similarity of term vectors. Related work will be discussed in the last section.

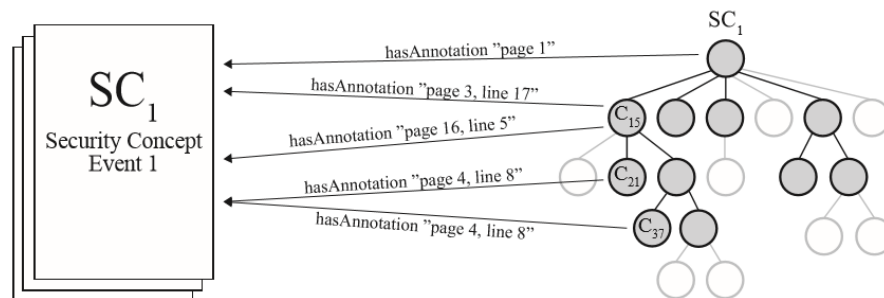


Fig. 2: Annotation of a security document by a graph-based knowledge representation

2. Characteristics of Security Documents

A security document describes in a certain domain the security incidents that are likely to occur. It shows how to avoid such incidents and gives advice how to react in the case of an occurring incident. An exemplary incident in the domain of public events is a terror threat on a music festival. Additionally, basic information about organizational and environmental parameters is listed: entities that are involved like persons, institutions, and resources, and how these entities interact in certain situations. This information is most commonly presented as a mixture of continuous text, bullet points, tabular data, pictures and figures. It often comes in an arbitrary order not necessarily partitioned into passages headed by a title. Basically, there are few official standards and no strict guidelines for the structure of security documents. In some cases there is a kind of "ideal" document (exemplary or real world) that holds as a benchmark to measure how "well" a document is written. Those documents are often adapted manually to new scenarios. In this manner, loose standards establish by the common adaptation of the same template document.

The corpus currently available is relatively small summing to about some hundred documents. For reasons of security and data protection security documents are most often published to a limited group of people. This makes the "world of security documents" only partially observable. Thus techniques that need large amount of (labeled) data cannot be used. We call the set of available and considered documents the *context*.

To a large extend there is no unified domain vocabulary available like, e.g., in the medical domain. There is no domain ontology available, that completely covers the domain vocabulary forming e.g. a thesaurus. The domain is changing constantly and quickly. New security scenarios arise and have to be mentioned by a document, long before official institutions are capable of giving advice, how to cover it uniformly. For example, christmas markets are exposed to severe terror threats and therefore have a need for different safety measures than some years ago. The vocabulary necessary to adequately describe an event is not closed. Often the vocabulary has to be extended by specific terms of other domains. Unlike for instance in the medical or scientific domain terms often do not have a distinct semantic.

2.1 Recursive Structure of Security Documents

Security documents exploit a recursive character. The underlying structure repeats in the document. The process of the creation of a security document is

collaborative and episodic [9]. Many events themselves are episodic and reoccur in certain intervals which reinforces the episodic character of the creational process.

For instance, we consider a classical folk-festival (FF) that takes place every year. The event-site is made up of a big pavilion (BP) and a fairground (FG) surrounding the pavilion with various attractions like fun rides (FR), food sales (FS), and shops (SH). Depending on the organizational importance, influence, and risk-potential of the components, each has to have its own security document. In total they make up the security document (SD_{FF}) of the actual public event as shown in Figure 3.

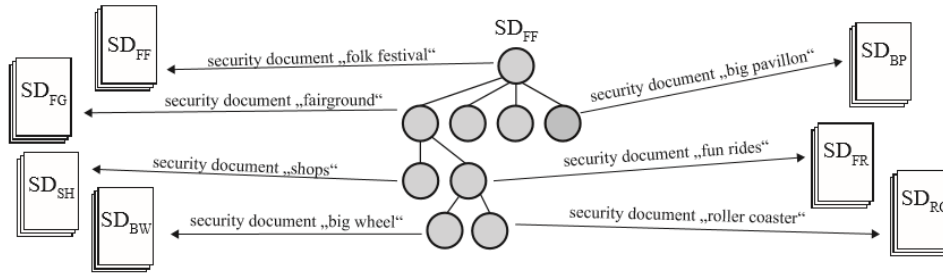


Fig. 3: Knowledge graph showing the hierarchical structure of the security components of an exemplary e

2.2 Graph-Based Characteristics

In addition to the information coded in the textual corpus there is some structural knowledge available, let that be for instance laws, guidelines, and assessment models. For the facilitation we make the assumption, that any additional knowledge is coded into an ontological structure as a center of multi-modal knowledge representation [6]. All available knowledge resources sum up to a multi-modal knowledge base [7, 25]. In the following we introduce formally the scenario for further considerations

Definition 1. Let SD be the set of all existent security documents. Let $SD_K \subset SD$ be the set of known security documents, $SD_U \subset SD$ the set of unknown security documents, $SD_U \cap SD_K = \emptyset$. Let $SD_C \subseteq SD_K$ be the set of considered security documents also called the context C . Let O_{SD} be the set of domain ontologies used in SD_C . Let $K_C = SD_C \cup O_{SD}$ be a multi modal knowledge base under the context C . Let $T_K = t_k(O_{SD})$ be the set of ontologically known terms, which are essentially words or phrases of some words (not necessarily contained in SD). Let V_K be the set of known words,

the vocabulary contained in SD_K .

We define a contextual model as a subset of security documents for several reasons. Not all of the known security documents are of the quality to be respected by a knowledge base. Often there is a need for a smaller context, for instance, all security documents of one distinct city. Due to the small corpus there is no need to make any restrictions to the size of the ontology or to introduce a reduced vocabulary set [25]. The experimental corpus that we use for this work consists of 15 security documents. The experimental context of those will be named as C_{15} . In the real world the corpus of security documents is not static. The context is constantly enlarged by new security documents. Subsequently the vocabulary is enlarged. The set of terms T_C does not cover all elements of the vocabulary contained in SD_C . We therefore need to extend T_C by new elements of C . We also need to maintain SD . The new terms have to be related to the existing ontological concepts. The scenario of semantic annotation and semanticification of the vocabulary is shown in Figure 5. The following definition introduces the concept of (partial) term-frequency-vectors for the use in our domain. On this base the semantic relatedness of two elements of the vocabulary is then defined in a first facilitated way as follows. [21, 22]

Definition 2. A document $sd \in SD_K$ is represented by a (full) term vector $x = (x_1, \dots, x_{|T_K|})$ of frequencies of elements from T_K in sd . Let $x_p = (x_1, \dots, x_{|P|})$ be a partial term vector of frequencies of elements of $P \subset T_K$. Let $M_{C-bow-5} = M_{C,C}$ be the co-occurrence matrix of Terms in C under the context C , using the bag-of-words-concept and a window of five words before and after an element of T_C . Let $sim_{C-bow-5}(t_i, t_j) = M_{ij}$ be an exemplary concept of semantic relatedness of two $t_i, t_j \in T_C$.

$T \times T \rightarrow SD$

The method “bow” can be substituted by any state of the art co-occurrence-model like e.g. skip-gram. In this manner, the semantic relation of two elements of C is nudged into a slightly other context with each new security document considered. If all existent security documents were known and considered, a consistent semantic relational model could be calculated using e.g. the *word2vec* methodology [20]. Different context yields different co-occurrences of words. In Figure 4 we see different exemplary context dependent two-dimensional projections of vector space models. Terms are mapped to their counterpart in the fictional global vector space of all existent security documents. The visualization shows, how the semantic relation would change with increasing number of considered security documents.

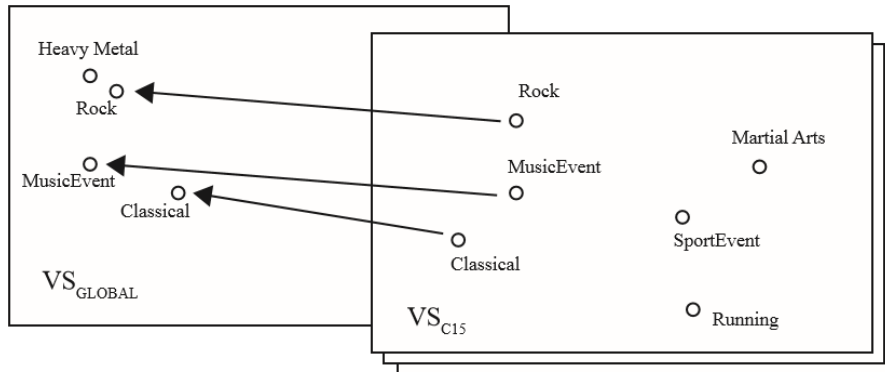


Fig. 4: Mapping of a local specific word-vector space into a partially known global word-vector space.

2.3 Partial Term-Vectors for Adaptation of Case-Based Query

For the safety of an event it is important that the event host has considered the inherent threat of certain scenarios as depicted in Figure 1. For instance the consumption of alcoholic beverages increases the inherent risk of an event. Subsequently, it is important to know whether a security document considers the topic "consumption of alcoholic beverages". This stands for the assignment, which characteristics of a document indicate, that a part of an ontological classifier O_{CL} is fulfilled. An exemplary case-based query [4] we used in previous work is $q_1 = PrivateOrganizer Indoor SportEvent$. The ontological concept *PrivateOrganizer* will most likely not occur in the security document as the text "private organizer". The fulfillment of this classification parameter has to be made accessible by other indicators. In the past, this has been done manually by domain experts as shown by Figure 2. A basic strategy we propose now is to use partial term-vectors and assign which term-occurrences indicate a fulfillment of an element of O_{CL} . This will surely only hold to a certain grade of detail. The more features [16] are respected by O_{CL} , the more difficult text classification will be. It is easy to extract for instance that a security document covers the topic "alcoholic beverages". What kind of extensiveness of alcohol consumption is expected, is not so easy. In total the structural case-based query has to be translated into a textual case-based query.

Some parts of security documents may be easily generalized and are common for more situations. On the other hand many parts are very context specific and thus difficult to extract tacit knowledge. Generalization in our model means to en-

large the context under which the information of a document can be used. Figure 5 aggregates the so far made considerations. The process of semantification of new vocabulary elements is shown as well as the partition of the corpus.

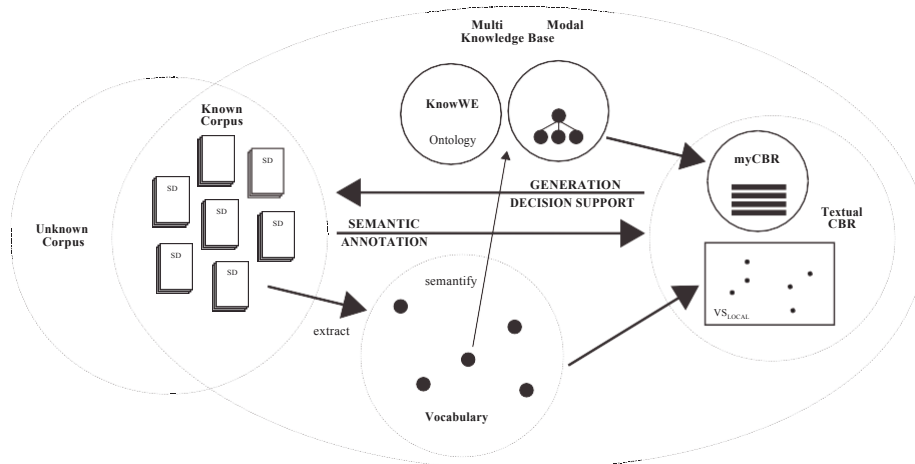


Fig. 5: Integrating textual elements into the semantic annotation workflow.

3. Similarity and Relatedness of Concepts in a Knowledge Organization System

For the ontological representation of security documents we use SKOS [23] as a frame and PROV [24] for the modeling of collaborative and episodic information. Figure 6 shows how SKOS and PROV are merged for the use of structural modeling of security documents.

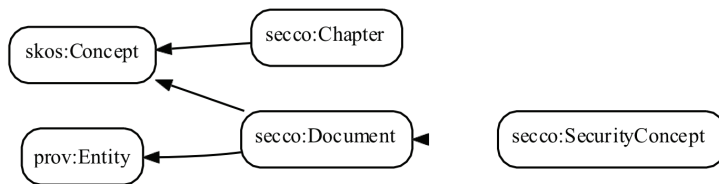


Fig. 6: Integration of SKOS and PROV in the SECCO-Ontology

The ontological representation of the classification graph can be partially seen in Figure 7. This hierarchical structure is exported to a case-based taxonomy for

retrieval purposes.

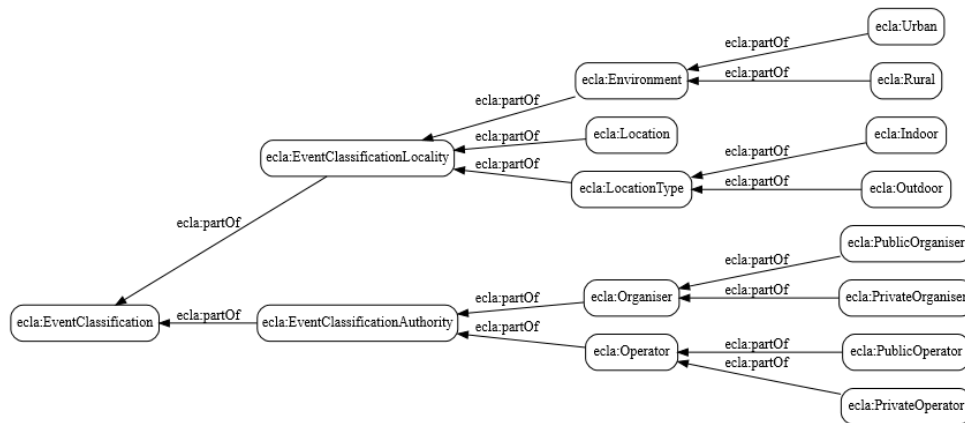


Fig. 7: Excerpt of the event classification hierarchy (16 of 136 concepts).

3.1 Ontology Extension

In a previous work [17] we annotated the security documents with concepts of a manually built knowledge graph. The graph was then exported to different disjunctive case-based classification taxonomies. The weighted and aggregated taxonomies were used for case-based retrieval and adaptation. Figure 8 shows an excerpt of the *EventType* taxonomy and the relation of the classification parameter *running* to (new) elements of the vocabulary. This takes the classification efforts one step further and interlinks the concepts based on information of the corpus. Several issues arise out of the question how textual features can be combined with a knowledge organization system. For instance it has to be considered, whether a new term is represented as an instance of *skos:Concept* or assigned to an existing *skos:Concept* via the property *skos:altLabel*. Actual synonyms can be implemented by the usage of an alternative label. To describe the semantic relation of ontological concepts the schema SKOS provides a variety of predefined properties for instance:

- *skos:semanticRelation*: any relation
- *skos:broader* : upper concept
- *skos:closeMatch*: nearly interchangeable
- *skos:exactMatch*: fully interchangeable
- ...

We assume that “stop-words” are already filtered out of the vocabulary by an appropriate mechanism. We assume that proof for co-occurrence contains nat- ural

language processing concepts like “stemming”. We propose to implement any new candidates for ontological expansion as concepts named by its “unstemmed” instance. Concepts with at least one co-occurrence are linked with *skos:semanticRelation*. *SemanticRelation* is the most unspecific relation and holds because it is approved by the co-occurring in at least one document of the corpus. In a refinement process (left for future work) other measures can be used to change the relation to another type like *skos:broader*, *skos:narrower* or remove the concept and implement it as an alternative label or exact match for interchangeable concepts.

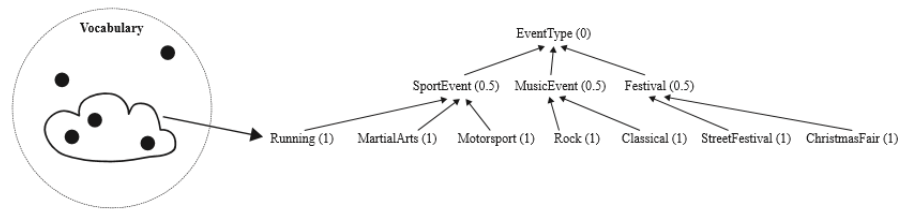


Fig. 8: Mapping vocabulary elements to classification hierarchy.

3.2 Ontological Integration of Textual Elements

We want to save textual elements in the ontology or address textual snippets by their position in the document. Having the application of textual case-based reasoning in mind it is essential to extract and adequately save or point to certain text sections. These informational units may be presented to users for decision support and can be used for the future generation and adaptation of security documents. These text snippets are saved as an instance of *secco:Text*, which is defined as a subclass of *skos:Concept*. This way the textual element becomes an ontological concept itself. *secco:hasTextValue* defined as a sub-property of *skos:semanticRelation*. For explanatory purposes the task is to present adequate text sections to a user if desired. For generation purposes text snippets have to be adapted to a new context [10]. Thereby the convenient substitution of terms by more specific (*skos:narrower*) or more common (*skos:broader*) concepts is a self suggesting adaptation strategy.

3.3 Retrieval Improvement by Ontological Refinement

The concept of *typicality* can be used to improve the retrieval performance of a case-based system [12]. This seems very promising for several reasons. The underlying principle is that some subclasses are better representatives for their subsuming class as others. Thus the reorganization of a classification hierarchy

according to typicality improves retrieval and adaptation. For instance a football or ice-hockey match are typical sport events, a city marathon is a normal sport event and a cross-country walk or boat race are atypical sport events. We assume, that typicality influences the security assessment. Typical events come with typical security measures. Typical security measures lead to typical security documents. We also assume that the security measures of typical events are more easily to adapt than the measures of atypical events. For instance the security measures for a football match and an ice-hockey match are more similar than those of a cross-country run in the woods. With the use of the textual corpus we expect to have a base for mining of improved typification. A text based approach to measure typicality of security documents is the proof for occurring of certain terms. In a first step these terms are mined manually by domain experts. Figure 9 shows the classification attribute *EventType*. The hierarchy was refined according to the methodology described before.

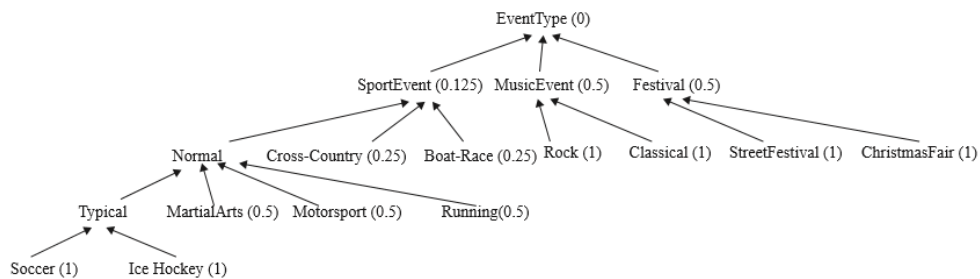


Fig. 9: Classification taxonomy refined according to typicality.

4. Case Study

We demonstrate the presented approach by the continuation of an experiment we did for the evaluation of the case-based event classification structure [17] derived from the classification ontology O_{CL} . In total, 30 real world security documents were collected (all in German language). A corpus was created by manually annotating 15 of the 30 security documents of different events, for instance christmas markets, carnival parades, and city festivals. The process of annotation is very time consuming and has to be supervised by domain experts. In the consequence, due to limited resources, not all of the 30 documents could be annotated. We selected the most meaningful and complete documents covering the domain as good as possible. The coverage of 278 domain specific characteristics were

annotated. For the implementation of the ontological representation we used the semantic wiki KnowWE [8].

	Pages	17	30	31	41	58	72	26	10	64	4	4	9	2	47	16
	Coverage	11,90%	23,70%	23,70%	18,00%	22,30%	14,40%	15,50%	16,20%	30,22%	13,31%	12,23%	13,67%	16,91%	25,18%	23,38%
	Event	christm	wine	wine	folk	city	carne	folk	music	carne	fair	fair	running	camp	arena	campus
Event	Case	ecla0	ecla1	ecla2	ecla3	ecla4	ecla5	ecla6	ecla7	ecla8	ecla9	ecla10	ecla11	ecla12	ecla13	ecla14
christm	ecla0	x	0.80	0.80	0.65	0.74	0.73	0.71	0.67	0.69	0.69	0.64	0.53	0.67	0.72	0.75
wine	ecla1	0.80	x	0.95	0.64	0.76	0.75	0.70	0.71	0.71	0.72	0.68	0.57	0.67	0.73	0.80
wine	ecla2	0.80	0.95	x	0.65	0.76	0.75	0.71	0.72	0.72	0.72	0.68	0.58	0.68	0.74	0.77
folk	ecla3	0.65	0.64	0.65	x	0.69	0.78	0.86	0.72	0.71	0.73	0.67	0.60	0.69	0.74	0.77
city	ecla4	0.74	0.76	0.76	0.69	x	0.78	0.75	0.76	0.73	0.75	0.69	0.60	0.70	0.77	0.80
carne	ecla5	0.73	0.75	0.75	0.78	0.78	x	0.77	0.74	0.75	0.74	0.68	0.59	0.70	0.76	0.80
folk	ecla6	0.71	0.70	0.71	0.86	0.75	0.77	x	0.72	0.71	0.73	0.67	0.59	0.68	0.74	0.76
music	ecla7	0.67	0.71	0.72	0.72	0.76	0.74	0.72	x	0.74	0.68	0.65	0.57	0.64	0.73	0.73
carne	ecla8	0.69	0.71	0.72	0.71	0.73	0.75	0.71	0.74	x	0.65	0.64	0.62	0.63	0.72	0.71
fair	ecla9	0.69	0.72	0.72	0.73	0.75	0.74	0.73	0.68	0.65	x	0.77	0.55	0.63	0.72	0.72
fair	ecla10	0.64	0.68	0.68	0.67	0.69	0.68	0.67	0.65	0.64	0.77	x	0.52	0.60	0.67	0.67
running	ecla11	0.53	0.57	0.58	0.60	0.60	0.59	0.59	0.57	0.62	0.55	0.52	x	0.56	0.58	0.57
camp	ecla12	0.67	0.67	0.68	0.69	0.70	0.70	0.68	0.64	0.63	0.63	0.60	0.56	x	0.70	0.69
arena	ecla13	0.72	0.73	0.74	0.74	0.77	0.76	0.74	0.73	0.72	0.72	0.67	0.58	0.70	x	0.74
campus	ecla14	0.75	0.80	0.80	0.77	0.80	0.80	0.76	0.73	0.71	0.72	0.67	0.57	0.69	0.74	x

Fig. 10: Results of the post mortem analysis of the C_{15} corpus using cosine similarity of term vectors of frequent terms based on a tf-idf-measure.

The corresponding events were ranked by the case-based classification structure using the tool myCBR [5]. Each document respectively public event was considered as a case. For the retrieval we used a similarity function basing on the event classification ontology (ECLA) as depicted in Figure 1. The classification ontology was broken apart into different taxonomies. Those local similarity measures were weighted and combined into a global similarity measure. For the evaluation of this case-based system the technique of “post-mortem analysis” was used. For each case, all other remaining cases in the case-base were ranked by their similarity to the selected case. This process was done for every case in the case-base. The results were compared in a spreadsheet. An analogous ranking of the 15 different events was done by three domain experts. They were asked to inform themselves via e.g. the public events websites and select for each event the three most similar other events concerning security issues and writing the according security documents. The previous scenario is now faced to a text-based similarity measure pairwise comparing the term vectors of the 15 security documents for an analogous post-mortem analysis.

To generate the term-vectors the corpus has to be pre-processed. To bring the documents into a textual format in an uniformed way we used Adobe Acrobat [1] for optical character recognition (OCR) and Apache Pdfbox [3] for text extraction. For further processing we used Apache Lucene [2]. The tool is an environment for indexing and searching textual documents that comes with some pre-built classification, NLP methods as well as support of German language. The

text-files of the corpus are converted to a Lucene-index. The index stores the content of the documents as well as additional information. The Lucene-index is created by stop-word removal and stemming of the remaining words. The term- vector of frequent terms based on a tf-idf-measure [15, 18] with term frequencies and position information is stored for each document. In the previous work we recognized that the textual structure and content of security documents can be quite different even if the described situation is very similar. We also recognized, that the "spelling style" of the author is very influential.

	Pages	17	30	31	41	58	72	26	10	64	4	4	9	2	47	16
	Coverage	11,90%	23,70%	23,70%	18,00%	22,30%	14,40%	15,50%	16,20%	30,22%	13,31%	12,23%	13,67%	16,91%	25,18%	23,38%
Event	Case	christm	wine	wine	folk	city	came	folk	music	carne	fair	fair	running	camp	arena	campus
christm	ecla0	x	1-2-3-4	1-2-3-4				0			0	0-1-2-3				
wine	ecla1	1-2-3	x	0-1-2-3-4		2		0			0	1-3				
wine	ecla2	1-2-3	0-1-2-3-4	x				0			0	1-2-3				
folk	ecla3				x	0-1-2	0	1-2-3-4	0-7	0-2	1-3					
city	ecla4				1-2	x	0-2-3	1	0	0-2-3	1		3			4
carne	ecla5		1			0-2-3	x		0-1-2	0-1-2-3			3			4
folk	ecla6	0	0-2	0	1-2-3-4	1-2		x	3		1-3				0	
music	ecla7				3	0-2-4	0-1-2	3	x	0-1-2			3			1
carne	ecla8		1			0-2	0-1-2-3-4		0-1-2-3	x			3			
fair	ecla9	0-1	0-2	0-2		1-3-4		1			x	0-2-3	3			
fair	ecla10	0-1	0-1-2-3	1-2-3							0-2-3-4	x				
running	ecla11				0	0-2-3	0-2-3		0-2	0-3-4	1		x	1	0	1
camp	ecla12			0		4	4				0-1-2-3	0-2-3	1-2	x	4	0-1-3
arena	ecla13	0			0-2	4	1	0-2	1	1		3	2	3	x	3
campus	ecla14		4	0-4		1-2-4	4				1-3	0-2-3		0-1-3	0-2	x

Fig. 11: Evaluation results comparing case-based ranking, document-based ranking and expert ranking. 0=cbr, 1,2,3=domain experts, 4=term vector.

Figure 10 shows the pairwise post-mortum analysis for the 15 security documents. In an analogous way to the case-based post-mortem analysis we computed the cosine distance for each pair of documents of the corpus where 1 means very similar and 0 means not similar. The outcome of the experiment was discussed in a group of three domain experts. The events *ecla1/ecla2*, *ecla3/ecla6* and *ecla9/ecla10* were written by the same author this expresses as assumed and observed in a very high textual similarity for those security documents. In fact for security assessment one cannot rely on the high textual similarity. The events *ecla1* and *ecla2* are indeed very similar but due to a significantly higher attendance and some differences in the architectural construction the *event1* comes with different and much higher needs for security measures as the event *ecla2*.

This emphasizes that there is a need for a finer assessment of the event scenario what should lead to an improvement of retrieval as theoretically described before. In the follow up this similarity measure is compared to the case-based similarity

as shown in the following Figure 11. The cipher 0 signifies which events were selected as most similar by the case-based ranking. The ciphers 1,2,3 depict the ranking the three different domain experts did for the same events.

For the facilitation of the evaluation we aggregated the ranking of the domain experts and merged them into one by neglecting multiple classifications and just considering whether an event was rated by one of the three experts as can be seen in Figure 12. The comparison with the previous similarity assessment was also discussed with the domain experts. They rated the method suitable for decision support as a supplementary key figure to the case-based approach for retrieval of similar documents out of a corpus. The results where estimated not sufficient for creation and adaptation of security documents as needed in a real world scenario. A clustering of terms into relevant topics leading to topic related text-based similarity measures was proposed as methodological improvement and refinement.

	Pages	17	30	31	41	58	72	26	10	64	4	4	9	2	47	16
Coverage	11,90%	23,70%	23,70%	18,00%	22,30%	14,40%	15,50%	16,20%	30,22%	13,31%	12,23%	13,67%	16,91%	25,18%	23,38%	
Event	christm	wine	wine	folk	city	carne	folk	music	carne	fair	fair	running	camp	arena	campus	
Event	Case	ecla0	ecla1	ecla2	ecla3	ecla4	ecla5	ecla6	ecla7	ecla8	ecla9	ecla10	ecla11	ecla12	ecla13	ecla14
christm	ecla0	x	1-2	1-2				0			0	0-1				
wine	ecla1	1	x	0-1-2		1		0			0	1				
wine	ecla2	1	0-1-2	x				0			0	1				
folk	ecla3				x	0-1	0	1-2	0-1	0-1	1					
city	ecla4				1	x	0-1	1	0	0-1	1		1			2
carne	ecla5		1			0-1	x		0-1	0-1			1			2
folk	ecla6	0	0-1	0	1-2	1		x	1		1				0	
music	ecla7				1	0-1-2	0-1	1	x	0-1			1		1	
carne	ecla8		1			0-1	0-1-2		0-1	x			1			
fair	ecla9	0-1	0-1	0-1		1-2		1			x	0-1	1			
fair	ecla10	0-1	0-1	1							0-1-2	x				
running	ecla11				0	0-1	0-1		0-1	0-1-2	1		x	1	0	1
camp	ecla12			0		2	2				0-1	0-1	1	x	2	0-1
arena	ecla13	0			0-1	2	1	0-1	1	1		1	1	1	x	1
campus	ecla14		2	0-2		1-2	2				1	0-1		0-1	0-1	x

Fig. 12: Aggregated evaluation 0=cbr, 1=aggregated domain experts, 2=term vector.

To improve the text-based classification. The existent corpus was enriched by a list of words or phrases indicating certain classification tendencies. The list was created manually by the domain experts. The integration into the ontological structure was done by defining them as *ecla:Component* a subclass of *skos:Concept* and linking with the property *ecla:classificationRelation* a sub-property of *skos:semanticRelation*. The list was exported to Apache Lucene and queried to the index resulting in the output which documents mentioned each element of the queried list. Due to the pre-processing for the index-creation the con-

cept of stemming was respected for the query. In the following we describe the experimental results by the classification component *ecla:AlcoholAndDrugs* which is a part of the visitors social and demographic behavioral sub-classification as summarized in *ecla:SocialDemographic* and its broader concept *ecla:Visitors*. Words indicating that a security document covers the concept *AlcoholAndDrugs* were e.g. alcohol, drugs, beer, wine, liquor, and drink. The corresponding part of the event-classification ontology can be seen in Figure 13

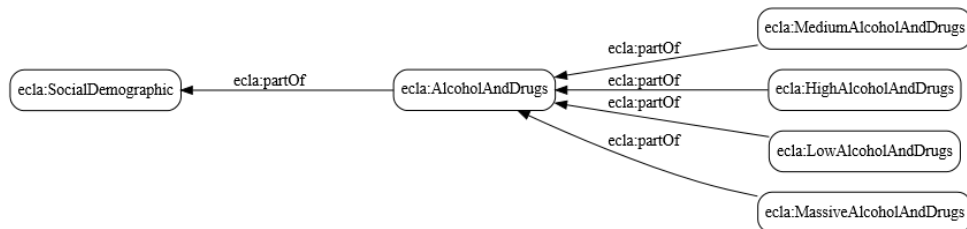


Fig. 13: Excerpt of the event-classification showing the social and demographic parameter *AlcoholAndDrugs*.

The limits of this approach are as follows. The classification attribute *AlcoholAndDrugs* splits into sub-concepts *Low-*, *Medium-*, *High-* and *MassiveAlcoholAndDrugs*. Just by considering appearance of words it is impossible to decide whether an event belongs to one of those narrower classes. Therefore a distinct analysis of word-co-occurring or appearance of patterns will be necessary. For instance to identify phrases like "visitors with massive consumption of alcohol are expected" and distinguish it from e.g. "visitors with massive consumption of alcohol are NOT expected". Additionally the ontological classification bas- ing on refined typicality could be used. A typical rock concert naturally comes with a high consumption of alcohol, a typical heavy metal concert comes with a mas- sive consumption of alcohol. Same holds for other classification parameters like *Attendance* where it is necessary to extract a number of estimated visitors. The extraction of the event-type showed good evaluation results. A sport event is easy to distinguish from a Christmas fair often only by the name of the event or title of the security document.

5. Conclusions

In this work we presented an approach for the adaptation of a hierarchical case-based retrieval structure. We showed the efforts to integrate natural language processing into the existing case-based classification structure. For the later use of textual case-based reasoning mechanisms ontological structures were established. Aiming for natural language generation of security documents the formalization of the corpus was pushed further.

There is some closely related work we adapted and combined for the needs in this scenario. For the integration of the case-based similarity concept into SKOS we were inspired by the work of Giuliano et al. [13]. They describe the exploitation of lexical substitution of terms in a scenario of similarity assessment. Ground-laying work has been done by them for the acquisition of thesauri from textual data. An issue they consider is the question, how new terms are integrated into a knowledge organization system like SKOS. The development of adaptational changes to the retrieval structure using typicality in a case-based scenario was supported and inspired by Gaillard et al. [12]. A very similar problem statement to ours is reported by Metcalf and Leake [19]. They describe a new way of combining structural and textual similarity assessment in the medical domain. Their work also gives a good overview of the corresponding issues of state-of-the-art textual case-based reasoning. Delir Haghighi [14] introduces the ontology DO4MG (Domain Ontology for Mass Gatherings), that describes mass gatherings and case-based reasoning to give decision support for medical emergencies. The author mentions the problem of not having official standards in the domain of mass gatherings. This problem is mitigated by a unified vocabulary covering synonyms to improve case retrieval. She mentions that a classification system can be improved greatly if synonymy is covered. This should hold even more for respecting in general semantic relatedness as also emphasized for ontology population by Furth and Baumeister [11]. Wiratunga et. al. present basic principals for unsupervised feature selection we adapted for the needs in this domain [25].

What we left for future work is the improvement of the textual classification. We so far focused on entity-based techniques, which shall be extended by relational techniques e.g. relation extraction. To cluster the ontological concepts the usage of an appropriate topic model seems promising. We want to test whether the methodologies of sentiment analysis can be used for distinguishing narrow classification concepts.

References

1. Adobe: Acrobat: <https://acrobat.adobe.com>
2. Apache: Lucene: <http://lucene.apache.org/>
3. Apache: PDFBox: <https://pdfbox.apache.org/>
4. Bach, K., Althoff, K.D.: Developing case-based reasoning applications using mycbr
3. In: Agudo, B.D., Watson, I. (eds.) Case-Based Reasoning Research and Development. pp. 17–31. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2012)
5. Bach, K., Sauer, C., Althoff, K.D., Roth-Berghofer, T.: Knowledge modeling with the open source tool mycbr. In: Proceedings of the 10th International Conference on Knowledge Engineering and Software Engineering - Volume 1289. pp. 84–94. KESE'14, CEUR-WS.org, Aachen, Germany (2014)
6. Baumeister, J., Reutelshoefer, J.: The connectivity of multi-modal knowledge bases. CEUR Workshop Proceedings **1226**, 287–298 (01 2014)
7. Baumeister, J., Reutelshoefer, J., Puppe, F.: Engineering intelligent systems on the knowledge formalization continuum. International Journal of Applied Mathematics and Computer Science (AMCS) **21**(1), 27–39 (2011)
8. Baumeister, J., Reutelshoefer, J., Puppe, F.: KnowWE: A semantic wiki for knowledge engineering. Applied Intelligence **35**(3), 323–344 (2011)
9. Baumeister, J., Striffler, A., Brandt, M., Neumann, M.: Towards continuous knowledge representations in episodic and collaborative decision making. In: CEUR Workshop Proceedings. vol. 1070 (01 2013)
10. Bergmann, R.: Experience Management. Springer, Berlin, Heidelberg (2002)
11. Furth, S., Baumeister, J.: Telesup: Textual self-learning support systems. In: Proceedings of German Workshop of Knowledge and Experience Management at LWA'2014. vol. 1226 (01 2014)
12. Gaillard, E., Lieber, J., Nauer, E.: Improving case retrieval using typicality. In: Hüllermeier, E., Minor, M. (eds.) Case-Based Reasoning Research and Development. pp. 165–180. Springer International Publishing, Cham (2015)
13. Giuliano, C., Gliozzo, A.M., Gangemi, A., Tymoshenko, K.: Acquiring thesauri from wikis by exploiting domain models and lexical substitution. In: Aroyo, L., Antoniou, G., Hyvonen, E., ten Teije, A., Stuckenschmidt, H., Cabral, L., Tudorache, T. (eds.) The Semantic Web: Research and Applications. pp. 121–135. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2010)
14. Haghighi, P.D., Burstein, F., Zaslavsky, A., Arbon, P.: Development and evaluation of ontology for intelligent decision support in medical emergency management for mass gatherings. Decision Support Systems **54**(2), 1192–1204 (2011)
15. Bergmann, R.: Experience Management. Springer, Berlin, Heidelberg (2002)
16. Furth, S., Baumeister, J.: Telesup: Textual self-learning support systems. In: Proceedings of German Workshop of Knowledge and Experience Management at LWA'2014. vol. 1226 (01 2014)
17. Gaillard, E., Lieber, J., Nauer, E.: Improving case retrieval using typicality. In: Hüllermeier, E., Minor, M. (eds.) Case-Based Reasoning Research and Development. pp. 165–180. Springer International Publishing, Cham (2015)
18. Giuliano, C., Gliozzo, A.M., Gangemi, A., Tymoshenko, K.: Acquiring thesauri from wikis by exploiting domain models and lexical substitution. In: Aroyo, L., Antoniou, G., Hyvonen, E., ten Teije, A., Stuckenschmidt, H., Cabral, L., Tudorache, T. (eds.) The Semantic Web: Research and Applications. pp. 121–135. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2010)

19. Haghghi, P.D., Burstein, F., Zaslavsky, A., Arbon, P.: Development and evaluation of ontology for intelligent decision support in medical emergency management for mass gatherings. *Decision Support Systems* **54**(2), 1192–1204 (2013)
20. Jones, K.S.: A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval. *Journal of Documentation* **28**(1), 11–21 (1972)
21. Kang, K.C., Cohen, S.G., Hess, J.A., Novak, W.E., Peterson, A.S.: Feature-oriented domain analysis (foda) feasibility study. Tech. rep., Carnegie Mellon University (1990)
22. Korger, A., Baumeister, J.: The secco ontology for the retrieval and generation of security concepts. In: Cox, M.T., Funk, P., Begum, S. (eds.) *ICCB. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11156, pp. 186–201. Springer (2018)
23. Luhn, H.P.: A statistical approach to mechanized encoding and searching of literary information. *IBM Journal of Research and Development* **1**(4), 309–317 (Oct 1957)
24. Metcalf, K., Leake, D.: Embedded word representations for rich indexing: A case study for medical records. In: Cox, M.T., Funk, P., Begum, S. (eds.) *Case-Based Reasoning Research and Development*. pp. 264–280. Springer International Publishing, Cham (2018)
25. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., Dean, J.: Efficient estimation of word representations in vector space. *CoRR* **abs/1301.3781** (2013)
26. Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G., Dean, J.: Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 2*. pp. 3111–3119. NIPS’13, Curran Associates Inc., USA (2013)
27. Salton, G., Wong, A., Yang, C.S.: A vector space model for automatic indexing. *Commun. ACM* **18**(11), 613–620 (Nov 1975)
28. W3C: SKOS Simple Knowledge Organization System Reference: <http://www.w3.org/TR/skos-reference> (August 2009)
29. W3C: PROV-O: The PROV Ontology: <http://www.w3.org/TR/prov-o> (April 2013)
30. Wiratunga, N., Lothian, R., Massie, S.: Unsupervised feature selection for text data. In: Roth-Berghofer, T.R., Göker, M.H., Güvenir, H.A. (eds.) *Advances in Case-Based Reasoning*. pp. 340–354. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2006)

3.4 Experience-based Quality Assessment of Distributed Knowledge Graphs

Joachim Baumeister³⁷

Abstract: This paper introduces an experience-based approach for the evaluation of distributed knowledge graphs. The quality assessment becomes more important in recent days, since distributed knowledge emerges rapidly in different application areas. The paper reports the domain of industrial configuration and production, where distributed knowledge bases have been maintained manually over decades. We describe the configuration ontology COOM and show how standard technologies can be used to query experience-based anomalies. A selection of anomalies is discussed.

Keywords: Knowledge Evaluation; Design Anomaly; Ontology; Inspection

Introduction

The ongoing automation in the industrial domain enabled the creation of new consumer goods and processes. The increased automation of processes for recommendation, configuration, and production forced a number of periphery procedures to be automated as well. In current state-of-the-art settings, large knowledge bases are executed to run the underlying processes. This knowledge is located in different industrial systems, ranging from sales systems to standard PLM (product life-cycle system) and ERP (enterprise resource planning) systems.

The safe execution of the knowledge needs appropriate quality assessment methods. Quality assessment research proposed well-known methods for knowledge validation and verification, e.g. [Pr94, SK94, WL02, Ba11, PS94, VC99, BC99]. Also, quality assessment was investigated in the context of ontologies [Ko14, Vr10, La17]. Besides these well-known assessment areas, we see design anomalies as a class that especially focuses on the sustainable development of knowledge bases: In knowledge bases, design anomalies [BS10] identify areas of the knowledge base that do not only cause dysfunction of the knowledge, but also may yield weak maintainability and analysis capabilities.

³⁷ denkbares GmbH / Universität Würzburg, Germany joba@uni-wuerzburg.de

In the domain of industrial information systems, the quality assessment of distributed knowledge bases becomes even more important: Here, knowledge about the same objects can be found almost always in different systems. For example, for a bike manufacturer knowledge about a brake or a gear-box can be found in a sales system, the PLM, and the ERP system. The consistent analysis and assessment of this distributed knowledge base is a difficult and yet unsolved industrial problem.

In this paper, we first introduce a general ontology for representing industrial artifacts. We then sketch methods for the distributed quality assessment focusing on design anomalies of industrial knowledge. Typically, these methods are based on human experience. For this reason, we describe an approach for the declarative definition of new anomalies. The approach is demonstrated by an exemplary application. We also report a reference implementation of the COOM ontology and the described anomalies. The paper concludes with a summary and a discussion of related work.

The COOM Ontology and Linking Distributed Knowledge

In this section, we introduce the COOM ontology. The Configuration Objects Ontology Model (COOM) defines a general description of industrial products, features, and combining/constraining knowledge. It was originally designed to be used for the formulation of configuration knowledge, but can be also used in sales and production processes. Since the introduction of the entire ontology model would exceed the size of this paper, we will focus on the most important concepts. We exemplify the introduced concepts by the running example dBike, which is a virtual bike manufacturer. Here, customers can configure their desired bicycles from a range of configuration items.

As depicted in Figure 1 the ontology defines typical artifacts of a producing company:

- products and their structure
- features and feature items of products
- relational knowledge for customization and configuration

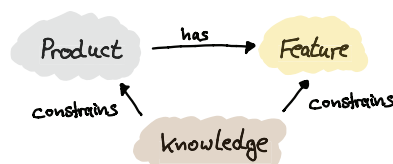


Figure 3: The COOM triangle of products, features, and knowledge.

For the definition of the ontology we extend the SKOS ontology [W309], which already defines a number of basic concepts for general knowledge organization systems. The central class `LinkedConcept` is derived from `skos:Concept` and describes the linked char-

acteristics of concepts between a number of information systems. Instances of `LinkedConcept` own properties `linkedSystem` pointing to the original information system and `linkedId` storing the original identifier of the concepts. Both relations are necessary to obtain a standardized link to the originating information system.

2.1 Product Portfolio

All produced artifacts are organized in a hierarchical product portfolio as seen in Figure 2. The SKOS concept scheme is applied to define the product portfolio:

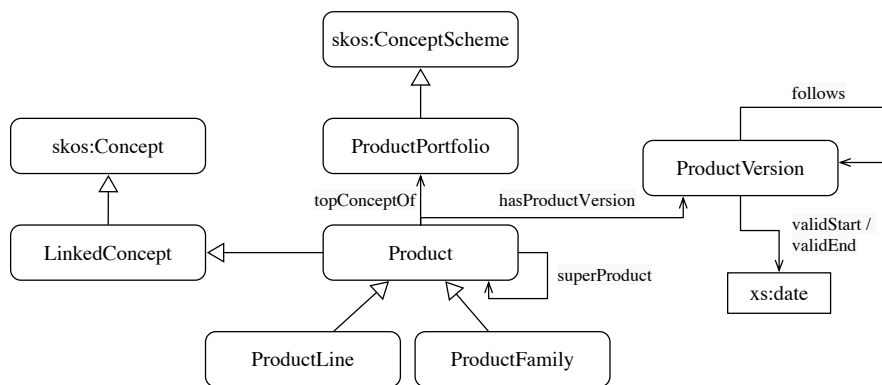


Figure 4: Classes and properties of a generic product portfolio.

A hierarchy is formed by instances of `Product` connected by `superProduct` relations, which are derivations of `skos:broader`. The hierarchy of the portfolio follows the composite pattern. Special types of products are represented by model families (`ProductFamily`) and subsequent model lines (`ProductLine`). For example, the product portfolio of the dBike company partitions their products into the product families Mountain Bike, City Bike, and Racing Bike. Due to the small product portfolio of the company, there exist no further specialization into product lines. Thus, the product dB Racing is connected by the `superProduct` relation to the product family Racing Bike.

Different model years of a product are represented in product versions. Instances of `ProductVersion` are connected with a concrete product and a valid start and end date, that defines the respective life cycle of the product. Here, the particular calendar years are the valid dates for the product versions. For example, we introduce a product version dB R 2019 for the product dB Racing with valid start date 2019-01-01 and end date 2019-12-31.

2.2 Features, Assignments and Configurations

The ontology was originally defined for the implementation of configuration tasks. Therefore, the COOM ontology defines Feature instances for products to represent its specific characteristics. Since features can change over different product versions, a feature is not connected to a concrete product, but to a product version. Thus, a concrete product version defines a collection of features, that are available in this version. The structure of features is shown in Figure 3. The particular features are organized hierarchically and concrete feature instances are connected by the superFeature property, a derivation of skos:broader.

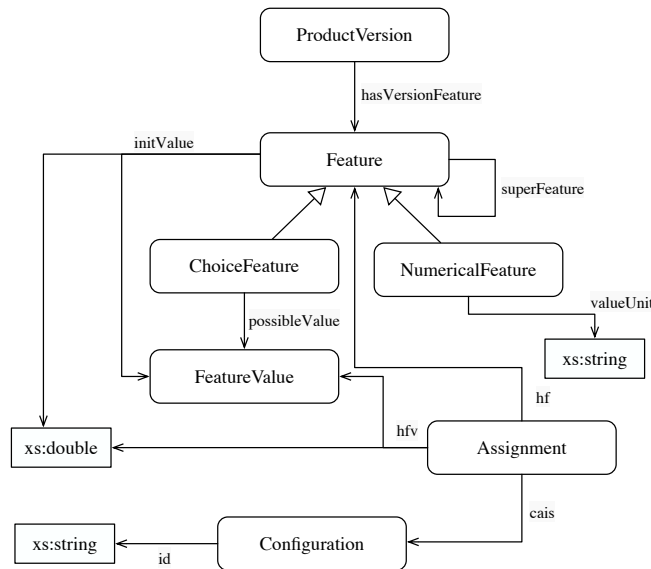


Figure 5: Classes and properties defining the features, an assignment to feature values, and a configuration.

Different types of features are characterized by the value type it can be assigned to. We define NumericalFeature storing float values (e.g., length of a product) and ChoiceFeature having a predefined list of possible choice values (e.g., color of a product). Consequently, we introduce properties for assigned choice values to Features (possibleValue) and initial values (initValue, sometimes used as defaults). For choice values it is possible to state an order between the different values by the property valueOrder, e.g., for a feature gear the ordered choices 7G, 11G, and 27G.

For example, the product version dBR 2019 defines the choice feature brake for the racing bike of the year 2019: The feature brake has the possible values race brake, standard brake, and heavy-duty brake.

An assignment between a value and a feature is captured by the corresponding class assignment, that provides the property hf (has feature) to reference the feature instance and the property hfv (has feature value) to reference the value. Please note, that the value class need to correspond to the assigned feature class. In our example, a possible assignment is `brake = race brake`.

A Configuration instance collects all feature–value items (assignments) of a specific product. It is worth noticing, that one assignment needs to reference assignment pairs that corresponds to the same product version. Also, a Configuration instance usually refers to an identifier that distinguishes it from other configurations. Often, this identifier is called serial number or machine number.

For example, the order of a customer is stored in a configuration instance. This instance collects the assignments `frame = racing frame`, `brake = racing brake`, `gear = 27G`, `light = superlight`, and `color = red`.

2.3 Relational Knowledge

As described in the introduction, knowledge relates products and features. Figure 4 depicts different types of relational knowledge. Knowledge on features are represented by condition instances, that define the requirements for the execution of this particular knowledge element. The concrete condition varies between the sub-classes of RelationKnowledge: For example, forbidden combinations of feature values in a specific product are defined by an InvalidValue constraint. Following our example, an invalid value constraint could be defined between the assignments `frame = racing frame` and `gear = 7G`, i.e., a 7-gearbox must not be combined with a racing frame.

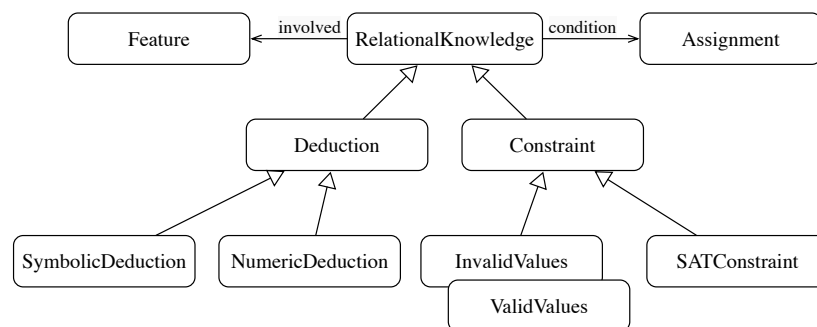


Figure 6: Classes and properties defining the relational knowledge, mostly between feature values.

Besides Boolean constraints on feature values, there also exists knowledge for deriving specific feature values for a given condition. The derivation of feature values can be defined for choice features (SymbolicDeduction) and for numerical features (Calcula-

tion). For instance, there may exist a symbolic deduction rule, that derives the assignment $\text{light} = \text{superlight}$ for a given assignment frame = racing frame.

A SATConstraint defines a (often complex) condition, that need to be either positively or negatively satisfied. The simplified analysis and exchange of relational knowledge is implemented by the relation involved, that connects all participating Features for an instance of RelationalKnowledge. We define the sub-properties conditionedFeature and derivedFeature for the features used in the condition and also in the conclusion of the.

The detailed representation of condition and deduction can be implemented by the standard the rule language SWRL [Ho04]. Albeit the syntax of SWRL is not easy to comprehend for untrained users, it provides a common standard for representing equations and conditions. In the context of our work, however, we focus on the shallow representation of conditioned features and derived features, since this knowledge is easy to interchange between systems and is sufficient to answer a number of analysis and evaluation questions.

2.4 Linking Distributed Knowledge

In the previous sections we introduced the general scheme of the COOM ontology. The knowledge included in the particular systems of the company can be mapped to an instance of the COOM scheme.

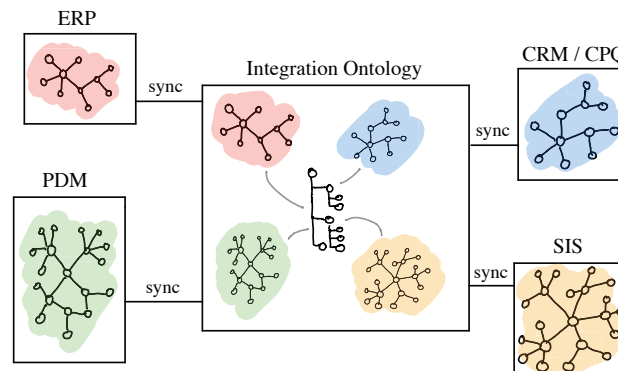


Figure 7: Linking knowledge of existing information systems with an integration knowledge base.

Figure 5 shows the different knowledge bases contained enterprise resource planning systems (ERP), product data management systems (PDM), customer relation management systems (CRM), and service information systems (SIS). In this section, we propose an approach, where these local knowledge bases are connected by an integration ontolo-

gy. In consequence, the integration ontology can be used for all analysis and evaluation tasks.

In an exemplary situation, a company runs a product data management system (PDM) in the engineering department, a customer relations and pricing system in the sales department (CRM/CPQ), and a service information system (SIS) in the after sales department. Also an enterprise resource planning system (ERP) is connected for managing the master data of the company. The knowledge included in these systems considers the same products, features, and interrelations.

In a canonical mapping scheme, we link all elements to the integration ontology together with their local namespaces of each originating system. For example, a specific product `db:Racing` and its instance `db:Racing`, respectively, is referenced in all information systems. We also introduce the corresponding instances `erp:dBR`, `pdm:dBR`, `cpq:dBR`, and `sis:dBR` of `Product`. The identity semantics between all `dBR` instances is represented by the sub-properties of `coom:match` that is a sub-property of `skos:mappingRelation` [W309]. In consequence, we arrive at one integration ontology and one ontology for each connected information system.

The sketched approach produces redundant instances for each concept, but allows for an independent development and use of the different knowledge systems. Also, we can simply combine different versions of each knowledge base and information system, respectively.

For the quality assessment of the distributed knowledge base, it is not necessary to include and map the complete depth of the knowledge base. It is rather necessary to map levels of knowledge that are used in the evaluation task. We show examples of quality assessment methods in the following section.

3. Experience-based Quality Assessment of COOM Knowledge Graphs

As we motivated in the previous sections, there will not exist a single knowledge model in a typical industrial setting. Rather, each installed information system (ERP, PLM, CRM, etc.) will contain knowledge that can be mapped to a separate knowledge model. In Figure 5 we sketched a common structure of such a distributed knowledge model.

In this paper, we focus on quality assessment methods that consider the maintainable design of distributed knowledge models, i.e., design anomalies. A very simple measure of such a design anomaly is the compliance with defined naming conventions for resource names. More sophisticated measures try to identify unused or misused elements

in the knowledge graph. The idea of design anomalies is closely related to ontology anti-patterns [CRVB09].

It should be clear, that there will be no exhaustive list of methods but that with the particularities of each domain and the experience of the knowledge engineers, there will always emerge new measures to be implemented in the quality assessment framework. For example, with new system capabilities new quality demands will rise. Therefore, we propose an experience-based approach to formulate assessment methods. In the best case, new measures can be implemented in a declarative manner. In the past, semantic languages were defined for implementing quality measure, such as SPARQL, ShEx and SHAQL, see for instance [La17, FH10]. In the following, we introduce a series of methods that are helpful for the distributed development of knowledge models, and we use these languages whenever possible.

3.1 Lonely Feature

A feature should be affiliated with at least one knowledge model (sales model, engineering model, etc.). The following query looks for lonely features that are not connected to any model.

Anomaly 1 (Lonely Feature) A feature f is called a lonely feature, when there exists no known knowledge model, that includes this feature.

The following SPARQL query reports all lonely features in the environment of the SPARQL query.

```
# Lonely Feature
SELECT ?feature_uri
WHERE { ?feature_uri a coom:Feature .
        MINUS { ?feature_uri coom:inModel ?model }
}
```

3.2 Childless Feature

A childless feature is detected for a choice feature, that does not define at least one feature value. In more restrictive tests, every choice feature needs to define more than one feature value.

Anomaly 2 (Childless Feature) For a knowledge model M , we introduce a choice feature $f \in M$ with $\text{type}(f) = \text{discrete}$ and $\text{dom}(f)$ yields the domain of feature f , i.e., the possible values of the feature. The feature f is a childless feature, if $f \in M \wedge \text{dom}(f) = \emptyset$.

A childless feature signals an orphan resource in the knowledge model, when a knowledge engineer stopped working on a topic and forgot to remove unnecessary resources from the model. Another explanation is the unfinished type change of resource, e.g. moving a numeric feature to a choice feature or counter-wise.

The following SPARQL query reports all childless features.

```
# Childless Feature
SELECT ?f ?value
WHERE { ?f a coom:ChoiceFeature ;
        FILTER NOT EXISTS { ?f coom:possibleValue ?value }
}
```

3.3 Uneven Twins

The measure uneven twins tries to find two matching features from different knowledge models, for which at least one feature value has no matching counterpart for the values of the other feature. In practice, the knowledge engineers may forgot to define a match relation between feature values. Another reason for an uneven twin can be the change of the semantics of values without propagating this to the other information systems.

Anomaly 3 (Uneven Twins) We introduce two matching features f_1 and f_2 that are included in two different knowledge models M1 and M2:

$$f_1 \in M1, f_2 \in M2 : \text{match}(f_1, f_2).$$

Both features f_i have discrete values $v_{i,j}$ defined in the domain $\text{dom}(f_i)$:

$$\text{dom}(f_1) = \{v_{1,1}, v_{1,2}, \dots, v_{1,n}\} \text{ and } \text{dom}(f_2) = \{v_{2,1}, v_{2,2}, \dots, v_{2,m}\}.$$

The features f_1, f_2 are uneven twins, if there exists a feature value $v \in \text{dom}(f_1)$ but no corresponding value $v' \in \text{dom}(f_2)$ with the matching relation $\text{match}(v, v')$.

The following SPARQL statement shows a possible query for identifying uneven twins f_1 and f_2 .

```
# Uneven Twins
SELECT ?f1 ?f1_value ?model
WHERE { ?f1 a coom:Feature ;
        coom:possibleValue ?f1_value ;
        coom:inModel ?model .
MINUS { ?f2 a coom:Feature ;
        coom:possibleValue ?f2_value .
        ?f1 coom:match ?f2 .
        f1_value coom:match ?f2_value .
        FILTER (?f1 != ?f2) }
}
```


3.5 Incompatible Concept Matching

An incompatible concept matching is found for two features, that are defined to match but have different information types. Incompatible concept matching often occurs in the progress of restructurings of larger distributed knowledge systems: The type of a feature was modified in one model due to a design decision but the change was not propagated to the other knowledge models.

Anomaly 5 (Incompatible Concept Matching) We define two knowledge models M_1 , M_2 having features $f_1 \in M_1$ and $f_2 \in M_2$. There exists an incompatible concept matching, if both features are matching, i.e., $\text{match}(f_1, f_2)$ but have different information types, i.e., $\text{type}(f_1) \neq \text{type}(f_2)$.

The following SPARQL queries for a feature f_1 that has an exact match to a feature f_2 with class $f_2\text{Type}$ that is different from all type classes of f_1 .

```
# Incompatible Concept Matching
SELECT ?f1
WHERE { ?f1 a coom:Feature ;
         coom:match/rdf:type ?f2Type ;
         MINUS { ?f1 a ?f2Type . }
}
```

3.6 Similar Surface

During the distributed development the definition of matching relations may be incomplete. We introduce a very shallow and simple anomaly, that (nevertheless) is very helpful to exploit many missing matching relations. A similar surface for two features exists, when both features have similar/same names but a matching relation is missing. It is obvious, that a possible matching relation needs to be inserted manually by a knowledge engineer after an inspection of the anomaly.

Anomaly 6 (Similar Surface) We define two knowledge models M_1 , M_2 having features $f_1 \in M_1$ and $f_2 \in M_2$. There exists a similar surface for f_1 and f_2 , if

$$\neg \text{match}(f_1, f_2) \wedge \text{similar}(f_1, f_2).$$

The implementation of the function `similar` can vary from a very simple string comparison of the resource labels to a sophisticated resource matching algorithm. The ontology matching research offers a diverse range of methods that should be considered for the implementation of this anomaly measure [ES12].

The following SPARQL statement implements a simple version, where we query for features f_1 and f_2 that have an identical label literal.

Figure 8: The knowledge engineering tool KnowWE depicting the page for LinkedConcept. The turtle editor is open for property `coom:label`.

```
# Similar Surface
SELECT ?f1 ?f2
WHERE { ?f1 a coom:Feature ;
         coom:label ?label .
        ?f2 a coom:Feature ; coom:label ?label .
        FILTER (?f1 != ?f2)
        FILTER NOT EXISTS { ?f1 coom:match ?f2 }
}
```

4. Implementation

We implemented the described COOM ontology using the knowledge engineering tool KnowWE [BRP11]. The application KnowWE is a semantic wiki, that supports the distributed elicitation and maintenance of RDF(S)/OWL ontologies. It provides mechanisms to import existing ontologies and offers markups to create new ontologies by using Turtle syntax. Graphs can be queried with SPARQL statements. Ontology statements in Turtle markup are directly compiled into an ontology and can be accessed by inserted SPARQL queries, also via a web-service endpoint.

The screenshot shows the 'COOM Check Anomaly Feature' interface. At the top, there is a breadcrumb trail: 'Your trail: Main • DBike Main • LeftMenu • COOM Linked Concept • COOM Check Anomaly Feature • COOM Continuous Integration • COOM Bad Smells'. Below the breadcrumb, there are navigation options: 'Attach', 'Info', 'Edit Mode', 'Edit', 'More...', and a back arrow. The main content area is titled 'Check: Lonely Feature'. On the left, there is a sidebar with a 'COOM Main' section and a list of categories: 'Linked Concept', 'Product World', 'Features', 'Feature Attributes', 'Concrete Config', 'Relational Knowl', 'Conditions', 'Prices', 'Upper Resources', 'Information Syste', 'Knowledge Model', and 'Languages'. A 'Continuous Integration' status indicator is visible at the top left of the main content area. The main content area contains a description: 'A feature should be affiliated with at least one knowledge model (sales model, engineering model, etc.). The following query looks for lonely features that are not connected to any model.' Below the description is a text editor containing a SPARQL query:


```
%%sparql
SELECT ?feature_uri
WHERE {
  ?feature_uri a coom:Feature .
  MINUS { ?feature_uri coom:inModel ?model }
}
@name: check_lonely_feature
@showQuery: true
%
```

 At the bottom of the text editor, there are buttons for 'Save', 'Cancel', 'Delete', and 'Format'. The bottom of the interface shows 'coom' and 'Pac'.

Figure 9: Definition of anomaly Lonely Feature.

Figure 6 shows a part of the implementation, i.e., the KnowWE page of LinkedConcept with an open editor defining the related property `coom:label`. Among other features, KnowWE offers a rich set of tools for evaluating the knowledge bases. That way, various test types can be defined to inspect engineered ontologies. For a sustainable quality assessment, a continuous integration dashboard is integrated into KnowWE [BR11]. This dashboard runs a defined suite of tests every time, the knowledge has been changed. Detected errors or warnings are reported visually to the user. On the top left corner of Figure 6, we can see a green circle (followed by a link to "Continuous Integration"). In case of problems, this circle turns red and the user can inspect the dashboard report by just clicking on the corresponding link. In the context of this paper, we implemented—among others—the described anomalies as named SPARQL queries. Named SPARQL queries are easily added as a test into the test suite of the dashboard, for instance by demanding that the query should yield zero results. By using a semantic wiki and a standard query language for the definition of anomalies, new experience knowledge with respect to quality assessment can be easily added to the system. In Figure 7 we see the definition of the anomaly Lonely Feature as a named SPARQL query. The query is used in the definition of the dashboard in Figure 8 demanding that there should be zero results for this query.

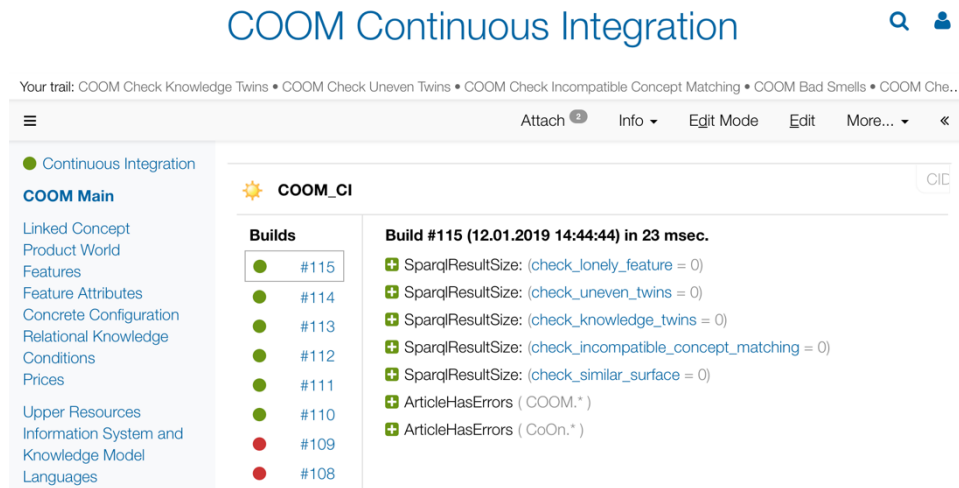


Figure 10: The continuous integration dashboard of the semantic wiki KnowWE.

5. Conclusions

The quality assessment of distributed knowledge bases has many application areas. In this paper, we introduced configuration and production of industrial goods as an interesting application domain, where distributed knowledge bases are already developed and maintained over the past decades.

We introduced the ontology schema COOM (Configuration Objects Ontology Model), that builds on the standard knowledge organization system SKOS and is itself extensible. Furthermore, we showed how COOM can be implemented in a distributed knowledge ecosystem. In the past, general approaches of knowledge-based configuration [Fe14] were introduced. In comparison, the proposed ontology introduces concepts and constraint types that are tailored to the use in the manufacturing industry and sketches an approach of distributed quality assessment.

Experience-based evaluation of such knowledge bases becomes more important these days. We introduced a number of design anomalies, that can be implemented by standard technologies, such as SPARQL, ShEx, and SHAQL. By using these standard languages, the declarative extension of an experience-based anomaly library is a feasible task. This is similar to previous works. For instance, in [Ro12] the authors use SPARQL queries to detect anti-patterns.

At the moment, the implementation in KnowWE only considers tests defined by SPARQL queries. Albeit very powerful, this mechanism is burdensome for creating

many (rather simple) anomalies. Therefore, we are planning to integrate an implementation of ShEx and SHAQL into KnowWE and its quality dashboard in the future. We expect to simplify the definition of experience-based evaluation knowledge even further.

Furthermore, we are planning to implement a more comprehensive library of anomalies based on the possibilities of ShEx, SHAQL, and SPARQL. Having a representative set of anomalies with a reference implementation we will be able to gain more public interest.

References

- [Ba11] Baumeister, Joachim: Advanced Empirical Testing. *Knowledge-Based Systems*, 24(1):83–94, 2011.
- [BC99] Boswell, Robin; Craw, Susan: Organizing Knowledge Refinement Operators. In: *Validation and Verification of Knowledge Based Systems*. Kluwer, Oslo, Norway, pp. 149–161, 1999.
- [BR11] Baumeister, Joachim; Reutelshoefer, Jochen: Developing Knowledge Systems with Continuous Integration. In: *i-KNOW 2011: 11th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies*, short paper. ACM ICPS, Graz, Austria, 2011.
- [BRP11] Baumeister, Joachim; Reutelshoefer, Jochen; Puppe, Frank: KnowWE: A Semantic Wiki for Knowledge Engineering. *Applied Intelligence*, 35(3):323–344, 2011.
- [BS10] Baumeister, Joachim; Seipel, Dietmar: Anomalies in Ontologies with Rules. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 8(1):55–68, 2010.
- [CRVB09] Corcho, Oscar; Roussey, Catherine; Vilches Blazquez, Luis Manuel: Catalogue of Anti-Patterns for formal Ontology debugging. In: *AFIA 2009*. Hammamet, Tunisia, p. 11, May 2009.
- [ES12] Euzenat, Jérôme; Shvaiko, Pavel: *Ontology Matching*. Springer, Berlin, 2nd edition, 2012.
- [Fe14] Felfernig, Alexander; Hotz, Lothar; Bagley, Claire; Tiihonen, Juha: *Knowledge-based Configuration: From Research to Business Cases*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 1 edition, 2014.
- [FH10] Fürber, Christian; Hepp, Martin: Using SPARQL and SPIN for Data Quality Management on the Semantic Web. In (Abramowicz, Witold; Tolksdorf, Robert, eds): *Business Information Systems*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 35–46, 2010.
- [Ho04] Horrocks, Ian; Patel-Schneider, Peter F.; Boley, Harold; Tabet, Said; Grosz, Benjamin; Dean, Mike: , SWRL: A Semantic Web Rule Language - Combining OWL and RuleML, W3C Member Submission . <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>, May 2004.
- [Ko14] Kontokostas, Dimitris; Westphal, Patrick; Auer, Sören; Hellmann, Sebastian; Lehmann, Jens; Cornelissen, Roland; Zaveri, Amrapali: Test-driven Evaluation of Linked Data Quality. In:

Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web. WWW '14, ACM, New York, NY, USA, pp. 747–758, 2014.

[La17] Labra Gayo, Jose Emilio; Prud'hommeaux, Eric; Boneva, Iovka; Kontokostas, Dimitris: Validating RDF Data. Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology. Morgan & Claypool Publishers LLC, sep 2017.

[Pr94] Preece, Alun D: Validation of Knowledge-Based Systems: The State-of-the-Art in North America. The Journal for the Integrated Study of Artificial Intelligence, Cognitive Science and Applied Epistemology, 11, 1994.

[PS94] Preece, Alun; Shinghal, Rajjan: Foundation and Application of Knowledge Base Verification. International Journal of Intelligent Systems, 9:683–702, 1994.

[Ro12] Roussey, Catherine; Corcho, Oscar; Šváb Zamazal, Ondřej; Scharffe, François; Bernard, Stephan: SPARQL-DL Queries for Antipattern Detection. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Ontology Patterns - Volume 929. WOP'12, CEUR-WS.org, Aachen, Germany, Germany, pp. 85–96, 2012.

[SK94] Smith, Suzanne; Kandel, Abraham: Verification and Validation of Rule-Based Expert Systems. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, 1994.

[VC99] Vermesan, Anca; Coenen, Frans: Validation and Verification of Knowledge Based Systems. Theory, Tools and Practice. Kluwer Academic Publisher, 1999.

[Vr10] Vrandečić, Denny: Ontology Evaluation. PhD thesis, AIFB, KIT Karlsruhe, Germany, 2010.

[W309] W3C: SKOS Simple Knowledge Organization System Reference: <http://www.w3.org/TR/skos-reference>, August 2009.

[WL02] Wu, Chih-Hung; Lee, Shie-Jue: KJ3 – a tool assisting formal validation of knowledge-based systems. International Journal of Human-Computer Studies, 56(5):495–524, 2002.

3.5 Good practice for integrating experience management into the every-day life of organisations.

Edith Maier³⁸ and Ulrich Reimer³⁹

Abstract: The paper discusses the results of extensive interviews to find out if and how companies these days actually manage experience-based knowledge. The study builds on the findings of a previous survey which showed that experience was still considered a valuable resource in times of digital change but rarely managed systematically. Trust and mutual respect as well as good leadership emerge as essential for successfully integrating the exchange and transfer of lessons learned. The good practice examples selected also show that embedding the capture, provision and reuse of knowledge into daily work processes is primarily a question of organizational culture rather than tools.

Keywords: experience management, tacit knowledge, lessons learned, organizational culture, good practice, learning organization

1. Introduction

In a recent paper we concluded that “experience and lessons learned will continue to play an essential role in the face of digital change because they are the foundation for as well the source of sound judgement and problem solving” [MR18].

Our conclusion was based on the results of a survey conducted under the aegis of METIS, the European Institute of Experience and Management⁴⁰, to find out if and how managers in the German-speaking countries actually documented, exchanged, managed and maintained experience-based knowledge [Ma16]. The survey was complemented by a wide-ranging literature search which focused largely on German publications, but also included relevant works from the Anglo-Saxon world, e.g. [BH16], [DW15], [FO17].

Although both the survey and the literature review showed that experience-based knowledge was still considered as a valuable resource, digital change had shifted the focus from products to customers. This implies new roles for employees such as supervising machines and processes and assessing data analysis results, whilst at the same time, digital transformation opens up new opportunities for implementing solutions for capturing, exchanging and preserving lessons learned. As a result, it was concluded that sup-

³⁸ University of Applied Sciences St. Gallen, Switzerland, edith.maier@fhsg.ch

³⁹ University of Applied Sciences St. Gallen, Switzerland, ulrich.reimer@fhsg.ch

⁴⁰ https://www.rfh-koeln.de/forschung-projekte/metis/index_ger.html

port could be offered that was both context-aware and situation-specific. For this purpose, we suggested that organizations might use technologies such as information extraction from texts, process mining and text mining as well as new interfaces e.g. ones based on natural language processing such as chatbots.

We also argued that to be accepted a solution should be integrated closely with project and workflow management and should not require any additional effort. Besides, methods will have to provide added value e.g. in terms of facilitating troubleshooting in case of failures or preventing problems in the first place. Only then, so we assumed, would companies be able and willing to tap the full potential of tacit knowledge for value creation.

To test these assumptions in real-life, we asked a group of master students to have a closer look at a range of companies from different industries and of different sizes and carry out in-depth interviews with managers and employees. In this paper we present the preliminary results of this investigation.

In the following section, we discuss the methodological approach, define the most relevant concepts and briefly describe the context in which the companies are active. Section 3 presents the preliminary results including the major impacts of digital transformation according to the companies interviewed as well as the role of leadership and organizational culture when faced with the challenges posed by digital transformation. Section 4 focuses on two examples of good practice for fostering the effective conversion of tacit or experience-based knowledge into organizational knowledge and thus a valuable asset.

2. Methodological Approach

2.1 Definitions and concepts

We consider the concept of experience as closely related to terms such as good or best practice, lessons learned, tacit knowledge, knowledge-in-use. The management of experience can therefore be regarded as a special form of knowledge management and deals with methods and technologies suitable for collecting this type of knowledge from various sources and for documenting, sharing, adapting and distributing it. It also includes the organizational and social measures required to assure that these are integrated into business processes (see also [Be02]).

Lessons learned is one of the key concepts in our study – can be defined as experience distilled from projects that should be actively taken into account in future projects so as to reduce or eliminate the potential for mishaps or failures. Experience gained from lessons learned is a prerequisite for proper judgement, exception handling and problem

solving. Continuous and systematic experience management is therefore highly needed in digital work environments, even when there is a high degree of automation of (production) processes (see e.g. [Pe17], [PS15] or the IEC's White Paper Factory of the Future [IE15]).

As far as terms such as digitalization and digital change or digital transformation or Industry 4.0 are concerned, there is no consensus. For our study, we have adopted the one coined by [Bo15], namely "the change associated with the application of digital technology in all aspects of human society", the definition which is also the one adopted by Wikipedia.

We prefer the term "digital transformation" as opposed to "digitalization" because it shifts the focus away from the introduction of software and online platforms to include the development of new business models and optimizing internal processes [To18]. With the help of new technologies, new communication channels are also opening up for the exchange with customers. Digital transformation is therefore a change that affects people and their consumer behavior in addition to technology [Sc18].

The World Web Forum, the digital equivalent of the World Economic Forum, has also moved away from the term "digitalization" and embraced the buzzwords "leadership" and "transformation" [To18]. However, this does not mean that technologies no longer play a role. Rather, it indicates a shift towards an attempt to equip company managers with the right digital mindset. Digital change is therefore not the sole task of the IT department, but must be strategically defined at the top management level.

2.2 Interviews and documents

The interviews were carried out with representatives of Swiss companies as well as two companies based just across the border in Austria. According to the "Economiesuisse", the Association of Swiss Enterprises, Switzerland as the innovation world champion has the ability to successfully cope with the digital transformation process. This is confirmed by the "IMD World Digital Competitiveness Ranking 2018", where Switzerland occupies the fifth place, which is a great leap forward compared to 2017, when it ranked on place eight⁴¹. Currently, the USA is the leader followed by Singapore, Sweden and Denmark. The ranking is based on three main criteria: knowledge, technology and sustainability.

Switzerland is already a leader in some areas of digitalization, e.g. it has the highest density of smartphones in the world and internet bandwidth is also expanding rapidly.

⁴¹ See: www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/

Companies therefore benefit from an advanced technological infrastructure when confronted with new customer requirements, technological developments or regulations.

Prior to the interviews, the students carried out a literature review based largely on grey literature, i.e. internal reports or articles published in business or IT magazines since they found that very little scientific research has been published about how companies actually implement the management of experience-based knowledge. The literature review was used for identifying relevant categories for guiding and analyzing the interviews. The students selected seven companies which, based on the previous survey, boast an advanced degree of digitalization and therefore might offer examples of good practice. Their size ranges from fifteen to over 5000 employees and they are active in diverse industries including IT, telecoms, tourism, and mechanical engineering.

The interviews were conducted by two different groups of master students and lasted between one and two hours. One student group had a business studies background and comprised five members, the other group which consisted of four members had a more IT-oriented background. The former focused on investigating the role of experience-based knowledge in times of digital change and aimed at identifying the conditions and organizational prerequisites for successfully coping with the challenges of digital change in real-life settings. The IT-oriented students focused on new technologies that might be suitable for the provision and presentation of tacit knowledge in the field of mechanical engineering, e.g. to avoid and prevent errors or failures in the assembly process.

Apart from generic questions about the size, industry and main activities of a company, the questions were influenced by the findings of the previous survey [Ma16], especially the ones related to the methods that respondents considered useful and/or regularly used (see Figure 1).

As can be seen in Figure 1, many people-oriented methods such as succession planning, induction programs for new employees or mentoring are considered very useful, but in the “real world” it is the more formal methods such as written reports, meetings or professional or further training courses that tend to dominate. When asked for the reasons in follow-up interviews, lack of time and resources were cited most frequently [Sc16]. As a result, the implementation of measures for capturing and preserving employees' experience is often given low priority.

We assumed that the methods with the largest discrepancies between “useful” and “in regular use” were the most promising in terms of added value which is why we were particularly interested in learning if companies had any practical solutions for integrating new employees, succession planning, mentoring or moderated experience exchange. All of these require the capture and transfer of experience-based knowledge. Another question – inspired by [Sc16] – was how lessons learned and decision support could be integrated into organizational processes so as not require any additional effort on the part of employees/users.

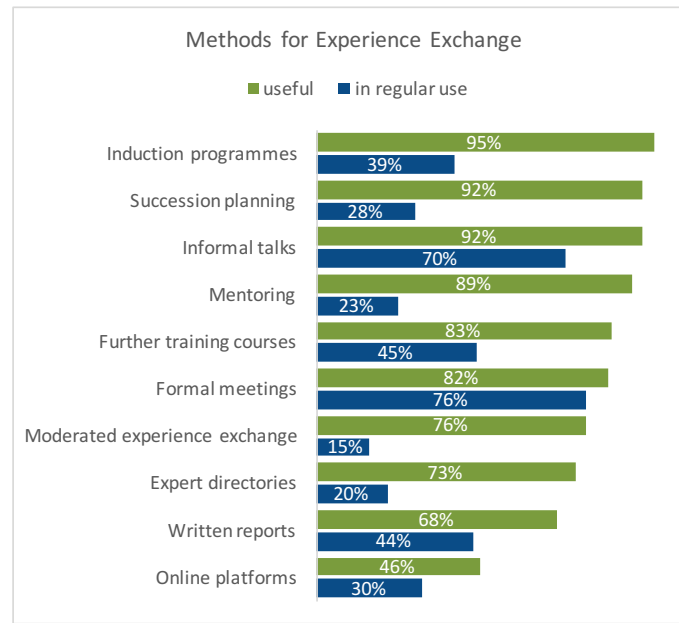


Fig. 7: Methods for the exchange of experience

3. Results Impacts of digital change on the management of experience

According to the interviewees, digital transformation has had the following major impacts on the management of knowledge in general:

- tremendous growth in information and data,
- increasing complexity,
- the resulting difficulty in making decisions,
- the emergence of new technologies and interfaces to support knowledge management.

The demand for decision support has been voiced by both staff and management. This finding is closely linked with the competencies that have been identified as crucial when confronted with new challenges brought about by digital change, namely

- the ability to cope with complexity and

- the willingness to deal with changes proactively.

There is a general consensus that an organizational culture tolerant of failures, trust and mutual respect between management and employees and a willingness to learn and adapt to new environments are essential for coping with the above-mentioned challenges. These traits are typical for so-called “learning organizations” [PMJ04]. According to North [No16] a learning organization requires combining individual with organizational learning cycles. Organizational learning is a cumulative process and implies taking into account the lessons learned from previous projects, recognizing potential for improvement and finding new strategies for solving problems [AS99], [La10], [Va15]. Learning organizations are characterized by agile and dynamic processes which help them to adapt smoothly to external circumstances and changing requirements.

With regard to the management of knowledge, this translates into a company’s ability to learn from experience and make use of it in future projects and decision-making. Corporate culture, leadership and the attitude and skill profiles of employees have emerged as the decisive factors that influence how experience is managed. Figure 2 illustrates the impacts of digital change on the factors that influence the management of experience-based knowledge.

Opinions diverged somewhat when it came to the role of leadership, incentives and the potential or usefulness of tools. On the one hand, KM may thrive in a company with a hierarchical structure and strong leadership, where the CEO often acts as the main driver. On the other hand, in a democratically organized company where many employees work from home, staff may routinely exchange their lessons learned without being instructed to do so by their managers.

As far as incentives are concerned, most respondents agreed that these should be exercised in terms of immaterial rewards such as recognition, e.g. in terms of stars or points, or respect, e.g. gaining the status of expert, rather than money. Even in companies characterized by clear hierarchies, a knowledge-sharing culture could not be imposed top-down. Instead it was felt that the leadership or CEO should act as an example to encourage the exchange of knowledge.

With regard to the use of tools, the students found that most interviewees were familiar with new technologies such as augmented and virtual reality, machine learning, new interfaces controlled by gestures or natural language. However, on the whole they did not consider or employ them for capturing, (ad-hoc) presenting or sharing knowledge. Only some companies in the mechanical engineering field are actually making use of augmented reality applications in the framework of training activities.

The students identified two companies that could be regarded as good practice examples, namely Meusburger GmbH and Haufe umantis. What is particularly interesting is the fact that the two companies illustrate two opposite ends when it comes to IT affinity. In

the following paragraphs we discuss in more detail how they go about capturing experience-based knowledge.



Fig. 8: The impacts of digital change on experience management

4. Good practice examples

The *Meusburger Group* is a leading international manufacturer of high-quality products for die, mould, jigs and fixtures construction. It has 1550 employees, an annual turnover of 291 million euros and 18500 customers world-wide. As a part of the Meusburger Group, the Meusburger company based in the Rhine valley is the market leader in the field of high-precision standard parts.

In the last 20 years, the company has developed a knowledge-oriented management method, the so-called WBI method for improving the integration of knowledge into daily routines (WBI is the abbreviation for the German phrase “Wissen besser integrieren”). The WBI approach consists of content (WiDoks) such as workflows, guidelines, documentations, training documents etc. as well as software (WMS). The aim has always been that both should be suitable for everyday use and applicable in any industry. The company has defined clear criteria for evaluating which knowledge is valuable to a company and thus worth collecting, sharing and saving for the long term [Su18].

WiDoks are stored in a knowledge database and can be accessed around the clock, which ensures that all employees including sales representatives have access to the information they need for successfully accomplishing their tasks. Every employee can create and edit a new document or upload an existing document in Word, Excel, PowerPoint or PDF

format. He or she then becomes the owner of the WiDok and is responsible for regularly updating it. The CEO actively encourages staff to document knowledge that is considered valuable and keeps track of all WiDoks. The quality is thus assured by the management itself and by peer review since colleagues (potentially) interested by a particular WiDok are expected to read them as soon as it has been published and provide feedback [Me18].

New employees are given access before they actually start working at the company. As a result, they are already familiar with a lot of the processes and tasks associated with their jobs and are better able to cope with incidents or questions that may arise in the actual daily business. Employees are motivated to share their knowledge and lessons learned because this is seen as beneficial and is rewarded by recognition and respect. For example, those who manage and maintain a certain number of high-quality knowledge documents gain the award of a “Content Manager”. Owners of knowledge documents are held in high esteem which leads to an organizational culture where experience-based knowledge is quickly translated into organizational knowledge and helps facilitate decision-making.

Recently, Meusbürger started to offer their WMS software and method to their existing clients and new customers. Quite often the former realized in the course of their dealings with Meusbürger that they also might benefit from systematically integrating knowledge management into their daily routines. Some customers also see it as a way to comply with certain ISO requirements concerning the documentation of internal know-how. The size of WBI client companies ranges from 20 to 300 employees. They are active in a variety of industries including healthcare, financial services and manufacturing. Their feedback is integrated into the further development of the WMS software, e.g. the latest update is able to display which user(s) are working on a particular document.

The *umantis AG* was founded in 2000 in St. Gallen and is a spin-off of the University of St. Gallen (HSG) and the Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH). In 2012, the IT pioneer became part of the Haufe Group which is a leading provider of digital workplace solutions and services as well as training and further education. Today Haufe-umantis has about 150 employees based in St. Gallen and is one of the leading European providers of talent management solutions and stands for democratic corporate management.

The Haufe Talent Management Solution aims at allowing an organization to concentrate on its most important goals and enabling the smooth cooperation between HR, management and employees. It is based on the philosophy that the greatest facilitators of long-term success are people who do the right thing.

At Haufe-umantis employees use the company’s own tools, for example the Instant Feedback App for sharing their daily work highlights or anecdotes. These may be accompanied by a picture and a short text. Since many employees work from home, this

application to a certain extent has come to replace the classic chats around the coffee machine. The company is currently working on a tool or platform with which employees can share their experiences with short videos. The content will then be automatically transcribed and annotated with metadata so later on one can search for particular sequences that may be of interest to other employees. The tool is expected to simplify and enhance the exchange of experience even more.

The talent management software can be compared to an expert directory and is used for closing skill gaps of employees by transferring them to colleagues with the appropriate skills or experience. In most cases this triggers a mentoring process or leads to an exchange of knowledge between colleagues. The system also supports swarm intelligence since employees tend to have many skills apart from the ones required for their jobs, e.g. a command of foreign languages. By including these in the directory, the pool of expertise is enlarged by skills that would otherwise lie fallow.

5. Conclusions

Both companies that have been selected as good practice examples confirm that trust and mutual respect are essential for successfully integrating the exchange and transfer of lessons learned. If these are missing, managers might call for compulsory checks or even sanctions, for example when employees fail to document relevant know-how as consultants from Meusburger found out when advising clients on how to introduce their WBI approach. The examples also show that embedding the capture, provision and reuse of knowledge into daily work processes is primarily a question of organizational culture rather than tools.

Still, the new technological trends associated with digital change such as process mining or conversational interfaces do offer new opportunities of externalizing tacit knowledge and recording of experience as exemplified by Haufe umantis. Managers will therefore need an open mind towards new technologies emerging with digital change so as to be able to harness them for value creation. However, our investigation has – once again – shown that there is no secret recipe for effective transformation, but that each company must find its own individual path.

References

- [AS99] Argyris, C.; Schön, D. A.: Die lernende Organisation. Grundlagen, Methode. In Praxis, 1999, 2.
- [Be02] Bergmann, R.: Experience management: Foundations, development methodology, and internet-based applications. Springer-Verlag, 2002.
- [BH16] Birkinshaw, J.; Haas, M.: Increase your return on failure. In Harvard Business Review, 2016, 94; pp. 88–93.

- [Bo15] Bounfour, A.: Digital Futures, Digital Transformation: From Lean Production to Acceluction. Springer, 2015.
- [DW15] Duffield, S.; Whitty, S. J.: Developing a systemic lessons learned knowledge model for organisational learning through projects. In International journal of project management, 2015, 33; pp. 311–324.
- [FO17] Frey, C. B.; Osborne, M. A.: The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? In Technological Forecasting and Social Change, 2017, 114; pp. 254–280.
- [IE15] IEC: The Factory of the Future. White Paper. <http://webstore.iec.ch/publication/23389>.
- [La10] Lampel, A.: Der handlungstheoretische Ansatz: Die lernende Organisation nach Argyris/Schön. GRIN Verlag, 2010.
- [Ma16] Maier, E. et al.: Experience – the neglected success factor in enterprises? In (Krestel, R.; Mottin, D.; Müller, E. Eds.): Proceedings of the Conference “Lernen, Wissen, Daten, Analysen”. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 1670, 2016.
- [Me18] Meusburger, G.: Unternehmensführung mit Wissensmanagement. Alpina Druck, 2018.
- [MR18] Maier, E.; Reimer, U.: Digital Change—New Opportunities and Challenges for Tapping Experience and Lessons Learned for Organisational Value Creation. In (North, K.; Maier, R.; Haas, O. Eds.): Knowledge Management in Digital Change. Springer, 2018; pp. 83–95.
- [No16] North, K.: Wissensorientierte Unternehmensführung: Wissensmanagement gestalten. Springer-Verlag, 2016.
- [Pe17] Peinl, R.: Knowledge Management 4.0 - Lessons Learned from IT Trends Knowledge Management), Karlsruhe, Germany, April 5-7, 2017. In (York Sure-Vetter; Stefan Zander; Andreas Harth Eds.): Proceedings 9. Konferenz Professionelles Wissensmanagement (Professional Knowledge Management), CEUR Workshop Proceedings, Vol.1821, 2017; pp. 112–117.
- [PMJ04] Pérez López, S.; Manuel Montes Peón, J.; José Vázquez Ordás, C.: Managing knowledge: the link between culture and organizational learning. In Journal of knowledge management, 2004, 8; pp. 93–104.
- [PS15] Pfeiffer, S.; Suphan, A.: Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Working Paper, 2015.
- [Sc16] Schellhammer, F.: Stellenwert und Bewertung von Erfahrung in Unternehmen. Master Thesis, 2016.
- [Sc18] Schuldt, C.: Ein neuer Blick auf Digitalisierung. In (Zukunftsinstitut

- GmbH Ed.): HANDS-ON DIGITAL, 2018.
- [Su18] Sutter, A.: Wissen, der vierte Produktionsfaktor: Die Bedeutung von Wissensmanagement für den Unternehmensalltag. In wissensmanagement, 2018.
- [To18] Torcasso, D.: Im Silicon Valley redet niemand von Digitalisierung. Worldwebforum. In Handelszeitung, 2018, 2018.
- [Va15] Vahs, D.: Organisation: Ein Lehr- und Managementbuch. Schäffer Poeschel, 2015.

3.6 Cognition and experience of employees in digital work environments.

Michael Leyer^{42,43} and Jürgen Strohhecker⁴⁴

Abstract: Digital work environments are changing the learning experiences for employees. We provide an explanation on how the mechanisms of cognition and experience are connected and affected. First-order learning is reduced by machines which negative effects for second-order learning of employees. The analysis is a first step towards balancing digital support and experiences.

Keywords: Cognition, Digitisation, Decision Making, Decision Support, Experience, Learning

1. Introduction

Controlling dynamic systems is an important part of many jobs in organisations. In increasingly digitalised work environments, more and more control tasks are supported by algorithms, automated things or machines using algorithms [Xi12]. Digital work environments are typically characterised by human-machine-interactions with human decision making and task execution supported by machine pre-processing of information. Higher order control, that is, decision making related to strategic and innovative aspects, however, is still mostly executed by human managers. Hence, work procedures for employees are expected to change [FS16]. However, it is not understood quite well, how employees will react [BZG10] and how their possibilities to build experience are affected.

One important perspective is how employees are able to improve processes or to come up with innovations. With pre-processing of data taken over by machines, employees will conduct first order control less comprehensively. They are in danger of missing opportunities to accumulate knowledge about the dynamic system and how to control and improve it. Building a sufficient knowledge base is important as digitally supported

⁴² University of Rostock, Institute for Business Administration, Ulmenstrasse 69, 18057 Rostock, michael.leyer@uni-rostock.de

⁴³ Queensland University of Technology, School of Management, 2 George St, Brisbane QLD 4000

⁴⁴ Frankfurt School of Finance & Management, Management Department, Adickesallee 32-34, 60322 Frankfurt, j.strohhecker@fs.de

task execution is focussed on operational efficiency, but not on adaption to changing environments (i.e., innovation). Such second order control typically has to be conducted by humans. However, it is hampered by an fragmentary experience and knowledge base of employees whose first-order control loop is weakened in digital work environments. Hence, the research question of this article is, whether weaknesses in innovation and improvement can theoretically be traced back to deficits in first-order learning in digital work environments. In order to answer the research question, we adopt the well-established dynamic decision making theory IBLT (instance-based learning theory) to develop a theoretical model experience building via first and second order control. We apply this model to digital work environments to show that important learning steps are weakened by partially automating first order control. We discuss the consequences for second order control. Therefore, the model is intended to help understanding the role of experience in digital work environments to ensure both productivity and innovation.

2. Digital work environments

Digital work environments are characterised by software taking over at least pre-processing tasks so that employees can make better and/or faster decisions and task execution is improved, thus creating digital work systems [LRS19]. Such systems are characterised by a fixed operational design within defined parameters. Improving procedures or innovations in the overall processes such digital systems are embedded in, are typically up to human employees [OK03]. This has been e.g. recognised by Toyota who realised that their productivity was decreasing as automated environments didn't develop in line with changes [Bo18]. These environments are optimised environments as part of overall value chains that are not optimal anymore in case of changes.

3. Instance-based learning theory

Adequately executing corrective action in dynamic systems over a certain time period requires individuals to follow a decision-making and learning process that involves a series of single decisions and observations of the related outcomes (e.g. [DS94]). IBLT [GLL03] builds on the dynamic control concept and describes this process as a continuous, closed learning loop whose main steps include recognition, judgment, choice, execution, and feedback. Within recognition, a decision maker tries to characterise the situation initially and to find prior experience in terms of instances consisting of a similar situation, the decision made, and the perceived utility (SDU). In addition, and especially when no similar SDUs are recognised, the situation has to be analysed in more detail regarding cause-and-effect relations, goals, environmental cues, instructions, heuristics, etc. In the judgment phase, a decision maker can either use relevant SDUs and/or has to estimate, based on the recognised and assumed characteristics of the decision situation,

which decision is most suitable. This includes forming hypotheses, prognosing, and planning [DS94] and often follows heuristic rules. For the choice that follows, IBLT proposes an “intermediate strategy between the optimising and satisficing strategies of choice” [GLL03]. Based on the ranking of options, the current best one is executed. As a result, the system state is changed and – typically with a delay – perceived and processed by the decision maker. IBLT suggests that an individual’s experience base consists largely of a collection of SDUs that are stored in memory. Processing feedback information involves updating of SDU instances – specifically, changing their utility values [GLL03]. In the case of better (poorer) outcomes than originally projected, utility is upgraded (downgraded).

4. Double-loop learning: Adaptation and Innovation

Experience can be gathered by employees in digital workplaces according to two sources [Ar76]. First-order learning occurs when employees or machines make their decisions to change a system, observe the outcome in the system and learn how their actions are influencing the system towards their intended state (Figure 1). Such learning however never questions the underlying experience (consisting of SDUs, a mental model of the dynamic system and heuristics or methods). Second-order learning changes the experience base due to the instance based learning process. This type of learning is essential to rethink the basic assumptions and to adapt to changes of the environment. In the context of work environments such second-order learning refers to improvements and innovation. The instance-based learning process described in section 3 combines both learning loops as the instances created from both sides are used to make decisions in the workplace.

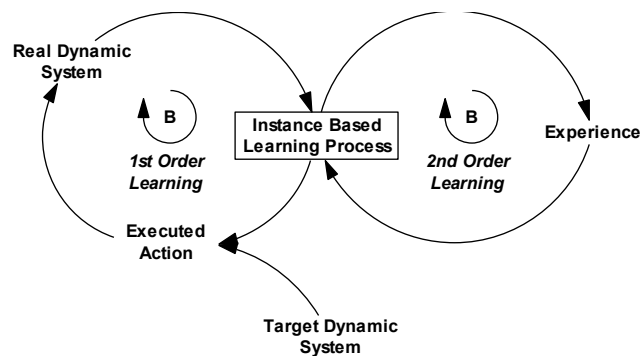


Fig. 9: Interaction instance-based learning process and double-loop learning

5. Experience and mental models

According to instance-based learning theory, experience is built while decision making by employees in the workplace. We suggest extending IBLT's concept of experience base beyond the collection of SDUs in three regards. First, we propose to add an element that captures the structure of the dynamic system (S) to the triplet of situation, decision and utility (SDU). This seems important, as even in dynamic systems of rather low complexity the current situation needs to be described by both system states and relations between these states. Second, we suggest to extend IBLT's perspective beyond instances and also include a component that we call mental model of a dynamic system (MMDS). Following a classic definition, a MMDS describes subjectively perceived "representation of causal factors and how they relate to each other" [SG14, p. 567]. An individual can develop a mental model by subjectively observing an environment to understand the relations between elements in a system [GW11]. Third, we suggest to explicitly add heuristics (or methods) to the experience base. Heuristics represent rules (of thumb) that are typically used in the judgement and choice stage, for instance, select the first SSDU that delivers a utility above a threshold and execute it. They can also represent more complex decision-making strategies such as the order-up-to rule known in operations management. Hence, experience encompasses a collection of SSDUs, a MMDS, and a set of heuristics/methods.

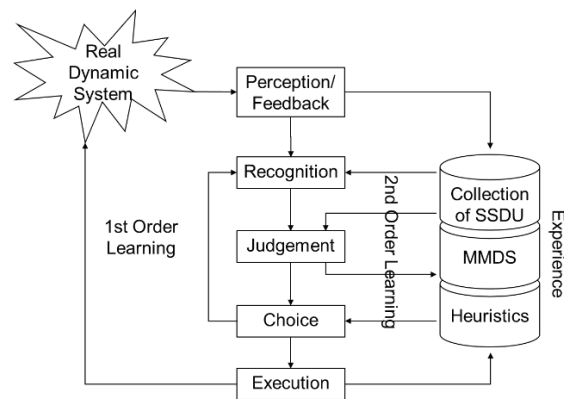


Fig. 10: Adapted IBLT (SSDU: Mental representation of system structure, situation, decision, and utility, MMDS: Mental model of (the structure of) a dynamic system)

In digital work environments, as described, machines typically take over the recognition of the environment and the judgement in form of gathering data by sensors and providing analyses. Employees have the role of choosing options for decision making in operational tasks as well as improvement and innovation in such an environment. Feedback is also gathered by the sensors of machines. Hence, both machines and employees build a memory of SSDUs. However, the memory of employees is missing experiences from the

recognition, judgement and feedback phase done by machines. This has a negative influence on building adequate mental models among employees. Such mental models mainly include the relationships of machines and employees in terms of the workflow of orders. They allow employees to understand how everything is connected in the workplace to fulfil customer needs, i.e. how to best create customer outputs efficiently. These then incomplete and inaccurate mental models lead to employees not being able to conduct improvement and innovation activities sufficiently. This is nevertheless important as digital machines can have self-learning algorithms, but are limited to improving an operational work task. The overall connection of these tasks in processes and their change is up to humans which need experiences from the whole processing cycle to come up with ideas.

6. Implications, Limitations and Outlook

The model is a first attempt to understand the importance of experience of employees with operational work tasks in digital work environments. It enhances IBLT by integrating single- and double-loop learning and by describing the interaction between machines and humans. The model provides an explanatory foundation why mental models of employees are inaccurate when certain steps of executing and analysing operational tasks are automated and employees have no transparency how the underlying algorithms work.

Hence, employees will more likely lack an understanding of the work processes to be able to improve processes and come up with innovations. Organisations should thus be careful in increasing the degree of automation too much. Digital machines should support employees in executing operational tasks while allowing for more control by employees. Employees need to be empowered by this rather than become slaves of the machines.

Limitations of our model are that it is purely theoretical without providing empirical evidence. Future work should focus on analysing designs of digital workplaces that support employees (degree of automation, understanding of algorithms) but still allow for a sufficient gathering of experiences. In order to do this, a formal representation of our concept (e.g. as a system dynamics model) is helpful. Based on such a representation, experiments can be designed to empirically test the theory in exemplary work environments. Experimental conditions can vary the extent of computers taking over tasks as described and the performance of subjects in managing production environments can be compared to determine the impact of experience on performance.

References

[Xi12] Xia, F., Yang, L.T., Wang, L., Vinel, A.: Internet of things. *International Journal of*

- Communication Systems 25, 1101-1102 (2012).
- [BZG10] Bitner, M.J., Zeithaml, V.A., Gremler, D.D.: Technology's impact on the gaps model of service quality. In: Maglio, P.P., Kieliszewski, C.A., Spohrer, J.C. (eds.) *Handbook of Service Science*, pp. 197-218. Springer, New York (2010).
- [Bo18] Bork, H.: Humanizing the auto industry. *Think:Act Magazine* 26, 52-58 (2018).
- [FS16] Ferretti, M., Schiavone, F.: Internet of things and business processes redesign in seaports. The case of Hamburg. *Business Process Management Journal* 22, 271-284 (2016).
- [LRS19] Leyer, M., Richter, A., Steinhüser, M.: Empowering shop floor workers with ICT. The role of participative designs. *International Journal of Operations and Production Management* (forthcoming).
- [OK03] Oliva, R., Kallenberg, R.: Managing the transition from products to services. *International Journal of Service Industry Management* 14, 160-172 (2003).
- [DS94] Dörner, D., Schaub, H.: Errors in Planning and Decision-making and the Nature of Human Information Processing. *Applied Psychology* 43, 433-453 (1994).
- [GLL03] Gonzalez, C., Lerch, J.F., Lebiere, C.: Instance-based learning in dynamic decision making. *Cognitive Science* 27, 591-635 (2003).
- [Ar76] Argyris, C.: Single-loop and double-loop models in research on decision making. *Administrative Science Quarterly* 21, 363-375 (1976).
- [SG14] Schaffernicht, M.F.G., Groesser, S.N.: The SEXTANT software. A tool for automating the comparative analysis of mental models of dynamic systems. *European Journal of Operational Research* 238, 566-578 (2014).
- [GW11] Gary, M.S., Wood, R.E.: Mental models, decision rules and performance heterogeneity. *Strategic Management Journal* 32, 569-594 (2011).

3.7 Die Wissensstafette als bewährte Transfermethode bei Fach- und Führungswechseln

Angelika Mittelmann⁴⁵

Abstract: Für Unternehmen wird es immer wichtiger und gleichzeitig schwieriger, das erfolgskritische Erfahrungswissen ausscheidender MitarbeiterInnen zu erhalten. Dies ist im Wesentlichen auf vier Faktoren zurückzuführen: der voranschreitende demografische Wandel, die rasche Zunahme des Wissens und seine steigende Komplexität, die Digitalisierung der Arbeitsprozesse und die Globalisierung des Arbeitsmarkts. Für Organisationen und ihre MitarbeiterInnen müssen passende Formen gefunden werden, um das benötigte Wissen zu sichern und den Verbleibenden zur Verfügung zu stellen. Die Wissensstafette als Transfermethode liefert eine strukturierte Vorgehensweise, die sich flexibel an beliebige Transfersituationen anpassen lässt und rasch produktiv einsetzbar ist.

Keywords: Demografischer Wandel, Digitalisierung, Globalisierung, Wissensmanagement-Methode, Wissenstransfer, Wissensstafette, Erfahrungswissen

1. Motivation

Organisationen stehen immer wieder vor der Herausforderung, den reibungslosen Ablauf ihrer Geschäftsprozesse zu erhalten, wenn Schlüsselpersonen das Unternehmen verlassen. Selbst bei geplanten Personalveränderungen kann es passieren, dass benötigtes Wissen nicht mehr in der erforderlichen Qualität und Tiefe zur Verfügung steht. Die Folge ist eine unvollständige, veraltete oder fehlerhafte Wissensbasis, was bei den betroffenen Mitarbeitern zu Mehrarbeit (82 %), falscher Aufgabenerfüllung (69 %) und Fehlentscheidungen (66 %) führt. Ganz zu schweigen von der Demotivation (53 %) der Betroffenen, die mit dieser unbefriedigenden Situation einhergeht [Ha14].

Wissensverlust führt auch zu einer Reduktion der Innovationsfähigkeit der Organisation. Besonders bei großen Organisationen mit einer langen Geschichte entstehen Innovationen durch eine neue Art der Anwendung von altem Wissen. Der Verlust von kritischem Wissen und Know-How kann bedeuten, dass die Organisation die Fähigkeit verliert, die nächste Produktgeneration zu entwickeln und produzieren.

⁴⁵ Gesellschaft für Wissensmanagement (Beirat), Im Tal 9, 4040 Linz, angelika.mittelmann@artm-friends.at

Sogar radikale Innovationen, die zu Produktivitätssprüngen führen, basieren oft auf über geraume Zeit entwickelten Fähigkeiten einer Organisation. Als beispielsweise Boeing 2004 beschloss, den Dreamliner 787 zu bauen, konnte dieses komplexe Vorhaben nur mit Hilfe des über lange Jahre entwickelten Wissens ihrer erfahrensten Ingenieure zu einem Erfolg geführt werden [LSB15, S. 14-15].

Oft reicht auch die Zeit für den notwendigen Wissenstransfer nicht mehr aus oder es fehlen entsprechende Instrumente, um einen effizienten und erfolgreichen Wissenstransfer zu unterstützen. In der Folge steigt das Fehlerrisiko [LP16, S. 36]. Das Fatale an dieser Situation ist, dass dies je nach Komplexität der Prozesse nicht sofort, sondern zeitverzögert offensichtlich wird. Maßnahmen zur Gegensteuerung werden daher erst spät, oft zu spät ergriffen.

Eine weitere Herausforderung, der Organisationen in Mitteleuropa vermehrt gegenüberstehen, ist, dass derzeit die große Gruppe der sog. Babyboomer das Rentenalter erreicht und die Unternehmen verlässt. Wenn Organisationen in der Vergangenheit nicht konsequent an ihrer Demografiefestigkeit gearbeitet haben, dann ist spätestens jetzt der Zeitpunkt gekommen, dies in Angriff zu nehmen. Eine wichtige Rolle bei der Steigerung der Demografiefestigkeit [B115], [K114] nimmt der (systematische) Wissenstransfer [Mi16] ein, der den Wissensverlust auch bei rascher Zunahme und steigender Komplexität des benötigten Wissens einzudämmen hilft.

Der rasche Wandel in der Arbeitswelt durch die Digitalisierung [LSB15], [Ap16], [P118] erfordert, dass erfolgskritisches Wissen möglichst effizient und vollständig transferiert wird, um den hohen Anforderungen digitalisierter Arbeits- und Produktionsprozesse zu genügen. Digitalisierte Geschäftsprozesse werden durch die steigende Durchdringung mit Informationstechnologien immer anspruchsvoller, vernetzter und komplexer [INH15]. Der Bedarf an Überblickswissen und das Verständnis über das Zusammenwirken aller Beteiligten im Wertschöpfungsprozess steigt [Ku14]. Dieses Wissen muss im Fall einer Wechselsituation bewahrt werden, um die Produktivität bzw. die Qualität des Service auf hohem Niveau aufrecht zu erhalten.

Nicht zuletzt möchten immer mehr Unternehmen ihre Geschäfte und Projekte von flexiblen, global agierenden Teams abwickeln lassen, um alle strategisch relevanten und rentablen Geschäftsoptionen realisieren zu können [HW14]. Für den Wissenstransfer kommt damit als weitere Komponente die interkulturelle Dimension in der Zusammenarbeit hinzu, die auch durch die steigende Anzahl von Beschäftigten mit Migrationshintergrund befeuert wird [EOR13, S. 25].

Um unter diesen Umweltbedingungen vor geschäftsschädigenden Wissensverlusten geschützt zu sein, benötigen Organisationen adäquate Methoden für einen funktionierenden Wissenstransfer. Die nachfolgend beschriebene Wissensstafette ist eine Transfermethode, die viele dieser Anforderungen erfüllt.

2. Wissenstransferprozesse beim Stellenwechsel

Zum besseren Verständnis für die Entwicklung und Anwendung einer Wissenstransfermethode beim Stellenwechsel ist es hilfreich, die Wissenstransferprozesse in Wechsel-situationen genauer unter die Lupe zu nehmen. Grundsätzlich müssen die Beteiligten an einem Stellenwechsel miteinander in Interaktion treten, um überhaupt einen Wissenstransfer in Gang zu setzen. Die bekannte Wissensspirale [NT97] mit ihren vier Arten der Wissensumwandlung (Sozialisation (S), Kombination (K), Internalisierung (I), Externalisierung (E)) liefert eine gute Basis, um die Wissenstransferprozesse beim Stellenwechsel zu analysieren und kategorisieren [Dr06, S. 54].

Im Verlauf eines Stellenwechsels erfolgen unterschiedliche Arten von Wissensumwandlung je nach Form der Interaktion der Beteiligten, die direkten (K, E) oder indirekten Wissenstransfer (S, I) auslösen. Ausgehend von einem typischen Stellenwechsel, bei dem ein Stelleninhaber (Wissensgeber) von einem neuen Mitarbeiter (Wissensnehmer) rechtzeitig vor dessen Ausscheiden ersetzt wird, stellen sich die Wissenstransfer und Wissensumwandlungsprozesse ohne begleitende Wissenstransfermethode wie folgt dar (siehe

Abb. 11: Wissenstransferprozesse bei Stellenwechsel (in Anlehnung an [Dr06]):

Der primäre Wissenstransfer beginnt mit der direkten Zusammenarbeit zwischen Wissensgeber und Wissensnehmer. Der neue Mitarbeiter (WN) lernt von seinem Vorgänger (WG) durch das gemeinsame Tun, was seine Kernaufgaben sind, wie er zu den benötigten Informationen kommt und mit welchen anderen Stellen er wie zusammenarbeiten muss ((1) Sozialisation). Eine Wechselsituation nehmen Führungskräfte oft zum Anlass, um das geschäftsrelevante Wissen des WG besser zu bewahren. Je nach gewählter Strategie dokumentiert und speichert der WG sein Wissen in geeigneter Form und an passenden Stellen in der Organisation ((2) Externalisierung) und/oder er transferiert es durch Gespräche mit seinen Kollegen ((3) Sozialisation).

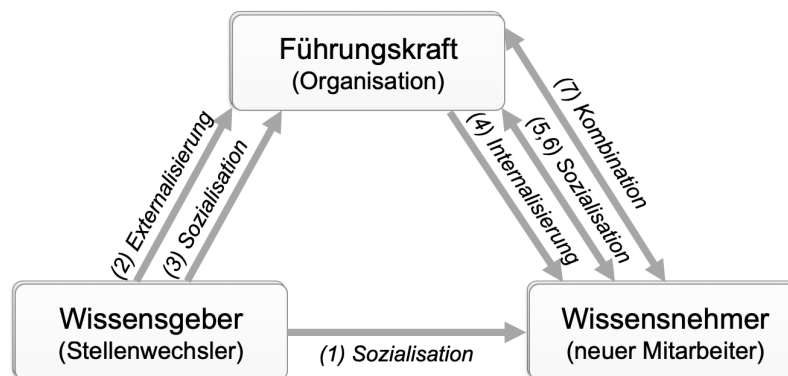


Abb. 11: Wissenstransferprozesse bei Stellenwechsel (in Anlehnung an [Dr06])

Der WN ergänzt sein Wissen über die Stelle bzw. Organisation durch die (4) Internalisierung der vorliegenden Dokumentation. Durch den laufenden (5) Sozialisationsprozess innerhalb der Organisationseinheit erhält er zusätzlich Anteile des impliziten Wissens seiner Kollegen. Andererseits wird der WG sein Erfahrungswissen an andere Mitarbeiter ebenfalls über diesen (6) Sozialisationsprozess indirekt weitergeben. Wenn er Anteile davon zunächst explizit macht und dann mit seinen neuen Kollegen weiterentwickelt, liegt die Wissensumwandlungsform der (7) Kombination vor.

Beim unbegleiteten Stellenwechsel kann es an einigen Stellen (insbesondere bei (1), (4) und (5)) zu Schwierigkeiten beim Wissenstransfer zwischen WG und WN kommen. Die Folge ist, dass der WN das benötigte Wissen nicht oder in unzureichender Qualität erhält. Die Probleme stellen sich wie folgt dar:

- (1a): Der WG ist bereit, sein Wissen mit dem WN zu teilen, es steht aber zu wenig Zeit zur Verfügung [Gl03]. Dies ist oft dadurch bedingt, dass der WN neben der Einschulung des WN die Arbeitsaufgaben nach wie vor selbst bewältigen muss.
- (1b): Der WG erachtet gewisse Anteile seines Wissens als wenig wertvoll, daher sieht er von einem Transfer an den WN bewusst ab [Su02, S. 113]. Möglicherweise sind dies aber genau die Anteile, die dem WN die Arbeitserledigung bzw. die Zusammenarbeit mit seinen Kollegen erleichtern würde.
- (1c): Dem WG fällt es schwer, sein Wissen zu explizieren. Je prozessgebundener das Wissen ist, desto schwerer fällt dem WG dessen Artikulation [Su02, ebenda]. Das hängt z.T. vom Bildungsgrad des WG und/oder vom Komplexitätsgrad des Arbeitsprozesses ab.
- (1d): Der WN hat Schwierigkeiten, das angebotene Wissen anzunehmen, weil ihm entweder Grundlagen für dessen Verständnis fehlen oder er keine Anknüpfungspunkte in seinen mentalen Modellen findet oder gar als unvereinbar mit seiner kognitiven Landkarte empfindet [Br09, S. 31].
- (4): Der WN hat (ähnlich (1d)) Schwierigkeiten, die Dokumentation zu verstehen [Br09, ebenda]. Wenn sich in der Organisation aus Zeit- oder Motivationsgründen niemand findet, die offenen Fragen des WN zufriedenstellend zu beantworten, ist das darin angebotene Wissen für den WN wertlos, weil er es nicht anwenden kann.
- (5): Der Sozialisationsprozess des WN innerhalb seiner neuen Organisationseinheit wird nur gut gelingen, wenn die Unternehmenskultur von Vertrauen, Offenheit und der Bereitschaft, sein Wissen gerne zu teilen, geprägt ist [Br09, S. 35].

Der Erfolg eines Wissenstransferprozesses hängt also zusammengefasst von den Fähigkeiten und der Bereitschaft aller Beteiligten sowie den geeigneten Rahmenbedingungen in der Organisation ab. Unter diesem Blickwinkel erscheint es sinnvoll, den Wissenstransferprozess professionell begleiten zu lassen, damit alle Beteiligten sich auf das Wesentliche, nämlich auf die Inhalte, konzentrieren können. Die Wissensstafette als Transfermethode kann hier gute Dienste leisten, weil bei ihrer Anwendung viele der

beschriebenen Probleme erst gar nicht auftreten [Mi11, S. 99], wie in den Lösungsstrategien nach der Methodenbeschreibung näher ausgeführt wird.

3. Die Methode

Die Wissensstafette ist eine Methode zur Unterstützung des Wissenstransfers bei Fach- und Führungswechseln. Von dieser Methodik gibt es mittlerweile eine Vielzahl von Varianten [Dü11, S. 96], zB Expert Debriefing [DH09], [Dü17] (Schaeffler), Transferwerk [Te11] (Salzgitter), Keep Experience [ND08] (Metro). In ihrer Ursprungsfassung wurde sie bei VW Coaching [HB03], [Gi06] entwickelt. Ihr Schwerpunkt liegt auf der systematisierten Weitergabe von Erfahrungs- und Prozesswissen vom Stelleninhaber an den oder die Nachfolger. In der Methode geschulte Begleiter führen den Übergabeprozess durch. Sie planen den Prozess, führen professionell alle damit zusammenhängenden Gespräche und dokumentieren deren Ergebnisse.

Die Anwendung der Methode durchläuft die drei Phasen Vorbereitung, Durchführung und Nachbearbeitung (siehe Abb. 12). Die Phasen Vorbereitung und Nachbearbeitung finden auf der organisationalen Ebene statt, die Durchführung auf der Team- bzw. individuellen Ebene. Die Durchführungsphase kann, für sich allein genommen, als Methode des persönlichen Wissensmanagements eingeführt werden, um Spontanaktivitäten bei Stellenwechseln möglichst zu vermeiden und die Organisation insgesamt in Richtung einer lernenden Organisation weiter zu entwickeln [Dü11, S. 95].

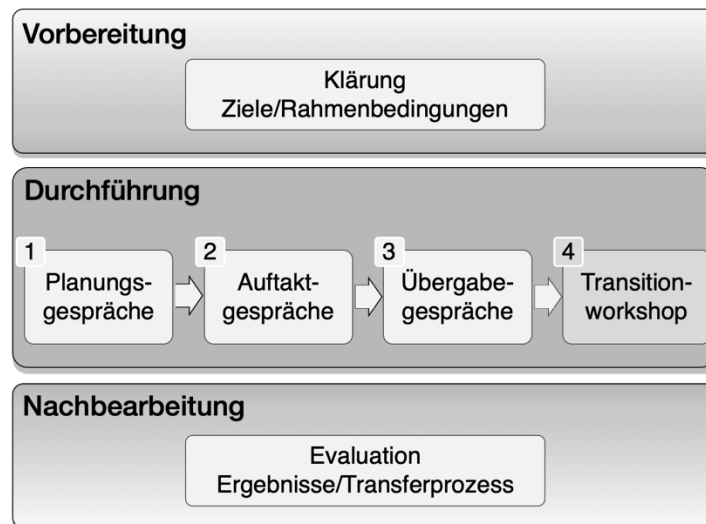


Abb. 12: Phasen der Wissensstafette

Die Führungskräfte, Stelleninhaber (Wissensgeber) und Nachfolger (Wissensnehmer) übernehmen jeweils spezifische Rollen in den einzelnen Phasen. Jede Methodenanwendung wird im Regelfall von zwei qualifizierten Begleitern durchgeführt. Einer der beiden Begleiter übernimmt die Aufgabe der Gesprächsmoderation und der andere die Dokumentation. Sehr geübte Begleiter sind in der Lage, beide Rollenanforderungen allein zu erfüllen.

Vorbereitung:

Zu Beginn dieser Phase gibt die Führungskraft den Begleitern bekannt, wer wann seine Stelle wechseln bzw. aus der Organisation ausscheiden wird [Dr06]. Gemeinsam beraten sie, bei welchen Stellenwechseln eine Wissensstafette zur Anwendung kommen soll. Grundlage für diese Entscheidungen ist, ob der Wissensgeber als Einziger über strategisch wichtiges Wissen und/oder langjährige Erfahrung in seinen Wissensgebieten verfügt. In beiden Fällen ist es ratsam, den gesamten Transferprozess zu durchlaufen [LP16].

Im Vorfeld der nachfolgenden Informationsgespräche muss die Führungskraft außerdem sicherstellen, dass die identifizierten Wissensgeber zu einem Wissenstransfer bereit sind. Sollte dies nicht der Fall sein, ist von der Anwendung einer Wissensstafette dringend abzuraten. Es müssen andere Mittel und Wege gefunden werden, um das erfolgsrelevante Wissen in der Organisation zu erhalten. Von welchen alternativen Möglichkeiten sinnvollerweise Gebrauch gemacht wird, hängt vom konkreten Grund für die Ablehnung ab.

In den Informationsgesprächen werden die Zielsetzung und alle Rahmenbedingungen geklärt. Die Begleiter besprechen mit der Führungskraft und mit dem Wissensgeber, welche Person oder Personengruppe in den Wissenstransferprozess einbezogen werden soll. Davon abhängig ist, ob und ab wann Wissensnehmer zur Verfügung stehen werden. Darüber hinaus klären sie ab, wieviel Zeit der gesamte Prozess voraussichtlich beanspruchen wird.

Unmittelbar vor der Durchführungsphase informieren die Begleiter alle Beteiligten, wie der Wissenstransferprozess im Detail ablaufen wird und holen die Zustimmung aller zu dem vorgestellten Vorgehen explizit ein. Im Anschluss an das letzte Informationsgespräch vereinbaren die Begleiter die Termine für alle Gespräche der Durchführungsphase. Diese Termine erhalten die höchste Prioritätsstufe, damit der geplante Wissenstransferprozess nicht im Arbeitsalltag „untergeht“.

Durchführung:

Nachdem die Zielsetzung und alle Rahmenbedingungen zur Zufriedenheit aller Beteiligten geklärt sind, beginnt nun der eigentliche Wissenstransferprozess [Mi11, S. 99-102], [Ra06], der primär in Form von Gesprächen abläuft (siehe Durchführung in Abb. 12). Alle Gespräche dauern maximal eineinhalb Stunden, weil Menschen über diese Zeit-

spanne hinweg gut konzentriert sprechen bzw. zuhören können. Bei Gruppenübergaben (mehr als vier Beteiligte am Übergabeprozess ohne Führungskräfte) verlängert sich diese Zeitspanne auf drei Stunden, weil die Gespräche in diesem Fall in Form von Workshops ablaufen. Der Transition-Workshop ist ein optionaler Schritt nur bei Führungswechseln und dauert üblicherweise einen Tag.

Planungsgespräche (1):

Außer den Begleitern nehmen an diesen Gesprächen Wissensnehmer und -geber teil. Der Wissensgeber wird rechtzeitig vor dem Planungsgespräch gebeten, eine unsortierte Liste seiner Aufgaben- und Wissensgebiete anzulegen und zum Gespräch mitzubringen. Die Aufgaben- und Wissensgebiete werden strukturiert und in einer Mindmap visualisiert. Der Wissensnehmer kann dabei seine Wissensbedürfnisse einbringen, die ihren Niederschlag unmittelbar in der Mindmap finden.

Diese Mindmap kann als eine Art Wissenslandkarte angesehen werden, für die sich die Bezeichnung Jobmap eingebürgert hat. Im Rahmen dieser Gespräche müssen die Begleiter besonders darauf hinweisen, dass es um die Strukturierung der Aufgaben- und Wissensgebiete geht und nicht um den Transfer des damit verbundenen Prozess- und Erfahrungswissens.

Die fertige Jobmap wird nach dem Planungsgespräch den Gesprächsteilnehmern zur Verfügung gestellt. Alle werden gebeten, gewünschte Änderungen oder Ergänzungen zeitnah vor dem nachfolgenden Auftaktgesprächstermin rückzumelden.

Auftaktgespräche (2):

Das Auftaktgespräch ist das einzige Gespräch, an dem die Führungskraft teilnimmt. Sie überprüft die Jobmap auf Konsistenz mit dem Jobprofil und auf Vollständigkeit der Themen. Ggfs. werden Änderungen an der Jobmap vorgenommen. Im Anschluss daran stimmt sie die Prioritäten der Themen mit dem Wissensgeber ab. Aus diesem Ergebnis wird ein grober Ablaufplan für den gesamten Übergabeprozess abgeleitet. Die Führungskraft wird im weiteren Verlauf der Wissensstafette darauf achten, dass die Gespräche wie geplant stattfinden (können) und bei Problemen, welcher Art auch immer, Unterstützung geben.

Übergabegespräche (3):

Nach der Wissensidentifikation, Strukturierung und Visualisierung in Form einer Jobmap beginnt jetzt der Transfer des Erfahrungs- und Prozesswissens mit Unterstützung der Begleiter. Der mit der Moderation betraute Begleiter ist dafür verantwortlich, eine vertrauensvolle Gesprächsatmosphäre zu schaffen, unterstützende Fragen zu stellen und stets den Überblick über den Gesamtprozess zu bewahren. Dazu nutzt er Leitfäden oder Checklisten, die für die Durchführung einer Wissensstafette organisationspezifisch angepasst werden. Der Begleiter übernimmt das Fragenstellen, weil der Wissensnehmer

aus Unkenntnis der Sachlage die Fragen nicht stellen kann oder aus Furcht vor Gesichtsverlust nicht stellt.

Der für die Dokumentation verantwortliche Begleiter notiert während der Gespräche alles Wichtige und versichert sich beim Wissensgeber, dass seine Notizen inhaltlich richtig sind, und beim Wissensnehmer, dass alles für diesen Relevante dokumentiert wird. Er ergänzt ggfs. auch den Ablaufplan mit wichtigen Aktivitäten, die außerhalb der Übergabegespräche erledigt werden. Die Verantwortung für die Abarbeitung dieser Aktivitäten übernimmt der Wissensnehmer.

Von diesen Notizen wird nach den Gesprächen ein Protokoll in der vereinbarten Form erstellt und den Gesprächsteilnehmern übermittelt. Die Begleiter sorgen dafür, dass ihre Papieroriginale vernichtet werden und löschen auch ihre elektronischen Versionen der Protokolle aus ihren Mailboxen. Diese Maßnahmen sind unumgänglich, um die Vertraulichkeit der Gespräche zu gewährleisten. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Wissensgeber sehr offen über alles spricht, was dem Wissensnehmer nützlich sein kann.

Zu Beginn des ersten Übergabegesprächs wird der Wissensgeber gebeten, die Lebenslinie seiner Funktion mit den wichtigsten Höhen und Tiefen auf einer Zeitachse einzutragen. Danach wird er zu den Höhe- und Tiefpunkten genauer befragt, was er seinem Nachfolger zur Nachahmung empfehlen würde und was nicht, wenn er in eine ähnliche Situation kommen sollte. Auf diese Art und Weise erfährt der Wissensnehmer sehr viel über die Hintergründe seiner zukünftigen Funktion. Der narrative Ansatz (Story Telling) dieser Übergabesequenz fördert insbesondere den Transfer von anekdotischem Wissen, das bei einem rein strukturierten Ansatz nicht zur Sprache kommen würde [EOR13]. Die Übergabegespräche werden beendet, sobald alle Themen in ausreichender Tiefe behandelt wurden.

Transition-Workshop (4):

Der Transition-Workshop kommt nur beim Führungswechsel zur Anwendung und wird vier bis sechs Wochen nach dem vollzogenen Stellenwechsel durchgeführt. An diesem nimmt die neue Führungskraft mit ihrer jeweiligen nächsten Ebene teil. Der Workshop dient ausschließlich dem besseren Kennenlernen untereinander, dem Austausch von Erfahrungen, der Vertrauensbildung und der Schaffung einer positiven Beziehungsebene zur erfolgreichen Zusammenarbeit. Er ist damit gleichzeitig eine erste teambildende Maßnahme für die betroffene Organisationseinheit.

Nachbearbeitung:

In der Nachbearbeitung geht es um die Evaluierung des Transfererfolgs der Wissensstafette und um die Verbesserung des Gesamtprozesses. Die Begleiter holen Feedback von möglichst allen Beteiligten zum Erfolg des Wissenstransfers und zum Prozess selbst ein. Der Wissensgeber wird unmittelbar nach dem letzten Übergabegespräch um Rück-

meldung gebeten. Ca. sechs Monate nach Abschluss des Transferprozesses werden die Führungskraft und der Wissensnehmer getrennt voneinander in einem Feedbackgespräch um ihre Einschätzung des Transfererfolgs auf Basis ihrer Zielsetzungen und Erwartungen befragt. Darüber hinaus werden sie auch um Verbesserungsvorschläge für den Transferprozess gebeten. Diese Rückmeldungen zum Prozess werden für die ständige Anpassung der Methodenanwendung an die Gegebenheiten in der Organisation verwendet.

3.1 Lösungsstrategien in der Methodenanwendung

Durch dieses systematische Vorgehen wird einerseits sichergestellt, dass bei der Übergabe nichts Wichtiges vergessen wird, und andererseits, dass erfolgsrelevantes Erfahrungs- und Prozesswissen in der Organisation verbleibt. Die kontinuierliche Weiterführung der zu übergebenden Aufgabengebiete wird in hohem Maß gewährleistet und Reibungsverluste in der Übergangsphase werden weitgehend vermieden. Die Wissensgeber fühlen sich und ihr Wissen durch die Begleitung wertgeschätzt. Die Wissensnehmer erkennen den Wert von Erfahrungswissen. Sie erfahren an sich selbst den Nutzen von gezielter Wissensweitergabe. Beides kommt der Entwicklung einer wissensfreundlichen Unternehmenskultur zugute.

Im Detail beinhaltet der begleitete Wissenstransfer mit Hilfe der Wissensstafette folgende Lösungsstrategien für die oben angeführten Schwierigkeiten bei Stellenwechseln:

Schwierigkeiten	Lösungsstrategien
Zeitproblem (1a)	Die strukturierte Vorgangsweise ermöglicht einen effizienten Übergabeprozess, der sich gut in den Arbeitsalltag aller Beteiligten integrieren und optimal gestalten lässt. Dadurch wird gewährleistet, dass die für den Transfer zur Verfügung stehende Zeit bestmöglich genutzt wird.
Bewusstes Zurückhalten von Wissen (1b)	Durch die Erstellung der Jobmap wird dem WG zunächst bewusst, welches Wissen für die Erledigung seiner Aufgabenstellungen notwendig ist. In den Übergabegesprächen sorgen die Begleiter durch ihre Fragen dafür, dass alle wichtigen Details zur Sprache kommen. Der WN wird ggfs. zusätzliche Fragen stellen. Damit wird ein bewusstes Zurückhalten von Wissen durch den WG weitgehend vermieden.
Probleme bei der Explikation von Wissen (1c)	Erfahrene Begleiter erkennen durch die Art und Weise, wie der WG ihre Fragen beantwortet, und die non-verbale Reaktion des WN, dass dem WN die beschriebenen Sachverhalte unklar sind. Sie können durch Zusatzfragen zur Klärung beitragen. Eine weitere Möglichkeit ist, dass sie gemeinsam mit dem

Schwierigkeiten	Lösungsstrategien
	WG den betreffenden Prozess modellieren und visualisieren.
Keine Annahme des Wissens (1d)	In diesem Fall bieten ebenfalls non-verbale Reaktionen des WN (zB Kopfschütteln, zweifelnder Gesichtsausdruck) auf die Antworten des WG oder verbales Zurückweisen der Inhalte deutliche Ansatzpunkte für die Begleiter. Sie können durch entsprechende Fragetechniken die Ursachen klären und geeignete Gegenmaßnahmen vorschlagen (zB Besuch eines Grundlagenseminars, Missverständnisse aufklären und bereinigen).
Fehlendes Verständnis für die Dokumentation (4)	Die Begleiter sorgen in diesem Fall dafür, dass ein entsprechender Punkt in die ToDo-Liste, die während der Übergabegespräche erstellt wird, aufgenommen wird. Der WN hat damit die Möglichkeit, sich die passende Unterstützung, wenn nötig mit Hilfe der Führungskraft, zu organisieren.
Hinderliche Unternehmenskultur (5)	Auch wenn die Unternehmenskultur hierarchisch geprägt ist, kann es bei behutsamer Begleitung in Vier-Augen-Gesprächen gelingen, einen offenen und vertrauensvollen Umgang der Beteiligten am Transferprozess zu erreichen. Eine generelle Veränderung der Unternehmenskultur in Richtung mehr Offenheit und Vertrauen ist aber nur auf lange Sicht zu erwarten.

Tab. 3.1: Schwierigkeiten und Lösungsstrategien

Durch den Einsatz der Wissensstafette bei Stellenwechseln können einige Schwierigkeiten beim Wissenstransfer abgemildert werden. Eine Garantie für eine vollständige Übergabe kann nicht gegeben werden. Es besteht aber die Chance, dass ein Mehr an wertvollem Wissen in der Organisation verbleibt.

3.2 Auswirkungen der Digitalisierung

Die Digitalisierung hat in Bezug auf die Wissensstafette Auswirkungen auf der Methoden- und Umgebungsebene. Auf der Methodenebene stellt sich die Frage, inwieweit die Wissensstafette in einem informationstechnologisch (IT) durchdrungenen Umfeld werkzeunterstützt ablaufen kann. Auf der Umgebungsebene gilt es zu entscheiden, ob und wie die Wissensstafette in der oben beschriebenen Form in einem digitalisierten Arbeitsumfeld zum Einsatz kommen kann.

Wie eine neuere Studie über die Haltung des Managements zu Erfahrungswissen zeigt, schätzen 76 % der befragten Führungskräfte den moderierten Erfahrungsaustausch auch in einem digitalisierten Arbeitsumfeld als nützlich ein, allerdings nutzen nur 15 % die

Methode regelmäßig. Als Grund werden primär Zeitmangel und fehlende Ressourcen genannt [MR18, S. 89-90]. Der digitale Wandel mindert also nicht die Bedeutung von Erfahrungswissen für Organisationen. Der gezielte Einsatz von Wissenstransfer-Methoden wie der Wissensstafette ist aber nach wie vor keine gelebte Praxis.

Durch die Automatisierung von Arbeitsabläufen bzw. den Einsatz von cyber-humanen Systemen verschieben sich die Arbeitsschwerpunkte der Mitarbeiter [MES18]. Sie werden in Zukunft immer mehr überwachende Tätigkeiten ausführen und Entscheidungen in Ausnahmesituationen, die Cyber-Systeme aufgrund der Beschränktheit ihrer Algorithmen nicht beherrschen treffen müssen [P118]. Solche Aufgaben stellen hohe Anforderungen an die Fach- und Prozesskompetenz der betreffenden Mitarbeiter, gepaart mit dem Erfahrungswissen über die erfolgreiche Bewältigung von Ausnahmesituationen. Der Schwerpunkt der Wissensstafette liegt auf dem Transfer von Erfahrungswissen [Mi11, S. 99] und ist unter diesem Gesichtspunkt eine geeignete Methode.

Auf der Methodenebene kann die Anpassung der Wissensstafette an die vorliegende IT-Infrastruktur dadurch erfolgen, dass alle im Zuge einer Wissensstafette stattfindenden Gespräche mit Hilfe eines Videokonferenzsystems durchgeführt werden und für die Dokumentation der Ergebnisse ein Kollaborationswerkzeug verwendet wird. Ein Mindmapping-Tool unterstützt bei der Visualisierung der Jobmap oder auch bei der Ergebnissicherung der Übergabegespräche. Die Wissensstafette lässt sich also auch werkzeugunterstützt durchführen. Virtueller Wissenstransfer kann aber immer nur eine Ergänzung für den persönlichen sein, weil erst durch die direkte Interaktion zwischen WG und WN ein hoher Anteil des impliziten Wissens übertragen wird [EOR13, S. 33].

3.3 Auswirkungen der Globalisierung

Durch die Globalisierung treffen vermehrt Menschen mit unterschiedlichen kulturellen Hintergründen aufeinander. In Bezug auf Wissensgewinnung und -vermittlung lassen sich grob die drei Grundrichtungen westlich-europäisch, anglo-amerikanisch und asiatisch unterscheiden [Gr85], [Pa00], [Ho06]. Die westlich-europäische fokussiert auf die Sache, legt ihren Schwerpunkt auf die Analyse und die deduktive Herleitung. Sie stützt sich auf Begründungsketten und klaren Aufbau. Die Wissensweitergabe erfolgt bevorzugt in Expertennetzwerken. Die anglo-amerikanische stellt die Idee in den Mittelpunkt, erschließt sich Wissen aus der Empirie, vergleicht, misst und geht bei Einzelfragen in die Tiefe. Die Argumentation gründet sich auf Beispiele, ist humorvoll und anekdotenreich, folgt dem KISS-Prinzip („Keep it simple and stupid“). Geschäftspartner sind die primär Bevorzugten bei der Wissensweitergabe, die vor allem in Meetings erfolgt. Die asiatische stellt die Person und die Beziehung in den Mittelpunkt. Der Erkenntnisgewinn erfolgt primär über Versuch und Irrtum, die Argumentation über Beispiele mit Personenbezug. Wissen wird netzwerkartig als Geflecht von Zusammenhängen dargestellt, primär an Freunde oder Personen, denen man vertraut, weitergegeben. Kollegen oder E-Mails sind die wichtigsten Wissensquellen [EOR13, S. 25].

Aus der Darstellung der kulturellen Unterschiede wird deutlich, dass die Wissensweitergabe mit der entsprechenden Offenheit und interkulturellen Sensibilität erfolgreich bewältigt werden kann. Die am Wissenstransfer Beteiligten müssen sich darüber verständigen, was für sie Arbeit, Erfolg, Lernen und Wissen bedeutet [EOR13, ebenda]. Erst wenn diese grundlegenden Prämissen geklärt sind, kann mit dem eigentlichen Wissenstransfer begonnen werden.

Im Rahmen der Vorbereitung prüfen die Wissensstafetten-Begleiter im Vorfeld eines interkulturellen Transferfalles, welche kulturellen Hintergründe bei den Beteiligten vorliegen. Sie klären, inwieweit WG und WN bereits Kontakt mit Personen aus dem betreffenden Kulturkreis hatten, und schlagen ggfs. ein vorgeschaltetes interkulturelles Training vor. Sie führen danach zumindest ein gemeinsames Informationsgespräch mit WG und WN, in dem die Bedeutung der oben genannten Begriffe besprochen wird. In der nachfolgenden Durchführungsphase achten sie in den Übergabegesprächen besonders darauf, dass keine Missverständnisse durch die unterschiedliche kulturelle Prägung der Beteiligten entstehen. Das können die Wissensstafetten-Begleiter allerdings nur erfolgreich bewältigen, wenn sie mit den Kulturen der Beteiligten ebenfalls vertraut sind.

3.4 Implementierungshinweise

Die Wissensstafette kann in jeder Organisation relativ schnell und einfach implementiert werden, wenn die Notwendigkeit in der Organisation erkannt wurde und ein Verantwortlicher damit explizit beauftragt wird. Geeignete Begleiter lassen sich im Regelfall leicht finden. Eine Grundausbildung vor allem in Frage- und Moderationstechniken, die ggfs. interkulturelle Aspekte beinhalten kann, befähigt die Moderatoren, eine Wissensstafette professionell zu begleiten. Die Wissensstafette in der beschriebenen Form ist als Grundstruktur anzusehen und kann an die Gegebenheiten in der Organisation und an die jeweilige Transfersituation flexibel angepasst werden.

4. Fazit

Die Wissensstafette ist besonders gut geeignet, um Erfahrungswissen von langjährig beschäftigten Führungskräften und Experten zu transferieren. Für besonders kritische Punkte beim Stellenwechsel liefert sie praktikable Lösungsstrategien. Sie leistet gute Dienste, um den drohenden Wissensverlust durch den demografischen Wandel abzumildern. Durch den Einsatz geeigneter IT-Werkzeuge lässt sie sich bis zu einem gewissen Grad virtualisieren und unterstützt beim Transfer von Erfahrungswissen, das in digitalisierten Arbeitsumgebungen benötigt wird. Durch die Ergänzung interkultureller Aspekte ist sie auch in einem globalisierten Umfeld einsetzbar. Es bleibt allerdings abzuwarten, inwieweit Lernen und Wissenstransfer in einem digitalisierten Arbeitsumfeld unmittelbar integriert werden können, so dass ein expliziter Wissenstransferprozess obsolet wird.

Referenzen

- [Ap16] Apt, W.; Bovenschulte, M.; Hartmann, E. A.; Wischmann, S.: Foresight-Studie "Digitale Arbeitswelt". Institut für Innovation und Technik, Forschungsbericht 463, 2016. <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/foresight-studie-digitale-arbeitswelt>, Abruf: 10.2.2019.
- [Bl15] Blazek, Z.; Stippler, S.; Pierenkemper, S.; Werner, D.: Demografiefeste Personalarbeit. KOFA Wegweiser, Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH, Köln, 2015. https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2015/263168/Handlungsempfehlung_Demografiefeste_Personalarbeit_IW_Koeln.pdf, Abruf: 10.2.2019.
- [Dr06] Dragusanu, G.: Wissensmanagement: Sicherung und Weitergabe des Wissens beim Stellenwechsel. Inaugural-Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 2006.
- [DH09] Dückert, S.; Hartmann, K.: Wissenstransfer und organisationales Lernen mit Expert Debriefing und Wikis. In: Personalführung 12/2009, S. 20-29, 2009. https://www.dgfp.de/hr-wiki/Wissenstransfer_und_organisationales_Lernen_mit_Expert_Debriefing_und_Wikis.pdf, Abruf: 11.11.2018
- [Dü11] Dückert, S.: Expert Debriefing. In: Mittelmann, A, Werkzeugkasten Wissensmanagement. Books on Demand, Norderstedt, S. 95-98, 2011.
- [Dü17] Dückert, S.: Wissensbewahrung mit Expert Debriefing, After Action Review und Lessons Learned. In: wissensmanagement 4/2017, S. 30 - 31, 2017.
- [EOR13] Erlach, C.; Orians, W.; Reisach, U.: Wissenstransfer bei Fach- und Führungskräftewechsel. Erfahrungswissen erfassen und weitergeben. Hanser, München, 2013.
- [Gi06] Giesler, R.: Gut vorbereitet Übergaben meistern! In: DAK praxis + recht 3/2006, S. 86-91, 2006. http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2011/7980/pdf/P_R3_2006.pdf, Abruf: 11.11.2018.
- [Gl03] Glückstein, A.: Wissensmanagement. Eine neo-institutionalistische Perspektive. Ars et Unitas, Neuried, 2003.
- [Gr85] Granet, M.: Das chinesische Denken. Inhalt, Form Charakter. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1985.
- [HB03] Haarmann, A.; Burski, L.: Wenn das Wissen geht — die Wissensstafette bei Volkswagen. In: wissensmanagement 08/2003, S. 40, 2003.
- [Ha14] Haufe: Produktiver Umgang mit Wissen in Unternehmen Studie 2014. Haufe Gruppe, Freiburg, 2014.

- [Ho06] Hofstede, G. J.: Lokales Denken, globales Handeln. Interkulturelle Zusammenarbeit und globales Management. Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 2006.
- [HW14] Hirt, M.; Willmott P.: Strategic principles for competing in the digital age. In: Mac Kinsey Quarterly, May, 2014. <http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/strategic-principles-for-competing-in-the-digital-age>, Abruf: 14.01.2019.
- [INH15] Ittermann, P.; Niehaus, J.; Hirsch-Kreinsen, H.: Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Hg. v. Hans-Boeckler-Stiftung, Technische Universität Dortmund, Dortmund, 2015.
- [Ku14] Kurz, C.: Industrie 4.0 verändert die Arbeitswelt. Gewerkschaftliche Gestaltungsimpulse für „bessere“ Arbeit. In: Schröter, W. (Hg.): Identität in der Virtualität. Einblicke Arbeitswelten und Industrie 4.0. Talheimer, Mössingen, S. 106–111, 2014.
- [LP16] Lehrpass, F.; Piorr, R.: Wissenstransfer als Werkzeug des OpRisk-Managements. In: Risiko Manager 03/2016, S. 30-37, 2016. https://www.bkp-team.de/fileadmin/user_upload/Aktuelles/RM_3-16_Beitrag_Lehrbass_Piorr.pdf, Abruf: 10.1.2019.
- [LSB15] Leonard, D.; Swap, W.; Barton, G.: Critical Knowledge Transfer: Tools for managing your company's deep smarts. Harvard Business Review Press, Brighton, 2015.
- [MES18] Maier, G. W.; Engels, G.; Steffen, Eckhard (Hg.): Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Springer, Berlin u.a., 2018.
- [Mi11] Mittelmann, A.: Variante Wissensstafette. In: Mittelmann, A.: Werkzeugkasten Wissensmanagement. Books on Demand, Norderstedt, S. 99-102, 2011.
- [Mi16] Mittelmann, A.: Systematischer Wissenstransfer in der betrieblichen Praxis. In: Wimmer, P. (Hg.): Wissen im Prozess. Beiträge zu den Kremser Wissensmanagement-Tagen 2015, Edition Donau-Universität Krems, Krems, S. 49-55, 2016.
- [MR18] Maier, E.; Reimer, U.: Digital Change - New Opportunities and Challenges for Tapping Experience and Lessons Learned for Organisational Value Creation. In: North, K.; Maier R.; Haas, O. (Hg.): Knowledge Management in Digital Change. Progress in IS. Springer, Cham, S. 83-95, 2018.
- [NT97] Nonaka, I.; Takeuchi, H.: Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Campus, Frankfurt am Main, 1997.
- [Pa00] Palazzo, B.: Interkulturelle Unternehmensethik. Deutsche und amerikanische Modelle im Vergleich. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2000.
- [PI18] Plass, C.: Wie digitale Geschäftsprozesse und Geschäftsmodelle die Arbeitswelt verändern. In: Maier, G., Engels, G., Steffen, E. (Hg.) Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Springer Reference Psychologie. Springer, Berlin u.a., 2018.
- [Ra06] Raab, M.: Wissensmanagement: Der Übergabeprozess beim Mitarbeiterwechsel. Gelingensbedingungen für den Wissenstransfer beim Mitarbeiterwechsel anhand des

- Fallbeispiels der Wissensstafette der voestalpine Stahl. Diplomarbeit, Universität Linz, Linz, 2006.
- [Su02] Sukowski, O.: Der Einfluss der Kommunikationsbeziehungen auf die Effizienz des Wissenstransfers. Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen, 2002.
- [Te11] Terhoeven, G.: Variante Transferwerk. In: Mittlmann, A, Werkzeugkasten Wissensmanagement. Books on Demand, Norderstedt, S. 103-104, 201

3.8 Explaining an Argumentation. Differences and Structural Analysis as a Foundation to Improve Case-Based Explanation

Jakob Michael Schoenborn⁴⁶ and Prof. Dr. Klaus-Dieter Althoff⁴⁷

Abstract: The awareness for explanation-aware computing rose during the last two years rapidly. Because of the rising need in providing an explanation to support the decision made by an autonomous process, the amount of discussions and investigations on what is a “good” explanation increases as well. A differentiation between an explanation and an argumentation is missing. These two terms are often used synonymously but are often aiming towards two different goals and thus, at a closer look, are structured differently. It has yet to be determined, if this structure can be used to identify “good” explanations and which structures the targeted conversational partner appreciates the most to increase the overall satisfaction.

Keywords: Explanation, Argumentation, Case-Based Explanation

1. Introduction

A recent case study provided by Binns et al [Bi18] has compared different styles of explanations regarding justice in algorithmic decision making: Input influence-based explanation, demographic-based explanation, case-based explanation and sensitivity-based explanation. Using these different styles of explanations, case-based explanation has been viewed as the least appropriate style with the most negative impact on justice perception [Bi18]. A case-based explanation supported the given decision by referring to “*thousands of similar cases from the past*” [Bi18] and illustrates the result using one exemplary case of the retrieved cluster of cases. This result seems surprising, given that case-based explanation is paired with case-based reasoning and thus is representing actual, experienced cases whereas, e.g., demographic-based explanation might infer attributes to a person which are inappropriate. But by pointing out a single case, participants of the case study distanced themselves from the proposed case: “*This might be the case for x, but that does not mean it will happen to me.*” [Bi18]. In this case, the explanation was not specific to the user but rather a generic, broad statement. A possible solution to this problem is to discover a structure for an explanation that incorporates the users’ needs and state of knowledge. The user needs to be convinced, which ultimately

⁴⁶ Intelligent Information Systems, University of Hildesheim and German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), schoenb@uni-hildesheim.de

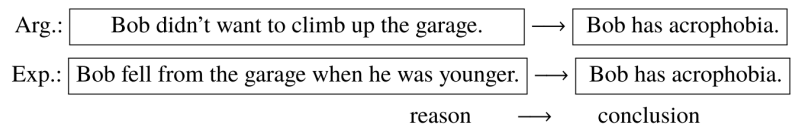
⁴⁷ Intelligent Information Systems, University of Hildesheim and German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), klaus-dieter.althoff@dfki.de

results in changing one of the beliefs to a new or corrected belief [Mo02]. But to convince someone, an argumentation is the intuitive approach. In fact, argumentation and explanation are often used as exchangeable terms [AWW09, CDL03, LDA09, vLvdBtC18]. These terms have to be differentiated to distinguish an explanation from an argumentation, since studies have proved that an explanation is favoured over an argumentation [Ku91, Ku01].

Argumentation and Explanation

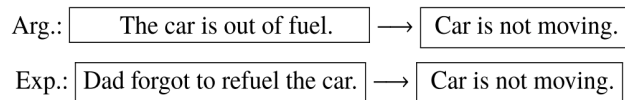
2.1 Differentiation and structure

One proposed way to distinguish an argumentation from an explanation is to look at which question has been addressed. A “how” question usually results in an argumentation while a “why” question results in an explanation:



While the upper conclusion answers the question “**How do you know**, whether Bob has acrophobia? Because Bob didn't want to climb up the garage.”, the lower conclusion answers “**Why**” does Bob has acrophobia? Because Bob fell from the garage when he was younger” but the answers are not exchangeable: “**Why** does Bob has acrophobia? Because Bob didn't want to climb up the garage” does not seem to be a satisfactory explanation and might be an overeager assumption to infer acrophobia out of a denied activity. Furthermore, the explanation additionally answers the how-question here: “**How do you know**, whether Bob has acrophobia? Because Bob fell from the garage when he was younger”. In this special, artificial case, the explanation should always be preferred over an argumentation.

But this situation is not always the case. A counterexample would be:



Here, argumentation (the former) and explanation (the latter) are exchangeable since both questions can be answered using either argumentation or explanation. Depending on the user's experiences, the user prefers a rather technical explanation (out of fuel) over a rather social explanation (Dad forgot to refuel the car). In this situation, it is merely possible for a knowledge engineer to design the correct explanation for the user, since

there is no initial information whether the user wants to be convinced or is rather looking for helpful assistance. Hence, the following definitions are used to distinguish between an argumentation and an explanation:

Definition 1:

An argument is a reason in which the fact functions as evidence in support of the conclusion. Its goal is to convince the conversational partner on the validity of the conclusion.

Definition 2:

An explanation is a supportive, personalized information on top of a provided conclusion. In contrast to an argumentation, its goal is to help the conversational partner in understanding the reasoning behind the conclusion and its outcome.

2.2 Explanations: Answers to why-questions

As motivated in the example above, an explanation can function as an argumentation, but not vice-versa. Thus, if the constructional overhead is reasonable, the knowledge engineer should always aim at providing an explanation rather than an argumentation. But why is it important to provide an explanation and when is it beneficial? It fosters trust into the system [GMW08, Sc94]. It might be arguable that an argumentation does achieve this goal as well, given its fact-based and fact-supportive nature, but a personalized explanation is more likely to be accepted [Bi18, Mi19]. As a user keeps using a certain system, the trust into that system increases by gaining routine through an increased amount of knowledge on how to use the system. If trust and explanation seem to be connected by the usage of a system, the question remains when it is actually useful to provide an explanation. This question has been answered by D. Leake who pointed out the importance of providing an explanation during an unexpected situation which “*must also identify the flaws in the understander’s prior beliefs that led it to generate flawed expectations.*” [Le95, p. 410]. These explanations are presented as explanation patterns (XP) as suggested by Schank [Sc94] which are basically deducing an explanation out of a set of given premises. These patterns are limited due to their schema-based nature (and thus not being able to deal with novelty) but adding case-based reasoning provides an opportunity to point out these novel cases and provide an appropriate solution [Le95].

In contrast to an argumentation, an explanation can be issued on very different levels. Toulmin presented a legal argumentation structure, where an argumentation can be broken down to given data which qualifies a claim [To03]. This data is supported by warrants which are backed up, but these can be attacked by a rebuttal (see Fig. 1). While an argument is under attack, another argument must be brought up to counter the attack. If the attack cannot be countered, the argument is considered to be invalid. If no further attack can be issued, the argument is valid. To follow these rules, an argument must be issued in a measurable, fact-based way to leave no room of interpretation open. In an

argumentation, there is no acceptance for subjective statements since they aim to convince the conversational partner, and this is done by objective arguments. This can be different for an explanation.

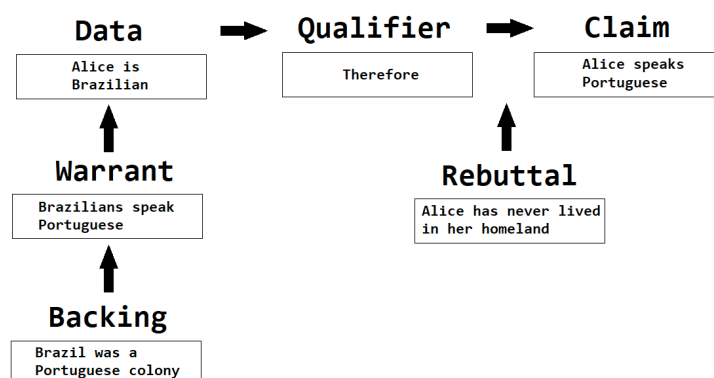
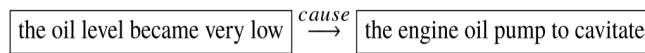


Figure 11: Toulmin: Legal Argumentation Structure [To03] (example analogue to [Mo02])

As defined above, an explanation aims to help the conversational partner by understanding the flaws in the prior beliefs. Thus, it is also possible to provide a subjective explanation. To clarify, an argumentation can be viewed as a subset of explanations: The information used in an explanation can be categorized into multiple trust categories: On the highest level, the information is completely trusted, e.g., facts and statements issued by the conversational partner in question). This level might also be used by an argumentation. On lower levels, there are only assumptions, i.e., based on persons actions (Bob did not want to climb up the garage) or on a person's past (Bob fell off the garage when he was younger). Since these are only assumptions, this information might not be true during the past - and thus would be immediately attacked in the legal argumentation structure - but could be the last missing piece for the conversational partner to correct the flaw in the prior beliefs.

Lim et al. experimented on using why- and why-not explanations. During a case study, the participants were offered an explanation which basically tried to predict the correct answer whether a given person is exercising or not, based on parameters, e.g., body temperature and pacing [LDA09]. Nevertheless, the hypothesis to improve the user experience over having no explanation could be proven by a small margin. The same situation could also be observed during the studies of vanloon2018 [Aa93, CDL03, On97]. Even an increase by a small margin is valuable. Given the opportunity to foster user-centric explanations due to the growth in usage and techniques of NLP, it seems promising to revisit providing explanations. Another promising approach is the compositional adaptation of explanations in textual case-based reasoning [SÖM16] by extracting explanations from aviation incident reports and store them as text reasoning graph.

Nodes in the text reasoning graph are extracted phrases and sentences while edges correspond to causal and entailment relations:



Even though the user experience has been increased by providing these explanations, the authors pointed a few erroneous conclusions out due to more distant cases being reused [SÖM16]. Since this might seem to be a maintenance issue, it could also be possible to counteract this problem by providing a solid structure for an explanation.

3 Future work

As pointed out before, the next step is to identify possible structures to increase the benefit of using case-based reasoning and to store/reuse explanations in a more efficient manner. Another possible foundation to build up on a structure for explanations might be the usage of the SIAM methodology provided by T. Roth-Berghofer [Ro03]. This allowed to overcome the limitation of Toulmins legal argumentation structure and iterate over the mentioned explanations with a lower level of trust. Furthermore, it is crucial to identify the users' needs by classifying the current state of knowledge to provide an user-specific explanation, and when an explanation is needed beyond the occurrence of unexpected events. It has also to be reviewed, in which cases an argumentation is sufficient to correct help the user and when actually an explanation with its necessary construction overhead has to be build up. This is important, because justification (which is one of the most important attributes of an explanation as pointed out by multiple authors [Ei18, Li11, SCA05]) can be the most suitable factor to increase the users satisfaction.

References

- [Aa93] Aamodt, Agnar: Explanation-Driven Retrieval, Reuse and Learning of Cases. In: University of Kaiserslautern (Germany). pp. 279–284, 1993.
- [AWW09] Awad, Ahmed; Weidlich, Matthias; Weske, Mathias: Specification, Verification and Explanation of Violation for Data Aware Compliance Rules. In (Baresi, Luciano; Chi, Chi-Hung; Suzuki, Jun, eds): Service-Oriented Computing. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 500–515, 2009.
- [Bi18] Binns, Reuben; Van Kleek, Max; Veale, Michael; Lyngs, Ulrik; Zhao, Jun; Shadbolt, Nigel: 'It's Reducing a Human Being to a Percentage': Perceptions of Justice in Algorithmic Decisions. In: Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '18, ACM, New York, NY, USA, pp. 377:1– 377:14, 2018.
- [CDL03] Cunningham, Pádraig; Doyle, Dónal; Loughrey, John: An Evaluation of the Usefulness of Case-Based Explanation. 2003.

- [Ei18] Eisenstadt, Viktor; Espinoza-Stapelfeld, Christian; Mikyas, Ada; Althoff, Klaus-Dieter: Explainable Distributed Case-based Support Systems: Patterns for Enhancement and Validation of Design Recommendations. 07 2018.
- [GMW08] Glass, Alyssa; McGuinness, Deborah L.; Wolverson, Michael: Toward Establishing Trust in Adaptive Agents. In: Proceedings of the 13th International Conference on Intelligent User Interfaces. IUI '08, ACM, New York, NY, USA, pp. 227–236, 2008.
- [Ku91] Kuhn, Deanna: The Skills of Argument. Cambridge University Press, 1991.
- [Ku01] Kuhn, Deanna: How do People Know? *Psychological Science*, 12(1):1–8, 2001. PMID: 11294222.
- [LDA09] Lim, Brian Y.; Dey, Anind K.; Avrahami, Daniel: Why and Why Not Explanations Improve the Intelligibility of Context-aware Intelligent Systems. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '09, ACM, New York, NY, USA, pp. 2119–2128, 2009.
- [Le95] Leake, David B.: Abduction, experience, and goals: a model of everyday abductive explanation. *J. Exp. Theor. Artif. Intell.*, 7(4):407–428, 1995.
- [Li11] Lillehaug, Marvin B.: Explanation-aware case-based reasoning. 2011.
- [Mi19] Miller, Tim: Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence*, 267:1 – 38, 2019.
- [Mo02] Moulin, Bernard; Irandoust, Hengameh; Belanger, Micheline; Desbordes, Gaelle: Explanation and Argumentation Capabilities: Towards the Creation of More Persuasive Agents. *Artif. Intell. Rev.*, 17:169–222, 05 2002.
- [On97] Ong, Lean Suan; Shepherd, Barry; Tong, Loong Cheong; Seow-Choen, Francis; Ho, Yik Hong; Tang, Choong Leong; Ho, Yin Seong; Tan, Kelvin: The colorectal cancer recurrence support (CARES) System. *Artificial Intelligence in Medicine*, 11(3):175–188, 1997.
- [Ro03] Roth-Berghofer, Thomas: Knowledge maintenance of case-based reasoning systems - the SIAM methodology, volume 262 of DISKI. Infi x Akademische Verlagsgesellschaft, 2003.
- [Sc94] Schank, Roger C.: Inside Case-Based Explanation. L. Erlbaum Associates Inc., Hillsdale, NJ, USA, 1st edition, 1994.
- [SCA05] Sørmo, Frode; Cassens, Jörg; Aamodt, Agnar: Explanation in Case-Based Reasoning—Perspectives and Goals. *Artificial Intelligence Review*, 24(2):109–143, Oct 2005.
- [SÖM16] Sizov, Gleb; Öztürk, Pinar; Marsi, Erwin: Compositional Adaptation of Explanations in Textual Case-Based Reasoning. In: ICCBR. volume 9969 of Lecture Notes in Computer Science. Springer, pp. 387–401, 2016.
- [To03] Toulmin, Stephen E.: The Uses of Argument. Cambridge University Press, 2 edition, 2003.
- [vLvdBtC18] van Loon, Maria; van den Broek, Sjoukje; ten Cate, Olle: A Model Study Guide for Case-Based Clinical Reasoning. In (ten Cate, Olle; Custers, Eugène J.F.M.; Durning, Steven J., eds): Principles and Practice of Case-based Clinical Reasoning Education: A Method for Preclinical Students. Springer International Publishing, Cham, pp. 121–132, 2018.

Managing Experience in Business Process Management

First Experiments

Jürgen Dorn⁴⁸

Abstract. Business Process Management (BPM) is a management approach to identify, document, manage and finally to optimize business processes continuously. Today, Information Technology is an enabler to improve such processes. Learning objectives in a university course on BPM should be rather practice oriented in the area of business management, information systems development and team-working, because in enterprises typically people from different departments with different competences have to work together in BPM-projects. We have developed a new master study course that itself follows the paradigm of continuous process improvement and apply case-based reasoning as a mean for improving the projects of participating students. In the course, students develop in teams of five a business process application. Four major steps are problem formation, design and modelling of a process, deployment of the process in a workflow management system and monitoring of the deployed business process. Each team can freely choose an application domain with a business process and key performance indicators, a modelling tool and a workflow engine. Competences of students, decisions during the project and issues occurring in the different phases are documented in a content management system with sophisticated rights management enabling students to learn also from experiences from other teams. Case-based reasoning is applied to share experience between different projects, by indicating similar projects, teams and issues. This approach is now taken in the third year and first experience with knowledge sharing are reported. Such an approach could be also taken by an enterprise planning several business process management projects.

Keywords: Business Process Management, Process Modelling, Workflow Management System, Case-based Reasoning, Continuous Improvement

1. Introduction

Business process management (BPM) is a field in business informatics focusing on improving performance in an organization or over cooperating organizations by managing and optimizing their business processes [Ko09]. It can therefore be seen as a “process optimization process”. It is argued that BPM enables organizations to be more efficient, more effective and more flexible than organizations applying only traditional functional-oriented management approach. Business processes impact the cost and revenue generation of an organization.

⁴⁸ Technische Universität Wien, Institute of Information Systems Engineering, Favoritenstrasse 9-11, A1040 Wien, Austria, juergen.dorn@tuwien.ac.at

As a strategic approach, BPM sees processes as important assets of an organization that must be understood, managed, and developed to offer value-added products and services to customers. This approach closely resembles other total quality management or continual improvement process methodologies and BPM proponents also claim that this approach is enabled by information technology [Ri16]. As such, many BPM articles and scholars frequently discuss BPM from one of two viewpoints: management science and/or information technology.

BPM uses various methods to discover, model, analyse, measure, improve, and optimize business processes. A business process coordinates the behaviour of people, systems, information, and resources to deliver outcomes in support of a business strategy. Processes can be structured and repeatable (e.g. providing a standardized service to a customer) or unstructured and variable (e.g. development of software). BPM projects may address improvement of organizational processes, but also inter-organizational processes often with a focus on a stronger integration of organizations. BPM is key to align IT investments to business strategy, because if IT is used without restructuring business processes typically no advantages can be achieved and moreover, additional work is introduced.

1.1 Business Process Management Lifecycle

BPM projects follow a lifecycle as described in Fig. 1. During process identification, the relevant business processes of a problem domain of an organization are identified. Due to Hammer and Champy [HC93] only such processes should be focused that deliver value to customers. Customers may also be internal in an organization. In process modelling (sometimes also called process discovery), we identify the most important aspects of a process and describe the process as it is performed at the moment. In process analysis, we identify the drawbacks of the current process. Simulation or other techniques are often proposed to identify such drawbacks. In process redesign, the process is improved based on insights from process analysis. In process implementation, a process is deployed and if a Workflow Management System (WfMS) is used, this means the control of flow and data handling for process instances (sometimes also called cases) is managed by the WfMS. The WfMS may also select resources such as members of staff or certain machines for a task instance by applying given rules or strategies (e.g. assigning work to human with best fitting competences). If a business process is deployed, it is advised to monitor the execution of its instances to identify bottlenecks and other issues occurring during execution to support the continuous improvement.

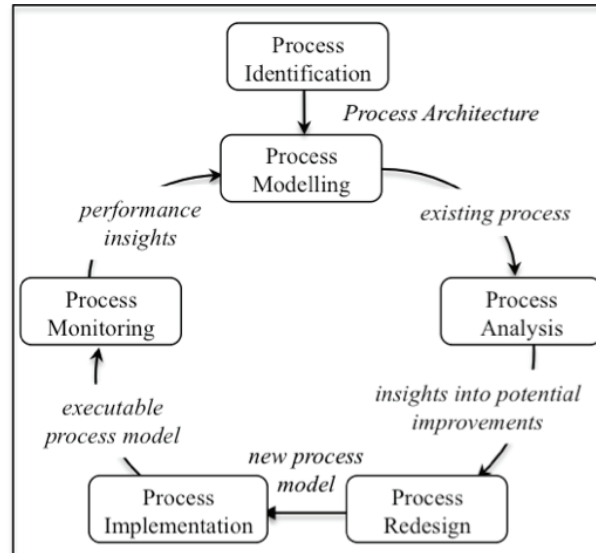


Fig. 1: BPM Lifecycle due to Dumas et al. 2013 [Du13]

1.2 Current state of Business Process Management

Over the recent years, many approaches were undertaken to facilitate the development of business process-aware information systems. The ultimate objective is to generate software and information systems automatically from designed models [Do09]. Moreover, if business analysts see a possibility to improve a process, it should be facilitated that the change is initiated in the business process model and then transformed in an automated fashion into the executed workflow [Do09].

Current state of the art is modelling of business processes with BPMN 2.0 [OM10]. A number of free as well as commercial tools exist that allow the modelling of business processes graphically. These graphical models can be exported into BPMN-compliant XML format. This export can be used to automate the creation of a WfMS for a designed process. The process management blog⁴⁹ of A. Naef references 109 different process management systems automating processes in different domains. A WfMS may automate business processes in different domains. Typically, such automated processes are strongly structured, with clearly defined decision points. Process tasks may be automated themselves, but manual tasks may be integrated also by letting users entering the status of an activity. Thus, the WfMS does support the integration, but does not necessarily automate the whole process. Projects (e.g. software development projects) are typically less structured than workflows. Nevertheless, also such projects contain tasks and de-

⁴⁹ <http://prozessmanagement-blog.ch/post/47680997258/die-grosse-bpm-anbieter-liste>

dependencies between tasks that could be controlled by an information system. Here, the term adaptive case management system is often used. Thus, the large number of existing tools reflect the great diversity of business process types.

1.3 Research Objective

BPM advises to improve processes continuously. For improving a process, a process manager has to define optimization goals such as higher quality, faster or cheaper execution, greater flexibility or other criteria. For such an improvement, critical aspects of individual process invocations have to be stored. Key Performance/Process Indicators (KPIs) are a generally accepted concept for operationalization of such objectives. However, these are not defined as elements in BPMN 2.0 and other process modelling approaches [Do09]. In [Fr12] an approach to extend BPMN 2.0 with KPIs is presented, but not yet implemented in available tools. Furthermore, there exists no structured approach to implement KPIs in WfMS. Every project has to design its own approach to measure and control KPIs.

Our research proposes case-based reasoning to store and to learn from past experience and to share knowledge between different teams in developing application that continuously try to optimize along given KPIs. Each process instance (the different attributes of a team and their project) is stored as a case and for decision points in a development process, case-based reasoning supports teams. Our research objective is to identify, which knowledge has to be stored and in which phases a reuse of knowledge can be supported by a case-based approach. This approach is evaluated in the course on workflow management where the course itself is modelled as a process / workflow and participating students have to make certain decisions such as selection of KPIs or selecting tools. The idea is that students participating in the course can improve their solutions by copying ideas from other actual teams and from projects from the past by interpreting their project as a case and searching then for similar projects. To measure success in our course and to obtain a manageable KPI for our (learning) business process, we introduce user points in different categories for different tasks in the course which are managed partially by the course management system. Students also estimate their required work for each step and their result will be finally evaluated qualitatively by their peers.

In the following section, we give a short introduction into case-based reasoning and in a case-based reasoning module that we have developed with the Drupal Content Management System. In the third section, we describe the organization of our course and the course management system used to store project information and to give feedback to participants. In the fourth section, we show how case-based reasoning is applied in course management. Finally, we conclude and propose some planned extensions for the future.

2. Case-based Reasoning

Case-based reasoning is a problem-solving approach where experience of individual problems and their solutions is stored as a case. If a new problem shall be solved, old similar cases are retrieved from a case base to reuse stored experience [Ko92]. If no similar case can be found, deep reasoning in the application domain can solve the problem or a user solves the problem without support and enters the solution as a case. Typically, cases are records of attributes, and different cases have different values for these attributes. These attributes describe the given problem (e.g. the planned project with estimated values), the problem solution (e.g. the project with the realized values), the context (e.g. the characteristics of the stakeholders) and an evaluation how successful the project was.

2.1 Similarity of Cases

To retrieve similar cases, either an explicit or implicit function to measure similarity of cases has to be defined. Usually, for each attribute a similarity is defined, where the similarity is expressed by a value between 0 and 1.0. If the domain of an attribute is an Integer, two equal Integers result in a similarity of 1. If the values are equally distributed in the domain, a linear function can be used to describe the similarity. However, if we want to measure the similarity of effort estimated for a project a logarithmic function would represent similarity better. For example, if we have projects with small effort (e.g. 3 person months) and other large projects with an effort of hundreds of person years a linear function would not be appropriate.

Very often qualitative estimations of attributes are used. For example, we may evaluate the competences of the project leader or the team members with terms such as beginner, elementary, intermediate, advanced and proficient. In this case, similarity must be represented explicitly. For most attribute types, the similarity function is inverse but sometimes it may be also meaningful to define the inverse function differently.

Domain concepts and terms are another type of attribute. For example, we classify the applied project management process by a hierarchical representation of concepts where Scrum is modelled as a subclass of Agile Project Management. Using concepts lead to a similarity function based on ontological similarity [Le08]. If two concepts in the ontology are closer to each other in a hierarchy, the similarity is higher than for concepts that are far away.

For the similarity of two cases, the different attributes do not have necessarily the same importance. If we store the name of the project as an attribute, this attribute will not be important for measuring the similarity of cases. Thus, the weight for attributes is defined to enable a weighted similarity function for cases.

2.2 Case-based Reasoning Cycle

Case-based reasoning is defined as a cycle of steps supporting a continuous learning in an application. The retrieval of a number of cases (old projects) similar to an actual problem (new project) is the first step. In a second step, if the new problem shall be solved, potential adaptations of the retrieved old cases are made and a best case is selected. For example, if the estimated effort is larger than in a similar old case, we have a new case as a mixture between old and new case. Due to the larger effort, we automatically compute higher costs, if such a functional dependence is defined in the domain knowledge. This repair of a case is the third step in case-based reasoning cycle. A repair may also occur during the application of a case, i.e. in our domain during the project or in the closing phase of the project. Domain-dependent reasoning can support a repair, but also user interception is possible. The fourth step is the storage of the newly adapted and/or repaired case. This is the most important step for learning in a case-based reasoning system. In contrast to inductive learning approaches no generalization of examples is searched for, but the concrete experience of the new case is stored avoiding the so-called inductive bias. Fig. 2 shows the case-based reasoning approach and is taken from the overview paper of Aamodt and Plaza [AP94].

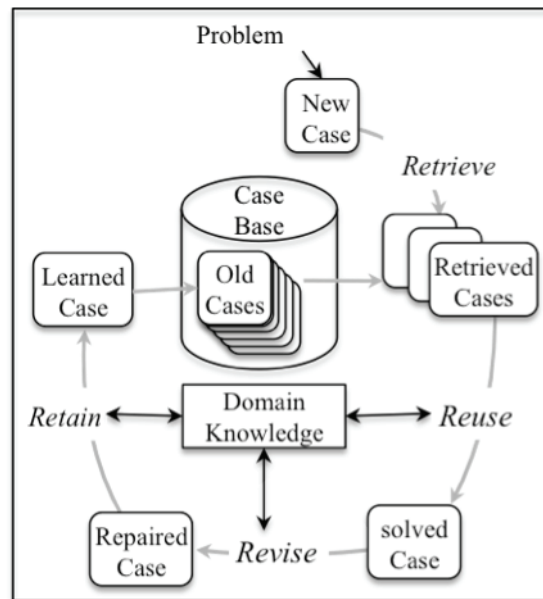


Fig. 2: CBS Cycle due to Aamodt and Plaza [AP94]

2.3 Case-based Project Management with Drupal

We have used the Content Management System Drupal 507³ to implement our course management system. For a project on supporting knowledge sharing in project management we have developed a Case-based Reasoning module as an extension for Drupal. With the usage of Drupal, we have a basic functionality to store structured content in a database, a management of users with different privileges for user groups and to log users' activities. We use the Drupal approach of hook methods to extend standard behaviour of modules. We define a *project* as a new kind of content node. The *case* module implements dedicated *case fields* defining certain hook functions which can be used to extend the functionality. For project management, we extend the functionality for similarity, adaptability, repair and learning of cases.

A project is defined as a content node with attributes realized by fields. The existing *field* module implements a certain behaviour that enables the easy attachment of fields (attributes) such as integers, reals, strings or lists to a content node. The Drupal community has implemented further types of fields. For example, there exist modules implementing date fields, fields to reference a taxonomy, fields to reference another entity (a content node or a user) or to store a collection of values. We can also define an attribute that links to an external knowledge source. Since a project is a content node, several basic attributes such as a name, creation date and author are already defined. Additional generic attributes for the project structure are an extended field structure containing elements to store the weight of an attribute, a link to a similarity function and adaptation and repair methods (all implemented as hooks that can be overwritten by more specific project/case structures). As a default, all attributes get the same weight and a default similarity defined for standard fields.

The typical attributes of a project are defined in a project module. Defined attributes of a project content node are for example "project-type", "customer-type", "size" and many more. Thus, we have defined standard attributes for projects, but we assume that every organization using our system will define their own project attributes. For a new implementation, concepts and terms of our implementation could be reused, extended or replaced by a different set of concepts and terms.

Retrieving projects is supported by the "views"-module. A list of all stored cases as well as a list of cases filtered by certain attributes is supported by the existing functionality of Drupal. Additional functionality to search for similar cases was implemented for general cases based on a weighted aggregation of similarity of the fields of the cases.

A project content node is some kind of template similar to a project handbook template in which a user can enter relevant knowledge about a project. The user interface for

⁵⁰ <https://www.drupal.org/>

Drupal fields allows several pre-settings to make navigation and entering of data easy. A content node has a unique identifier assigned by Drupal. Additionally, a user may enter a name for the node. Further the author as well as the creation time is automatically stored for a project since it is derived from the content node. We distinguish six parts of a project:

- header,
- result (product) with information about the expected outcome,
- environment with stakeholder information,
- process with information how the project is executed,
- people with information about project leader and staff and
- used technology.

The header contains information about project type, start time and budget. In each of these parts, there may exist planned as well as realized values. The task structure and assigned personnel to tasks and certain documents as risk analysis are part of the process description. We assume that each human resource assigned to a task is also a user of the system with certain credentials. For each user, competencies may be defined.

All members of a project as well as stakeholders should be able to enter relevant knowledge into a case. Often staff is busy with development and then staff does not document project progress and occurring problems. Also, the reflection after finishing a project is often not realized due to different reasons. Our proposal is to make participation transparent in this knowledge-sharing process. We propose to assign points for different kinds of participation. Depending on these types and amount of points, different kind of digital badges may be assigned to users. A user can become an expert in describing problems and their solutions or an advanced project planner because he has entered several risk analyses into the system. Assigning points to users is supported by the community module “userpoints” and for digital badges again a community module exists.

The system is described in more detail in [Do16]. Also in our course, we will store experience about projects, however, they are more specialized and some attributes relevant for general projects are not necessary here (e.g. all projects have the same size and type).

3. The Course

The course “Workflow Modeling and Business Process Management” is a mandatory course in the master study Business Informatics and a course under the module Information Systems in the master study Software Engineering of our university. The course

was redesigned three years ago and one of the design criteria was to have more freedom in deciding on potential applications and tools. Many participants already work for different companies and have thus different interests and experience in process management. Thus, in the lecture no introduction into certain tools is given and only principal concepts are taught. The course is supported by a course management system called WFM, a Drupal-based Content Management System to enable knowledge sharing.⁵¹ We expect students to have sufficient competences in Java programming. A requirement is also process modelling which is taught in the Business Informatics bachelor study, however, process modelling is partially repeated because not all participants have these required competences.

60 (75) students have enrolled in the first two cycles in the course. Before building teams, the participants have answered two questionnaires related to the topics of the course and made a self-evaluation in four competences: English language, Java programming, process modelling and business management. We used the classification defined in the Common Reference Levels of Language Proficiency for English [CE11] as well as for programming which was developed as an online test by Raphael Poss.⁵² Thus, for each competence, a level beginner (A1), elementary (A2), intermediate (B1), upper intermediate (B2), advanced (C1) or proficiency (2) is assigned. Based on the results 50 (65) students remained and these were divided into ten (13) teams á five students. About 80% of students have finished the bachelor study Business Informatics, resulting in sufficient competences. However, typically students from the Software Engineering bachelor study are more competent in software development than students from business informatics.

3.1 The Project

Every team has to select a certain application domain with a core business process and has to model, to implement and to evaluate this process. For evaluation, three key performance indicators (KPIs) have to be defined. For example, one team has selected the delivery of bought products by a drone and one of the KPIs is cycle time of the workflow which is the time from ordering a transport to finished delivery of the product. A second KPI are the costs computed by aggregating costs for each activity (i.e. Activity-Based Costing [KC97]) where the costs of the drone flight is a product of required time for the flight with the costs of a drone per time unit. A third KPI is the customer satisfaction evaluated after delivery.

⁵¹ <https://wfm.ec.tuwien.ac.at>

⁵² <http://science.raphael.poss.name/programming-levels/test>

The concept of these applications was presented orally and evaluated by the supervisor. For each project, a list of aspects to focus further on were presented to the teams as feedback in WFM. The teams then selected a tool for modelling their processes and modelled the process. Eight different tools were selected. The modelled process was uploaded as graphic file in pdf format and in BPMN format. A first round of feedback on the process model was published through the WFM. Fig. 3 shows the selectable issues from the system for the assessor in the first course.

- Modeling Issues**
- Pool missing
 - Flow of control either from left to right or from top to bottom
 - At least two lanes are necessary to model different resources (agents)
 - Customer should not be in the same pool as the modeled business
 - No data modeled
 - No key performance indicators modeled
 - Two tasks of same resource after each other
 - Tasks too fine grained
 - Messages only between pools
 - Messages between pools required
 - Only one process shall be modeled
 - Inconsistent gateway logic
 - No exception modeled
 - Missing task markers
 - Other

Fig. 3: Modelling Issues

3.2 Constraints on the Proposed Projects

To achieve a considerable complexity of the developed applications we pose some constraints that must be considered by the teams. One constraint on the process model is to have at least five tasks. These tasks must be performed by different resources (humans or information systems), because we want to stress the integration aspect. After completion of the process model, each member of a team implements a task written in a programming language that was also selectable. Most tasks were implemented in Java or some scripting language. Often these tasks were simulated activities. For example, the team that designed the drone delivery, has not really controlled a drone, but has taken the coordinates of the actual stand point of the drone, the location of the shop from where

the product has to be fetched and the location of the customer and calculated the time for flying to the different locations. One of the tasks is a user interface supporting the communication with the process customer which is accessible in the Internet.

The next step is the integration of tasks into the workflow with different techniques and protocols, the deployment of the whole system on a public, private or university server. Since workflow management is about integration, a requirement for the projects is, that each task has to be deployed on a different (virtual) server. Then, the workflow application is tested by the team. Afterwards, an evaluation by all other teams/participants resulted in 45 (65) test users for every workflow. Based on these users, the KPIs were measured in each project and a final presentation was the place for discussing success as well as pitfalls and drawbacks. Lessons learned are stored as a final aspect in WFM.

During the different phases of the projects individual members as well as whole teams can obtain points for achievements either by automated reasoning in the system or by manual evaluation through the supervisor. Three categories of points can be obtained: knowledge, project and participation points. Knowledge points are achieved through questionnaires and submissions related to theoretical knowledge. Project points are achieved for tasks prescribed in the course and participation points are achieved for additional participation in the WFM for example in the forum or other discussions and also for accessing documents. The quality of the solutions is evaluated by peers and supervisor. The grade for the whole course was based on the last presentation and the achieved points.

4. Case-based Management of BPM Projects

We use the Drupal module described in section 2 and create a content node “Workflow Project” with dedicated fields that are enabled for case-based reasoning. Thus, for every student project, we create an instance of this content node and store individual values for each instance. Thus, after two years we have stored 23 cases from which new students can learn. An attribute is typically a decision made in a project (selection of a tool) or an outcome of certain tasks (an issue occurred in the description of the workflow). Furthermore, certain basic information such as competences and knowledge of team members is stored. In principle, issues are negative outcomes that should be avoided in projects and the implicit reasoning of the case-based reasoning approach should make decisions that lead to negative outcomes transparent to project members so that they can avoid these negative outcomes. For example, if a team with low programming competences, propose a complex workflow and want to use Activiti⁵³ as WfMS, the experience base should

⁵³ <https://www.activiti.org>

show that they better use a system such as Camunda⁵⁴. If a team member enters certain data into such a case/workflow project, she can search for similar projects to see what other teams have decided. If that has led to negative outcomes in the other project, she may change its decision.

The values allowed in most fields are based on the domain theory consisting of hierarchies described by term taxonomies in Drupal. Thus, we have defined taxonomies for competences, application domains, key performance indicators, modelling tools, task types and workflow engines, and issues. Especially issues are defined by a complex hierarchy that can grow over new applications. The important aspect is, that if a new issue is defined by a user, it must be positioned at the right place in the hierarchy. In our application, this can only be done by a moderator and not by a student.

Next, we describe the most relevant attributes defined for a Workflow Project. These attributes are separated into the four phases of the project: formation, modelling, implementing and evaluation. Afterwards, we show what can be recommended from old projects for new projects.

4.1 Storing experiences as cases

For the formation phase, we store the competences of team members, their field and semester of their study and the selected application domain. Thus, it may be a result of reasoning in this phase that for certain application types the competences of team members are not sufficient. For the application domain, we distinguish on the top level between workflow, projects and inter-organizational processes. Below the workflows are separated into public administration, simple order processes, healthcare, scientific processes and cloud-based processes. The classification partially relates to the process model developed later. For a project or an inter-organizational process different features will be in the process model. The KPIs are also stored as attributes because these are dependent on the application domain and can be again seen as feature of the BPMN model.

For the modelling phase, we store which tool was used. Modelling tools promise compliance to BPMN 2.0, but certain extensions have influence on the mapping from model to execution. Therefore, we store which elements and partially how many elements were used. For example, we recommend to use task markers to signify which kind of tasks was designed. If not available, this is an issue. If only script tasks are used, the process seems to be very simple. If more than five tasks are modelled, the process may be too complex. In principle, a process may be complex, but if the competences of the team are not so good, this may lead to a failure. Further, issues that were criticized by the supervisor are stored and can be investigated by other groups.

⁵⁴ <https://camunda.com>

For the implementation phase, we store the used workflow engine which may have great impact on the success of the project. There exist special process management systems dedicated to certain application domains (e.g. Taverna⁵⁵). It may also be used for other application domains, but then a failure will be more likely. Each task in the workflow has certain characteristics that may have also impact on the success. Thus, the assignment of team members should match their competences. The programming language and complexity are stored here. Characteristics about the user interfaces are stored, too.

Finally, for the evaluation phase, attributes describing the final workflow and execution parameters are stored. The used public web space, the occurring problems and the measurements for the KPIs are further attributes. A final attribute is a classification of the success into *innovative* (best evaluation), *successful*, *sufficient*, *borderline* and *failed*.

4.2 Learning

Case-based reasoning is applied iteratively for the four phases of our project. In each of the four phases (problem formation, process design, process deployment and process monitoring), data is entered in a case and similar cases are then retrieved that may help to support the new project.

For the first phase, the case-based reasoning approach assumes that a team is formed and it enters partial data into a new case (a template for information about their workflow project). Based on the entered data similar projects can be found. This search requires that we have defined similarity for the different attributes and have set the weights for the attributes. At the moment, all case sensitive attributes have the same weight. Thus, if only two attributes are set for a new project, both attributes are considered half for the calculation of the similarity.

Based on old cases, the system shows which KPIs were used for similar applications and whether the measurement was successful in the old projects. Thus, the new project team may decide on their KPIs based on old experience.

Based on the application domain we have certain expectations of the process model as described before. Thus, if a team enters a model that deviates considerable from such expectations, the system should make this transparent. Existing modelling tools have some impact on the ease of mapping to the execution. Therefore, depending on the software engineering competences of a team and the selected application domain, certain tools should be preferable.

In the second phase, a team designs a process and by reasoning about similar designs, existing experience is retrieved.

⁵⁵ <https://taverna.incubator.apache.org>

In the third phase, the completion of the BPMN model with execution parameters, the selected workflow engine, the used programming language and attributes of the hosting servers have a great impact on the successful implementation. Again, the competences of the team are a parameter to decide, whether certain project types may be realized successful.

In the fourth phase, the manner how test users are enabled in a deployed workflow depends heavenly on the used platform and workflow engine. The engine is also responsible for the monitoring. Some engines can monitor some KPIs more easily than other types of KPIs.

In general, the possibilities what can be learned is open, because if we identify new attributes that relate to the success of projects, these will be defined for our cases.

4.3 Evaluation of our Approach

Finally, we have to measure how far case-based reasoning results in better learning outcomes for students, better applications and also improvement of the course management. In our last sessions where we meet with every team individually, we try to hear from students their experience with our approach. In general, the response is very positive, however, it is difficult to obtain quantitative results. From year to year we extend the requirements on the developed applications so that we achieve better results with similar effort by students. However, this may also be the result of certain changes in course that led to more efficient working. Also better tool support may result in better applications.

The management of the course is not yet so much more efficient, because we continuously have to integrate new concepts and with that new attributes of the cases. For example, in the coming term we demand that the process includes also some kind of exception handling. This leads to extended process models, new issues and other concepts to be stored.

5. Conclusions and Outlook

Process improvement was the core focus in our course on Workflow Modelling and Process Management. This improvement was addressed on three layers: the workflows developed by student teams have addressed improvement by defining KPIs and measuring these in the evaluation phase for 45 (60) users. The next step would be to search for improvements that lead to better values for the KPIs. This was, however, not part of the project. On a second layer, we try to improve the development process of Workflow Management Systems by knowledge sharing and the Case-based Reasoning approach. Here, first improvements were possible, but the full advantage can only be achieved over several years. Especially, the further development of supporting tools and methods must

be incorporated so that we can react on changes in the state of the art. On the third layer, we investigate our course as business process that should be improved year for year. The following objectives (KPIs) should be addressed:

- increasing relevant learning outcomes and better applications,
- increasing efficient learning for participants,
- decreasing effort in the management of the course.

For the first objective, motivation for more knowledge exchange and usage of new software and technologies is addressed. We already honour during evaluation innovative approaches by giving extra points, but this should be made more transparent. For the second objective, better knowledge sharing and usage of old experience has to be extended. By measuring time and effort, we have also identified bottlenecks in the project work that have resulted in stronger deadlines for next year's projects. The second objective can also be supported by recognizing further dependencies (e.g. evaluating further competences of teams and team members). The facilitation of the course management can be supported by different means such as:

- automated extraction of features from BPMN file (e.g. number of tasks or pools)
- automated recognition of issues in models and applications,
- simulation of process models,
- improvement of definition of privileges of user and teams,
- classification of applications with learning of attributes,
- automated assignment of points and
- automated extraction of new concepts for our domain model.

An important step in project management generally, is a lessons-learned phase at the end of the project. We have this also implemented within our last meeting with the teams. However, here it is difficult to distinguish issues related to the project and issues related to the course management. Both shall be documented whereby the first have to be stored in cases and the second in our course redesign for the next course.

The presented course was taught this term the second time in the described way. Certainly, further cycles are required to gain the full advantages of the course design. A further improvement could be also achieved if other teachers would follow this approach to gain more experience with such a course.

References

- [AP94] Aamodt, A. and Plaza, E. “Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches” *AI Communications*, Vol 7, Nr. 1., 1994.
- [CE11] Council of Europe “Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment”, http://www.coe.int/t/dg4/linguistic/Cadre1_en.asp, 2011.
- [Do09] Dorn, J., Grün, Ch., Werthner, H. and Zapletal, M. “From Business to Software: A B2B Survey”, *Information Systems and e-Business Management*, 7, pp. 123-142, 2009.
- [Do16] Dorn, J. “Sharing Project Experience through Case-based Reasoning” in *Proceedings of Int. Conference on Knowledge Management*, 2016.
- [Du13] Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J. and Reijers, H. A. “Fundamentals of Business Process Management” Springer, 2013
- [Fr12] Friedenstab, J.P. Janiesch, Ch. Matzner, M. and Müller, O. “Extending BPMN for Business Activity Monitoring” *Proc. of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 4158-4167, 2012.
- [HC93] Hammer, M. and Champy, J. A. “Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution” Harper Business Books, NY, 1993.
- [KC97] Kaplan, R.S. and Cooper, R., “Cost and Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance”, Harvard Business School Press, 1997
- [Ko09] Ko, Ryan K. L. “A Computer Scientist’s Introductory Guide to Business Process Management (BPM)” *ACM Crossroads Summer 2009/ Vol. 15, No. 4*.
- [Ko92] Kolodner, J. “An Introduction to Case-based Reasoning” *Artificial Intelligence Review* 6, pp. 3–34, 1992.
- [Le08] Lee, W., Shah, N., Sundlas, K. and Musen, M. “Comparison of Ontology-based Semantic-Similarity Measures” *AMIA Annual Symposium Proceedings*, pp. 384–388, 2008.
- [OM10] Object Management Group “Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0”, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>, 2010.
- [Ri16] Richardson, C. “Future Look: BPM Programs Shift Gears To Accelerate Digital Transformation Vision: The Business Process Management Playbook”, Forrester Research, 2016

WORKSHOP IV

Data-Driven Knowledge Management – DDKM

OrganisatorInnen

- Univ.-Prof. Dr. Stefan Thalmann, Karl-Franzens Universität, Graz, Österreich
- Dr. Daniel Bachlechner, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, Deutschland
- Prof. Dr. Susanne Durst, School of Business, University of Skövde, Skövde, Schweden

Zielsetzung

- Data-driven knowledge management for improved decision making
- Application of data-driven knowledge management in industry
- Knowledge codification support by data analytics
- Data-driven technology-enhanced learning and unlearning
- Knowledge- based business models
- Knowledge protection in connected supply chains
- Knowledge risk management in data-driven environments
- New (alternative) governance mechanisms for data-driven knowledge management

Beschreibung

Data-driven technologies are changing and shaping organizational processes supply chains and business models. This also affects the way how knowledge can be managed at the individual, organizational and inter-organizational level.

Data-driven technologies offer new opportunities to explicate information and knowledge from organisation members, provide personalized decisions support, provide learning material during the execution of business processes, or find suitable partners for joint knowledge creation and knowledge sharing. Data-driven technologies also entail the risk of increased knowledge leakage or other knowledge-related risks, which could implicate that an organization loses its competitive edge. Hence, both knowledge protection and an improved (knowledge) risk management become crucial activities of an integrated knowledge management in connected supply chains that are characterized by massive data exchange and collaboration among diverse market actors.

The scope of this workshop is to discuss how data-driven technologies impact the way how organizations manage knowledge to develop and maintain competitive advantage, to develop new knowledge-based business models or to renew existing business models. Additionally, methods and approaches to address the above-mentioned risks shall be discussed.

Programmkomitee

- Univ.-Prof. Dr. StefanThallmann, (main contact) Karl Franzens Universität, Graz Österreich
- Dr. Daniel Bachlechner, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, Deutschland
- Prof. Dr. Susanne Durst, School of Business, University of Skövde, Schweden

4.1 Information and knowledge risks in supply chain interactions of SMEs: An exploratory study

Klaus North⁵⁶, Armindo Barbosa de Carvalho⁵⁷; Alessio Maria Braccini⁵⁸, Susanne Durst⁵⁹, João Alvaro Carvalho⁶⁰, Karin Gräslund⁶¹, and Stefan Thalmann⁶²

Abstract: Due to digitalization companies increasingly interact with other organizations. Data, information, and knowledge are exchanged along the supply chain. This not only creates benefits but also creates manifold risks. The latter is particularly relevant for SMEs being usually the weaker partner in vendor buyer relations. This paper explores information and knowledge risks associated with supply chain interactions. Risks are identified for three phases of a typical vendor and buyer relations cycle: the preparation phase, the development and learning phase, and the operational phase. The relevance of the relations presented will have to be empirically validated. For this, a first explorative focus group involving SMEs was conducted. The overall aims of the ongoing research project are first, to raise awareness among SMEs about these risks, and secondly, to provide training and assistance for these companies on how to avoid or mitigate these risks.

Keywords: supply chain, risks, SMEs, knowledge risks, cyber risks

56 Wiesbaden Business School, Hochschule RheinMain, Bleichstr.44, 65183 Wiesbaden; Klaus.North@hs-rm.de,

57 Cotec, Edifício Porto INOVA, Rua Engenheiro Ferreira Dias, n.º 728 - Sala 1.05, P-4100 -246 Porto, armindo.carvalho@cotec.pt

58 Università degli Studi della Tuscia, Via del paradiso, 47 - 01100 Viterbo, abbraccini@unitus.it

59 School of Business, University of Skövde, Högskolevägen, 541 28 Skövde (Sweden); susanne.durst@his.se

60 Departamento de Sistemas de Informação, Universidade do Minho, P-4800-058 Guimarães, Portugal; jac@dsi.uminho.pt

61 Wiesbaden Business School, Hochschule RheinMain, Bleichstr.44, 65183 Wiesbaden, Karin.Graeslund@hs-rm.de

62 Karl-Franzens-Universität Graz, Business Analytics and Data Science-Center – May Jung-Labor (BANDAS-Center), Attemsgasse 11, 8010 Graz, stefan.thalmann@uni-graz.at

1. Introduction

Due to digitalization companies increasingly pushed into cross-organizational collaborations. Consequently, an increasing amount of data, information, and knowledge is exchanged along the supply chain. According to [Ch98], a supply chain ‘...is a network of organizations that are involved, through upstream and downstream linkages in the different processes and activities that produce value in the form of products and services in the hand of the ultimate consumer.’

The exchange of data, information and knowledge exchange along the supply chain can be viewed as one of the key characteristics of advanced manufacturing concepts, frequently labeled as industry 4.0 or advanced manufacturing [Ka15]. Data analytics promise huge advantages for supply chain management, especially in regard to quality management and for predictive maintenance. However, the exchange across organizational boundaries bears also the risks of losing competitive knowledge or of revealing business insights to other companies or even to competitors [MT15]. Further, the increasing digitalization of supply chains bears also the risks of being in the focus of cyber-attacks [SLT15]. Both threats (1) not to know which business insights or critical knowledge an external part can derive from shared data and (2) to be a possible target of a cyber-attack are major concerns of organizations in general.

Even though they belong to a heterogeneous universe of economic actors [NV16], small and medium enterprises (SMEs) are typically in a weak position when it comes to information and/or knowledge exchange relationships with larger firms and they are less able to deal with knowledge risks [LLP03]. Further, SME’s address knowledge protection mostly with informal measures and they have typically no systematic approach [MTM15]. This is because SMEs in contrast to large enterprises typically do not have the resources and especially the skills to react suitably to these risks [FH15]. Due to this situation, SMEs might be cautious about adopting digital technologies and/or they do not address or inadequately act towards the arising risks.

2. Linking knowledge risks to supply chain interactions

In a business context, risk expresses the fear that economic activities lead to the loss or devaluation of an important asset or a decrease in the performance of the business [HCN15]. Extant literature mainly relates supply chain risk to the probability of occurrence of disruptive events in the operational supply chain [HCN15]. There are only a few sources regarding strategic issues [St05] and knowledge as a risk factor is not addressed explicitly in the literature reviewing supply chain risks [GS15].

[DZ18] define knowledge risk as “a measure of the probability and severity of adverse effects of any activities engaging or related somehow to the knowledge that can affect the functioning of an organization on any level.” This definition embraces also risks related to data and information. [DZ18] have also proposed a concept map of knowledge risks, which is viewed as a basis for more research at both the conceptual and empirical levels.

In the following, we will explore knowledge risks related to typical supply chain interactions. As to date there is no comprehensive taxonomy of supply chain interactions, the taxonomy below (see Table 1) has been compiled from different literature resources (e.g. [MZ00], [SWS02], [St05]) as well as own action research and consulting activities the authors have done with actors in supply chains.

In order to reach our aim, we analyzed a typical cycle of vendor and buyer relations, [FF14] which we divided into three phases: the preparation phase, the development and learning phase, and the operational phase. The relations presented in Annex 1 will have to be empirically validated in the next step. For this, a focus group approach involving SMEs is envisaged. The main aims of the ongoing research project are first, to raise awareness among SMEs about these risks and second, to provide them training and assistance on how to avoid or mitigate these risks.

Let us now look into widespread knowledge risks in each of the three phases.

The preparation phase usually begins with a request for information followed by bidding and tendering or supplier rating. In the sales process, representing a sub-phase, suppliers are requested by clients to disclose financial data as a basis to agree on “allowed” margins, a common practice in the automotive industry. In this first phase, suppliers are required to disclose detailed information so that potential buyers can learn about the supplier’s capabilities. This might lead to the undesired disclosure of competitive knowledge.

In the development and learning phase, suppliers innovate together with clients. New knowledge is created and often supplier staff is integrated into client teams. This collaborative process in a supply chain context may result in changes to the products, processes, or services [RSW04]. In this interaction, intellectual property (IP) protection poses considerable problems (Müller et al. 2013). This is particularly true when engineers of the suppliers are integrated into client teams. There is also the risk that these persons defect to the client. In vendor building programs vendors, on the one hand, learn from clients but, on the other hand, must also be prepared to share their knowledge with performance improvement teams from clients or within a vendor network. This might lead to an undesired disclosure of critical knowledge.

The operational phase is characterized by an exchange of huge amounts of data and information and also involves ongoing decisions, operational order processing and logis-

tics processes. In this phase, there are a number of risks relating to people defecting and undesired disclosure of information.

Depending on the interaction modes used, e.g. EDI, online platforms and applications as well as cloud services cyber risks are also increasingly present. According to the US. National Institute of Standards and Technology (NIST) Key Cyber Supply Chain Risks include risks from third party service providers or vendors – from janitorial services to software engineering with physical or virtual access to information systems, software code or IP. Risk further include poor information security practices by lower-tier suppliers or compromised software or hardware purchased from suppliers. Software security vulnerabilities in supply chain management or supplier systems; Counterfeit hardware or hardware with embedded malware constitute additional risks. Third party data storage or the use of data aggregators can also lead to serious knowledge risks.

3. Exploratory Study on Knowledge Risks in SMEs

The literature review on knowledge risks in supply chain interactions produced interesting results, but with no specific focus on SME's. Based on this insight, we decided to conduct an exploratory investigation on how SMEs perceive knowledge risks in supply chain interactions.

3.1 Workshop description

For this purpose, we ran a workshop with representatives from SMEs in Portugal. Following a purposeful sampling approach, an invitation was sent to representatives of several SMEs engaged in cross-organizational supply chain interactions. Considering our perception that issues related with information are often assigned to IT managers, we sought a mix of general managers and IT managers in the workshop. Invitations have been made through personal contacts to enterprises that regularly participate in the activities promoted by COTEC - a Portuguese enterprise association to foster innovation. Although eight SME from the north of Portugal agreed to participate in the workshop, only four showed up for the workshop. All the no-shows were general managers (CEOs or equivalent). Thus, the workshop was run only with IT managers. All participants were male and had more than 10 years of professional experience. Besides the invitees three other persons participated in the workshop: a project manager from COTEC and a researcher and a research assistant on IS. They acted as conductors of the session, moderators and they took notes of what happened in the workshop.

The workshop consisted of three phases: inception, discussing, and closing. In the first phase participants were confronted with a presentation that addressed information security in general and the key insights from the literature review (table 1). The discussion phase encompasses the testimonies of the participants. Participants were encouraged to share the practices of their enterprises and their technical opinions regarding the issues

addressed in the workshop. In the closing phase the moderators brought up the aspects that emerged as more controversial or that were viewed as more important and asked the participants to confirm their viewpoints. The workshop lasted for around 90 minutes. After the workshop, the moderators collated their notes and produced a summarizing report.

3.2 Workshop results

The results reported in this section are based on the summarizing report produced by the moderators of the workshop.

A first aspect to mention is a confirmation that issues related with information and knowledge are perceived by the enterprises as belonging to the IT realm. When inviting enterprises to participate in the workshop, some managers suggested to be represented by their IT managers. Furthermore, the general managers that agreed to be present ended up by not showing up. The discussions during the workshop, somehow confirmed this. The participants, that evidenced to be well aware of their enterprise's actions, mainly reported protective measures related with computer security and with information and knowledge protection. The participants also referred that despite the general management is aware of security and knowledge risks, they view it as a cost they would like to avoid as much as possible and IT managers have to go through great efforts to convince managers to the importance of such issues.

Despite all the companies in the session were aware of information and computer security, some of the companies reported that their awareness was raised after being victims of ransomware attacks. Furthermore, General Data Protection Regulation also contributed to raise the awareness to the need of paying more attention to information protection, both from the perspective of potential victims of cyber-attacks and from the perspective of holders of information about their customers. However, most of the security measures address access to computers, only a few to protect information.

Bidding and tendering are not perceived as risky moments for sensitive information and knowledge. The perception of the workshop participants is that these activities involve mostly administrative information. Therefore, no special care needs to be taken with the corresponding interactions. This doesn't mean that the enterprises are naive in their commercial relations. They value trust and whenever they perceive a supplier or customer as non-trusting, they avoid them.

If security procedures (technical or non-technical) become obtrusive and affect easy access to information by the parties, such procedures are likely to be rejected by management. Similar attitude exists regarding the information sales people have to deal with. Although management is aware of the risk of losing competitive knowledge related to their customers, they privilege easy access to information by sales people instead of establishing extra security measures.

Investing in education and training is crucial to protect the company's knowledge, especially on non-technical people. Social engineering is one of the major threats to the companies, and the employees must be informed of all the risks. For instance, one participant said "If there is an email with "invoice" in the subject, the email will be open by the accounting personnel". They recognize weaknesses in what concerns the companies' digital competences of most employees, including those that deal with sensitive information and knowledge.

All the participants referred that is inevitable to work on supply chain networks. When they work with large companies, they accept the security requirements they impose. Such requirement might include going through audits, signing non-disclosure agreements regarding the information of the products they manufactured, or other. However, the participants don't have the same procedure with their suppliers, normally smaller companies that they perceive as not being prepared to deal with demanding security measures.

Some companies have showed some apprehension about losing critical information to competitors. But at the same time, they have not pointed a clear strategy for mitigating such concerns. The risk of losing information is faced as a normal risk of the business, and they will not refrain to accept a contract because of fear of losing information. When working on supply chain networks, they provide all the information that is asked, as they view that as inevitable if they want to participate in these supply-chain networks.

The companies seem to protect their intellectual property as much as necessary to be in a fair market. When competitors are not fair, there isn't much they can do about it. Some of the companies have patents and are aware that it is easy (and likely) that their products are copied. However, the costs of protection and the time it takes to solve those issues leads them not to worry too much with copyright infringement situations. Some companies consider that the patents do not give them a special position in the market, instead they rely on building strong relationships with clients and suppliers, and in the quality of the goods they manufacture or of the services they provide.

The R&D&I area is the most protected area of the company and the one that has more valuable information, however there is no estimation of the value of this information, no list of risks of losing this information and no assessment of the risks of having a cyber-attack.

4. Conclusiones and outlook

One of the major reasons for the uncertainty about supply chain risks is a lack of knowledge about the multitude of knowledge risks that may emerge in supply chain interactions and about possible countermeasures. Hence, there is a need for awareness training for organizations in supply chains, particularly for SMEs. This training should

help in developing greater transparency which would benefit not only the companies' owners/owner-managers but also the entire supply chain management. Policy makers may also benefit from this improved transparency and could in turn offer better support and assistance.

In this ongoing research project, we have made the first step to explore information and knowledge risks in supply chain interactions. In our explorative investigation it turned out that SMEs are under strong pressure from large enterprises and that they do not have the skills and the resources to take suitable measures. The findings are limited to the four persons interviewed and will need to be confirmed by a larger sample of firms. Based on the insights gained the involved research team will consider how to raise awareness about the risks and assist SMEs in avoiding or mitigating the risks according to their needs.

Literature

- [Ch98] Christopher, M.: *Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service*. Second ed. London, 1998
- [DZ18] Durst, S., & Zieba, M.: Mapping knowledge risks: towards a better understanding of knowledge management, *Knowledge Management Research & Practice*, DOI: 10.1080/14778238.2018.1538603, 2018
- [ED14] Edvardsson, I.R., & Durst, S.: Outsourcing of knowledge processes: a literature review. *Journal of Knowledge Management*, 18(4), 795-811, 2014
- [FH15] Falkner, E.m. Hiebl, M.: "Risk management in SMEs: a systematic review of available evidence", *The Journal of Risk Finance*, Vol. 16 Issue: 2, pp.122-144, 2015
- [FF14] Fraser Johnson, P; Flynn, A.: *Purchasing and Supply Management*. McGraw-Hill Education; 15th Edition, 2014
- [GS15] Guertler, B. & Spinler, S. (2015) Supply risk interrelationships and the derivation of key supplyrisk indicators. *Technological Forecasting & Social Change* 92, 224–236. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1538603>.
- [HCN15] Heckmann, I., Comes, T., Nickel, S.: A critical review of supply chain risk – Definition, measure, and modeling. *Omega* 52, 119–132, 2015
- [Ka15] Kagermann, H. "Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0." *Management of permanent change*. Springer Gabler, Wiesbaden, 2015. 23-45.
- [LLP03] Levy, M.; Loebbecke, C.; Powell, P: SMEs, co-opetition and knowledge sharing: the role of information systems. In: *European Journal of Information Systems* 12 (1), S. 3–17. DOI: 10.1057/palgrave.ejis.3000439, 2013.
- [MT15] Manhart, M., and S. Thalmann. "Protecting organizational knowledge: a structured literature review." *Journal of Knowledge Management* 19.2: 190-211, 2015.
- [MTM15] Manhart, M., S. Thalmann, and R. Maier: *The Ends of Knowledge Sharing in Networks: Using Information Technology to Start Knowledge Protection*." ECIS. 2015.
- [MZ00] Min, H.; Zhou: Supply chain modeling: past, present, and future. *Computers & Industrial Engineering* 43, 231- 249, 2002
- NIST (no year): *Workshop brief on cyber supply chain best practices*. <https://csrc.nist.gov/CSRC/media/Projects/Supply-Chain-Risk-Management/documents/briefings/Workshop-Brief-on-Cyber-Supply-Chain-Best-Practices.pdf>
- [NV16] North, K. Varvakis, G. Eds: *Competitive strategies for small and medium enterprises*. Heidelberg: Springer, 2016

- [RSW04] Roy, S., Sivakumar, K., Wilkinson, I.F.: Innovation Generation in Supply Chain Relationships: A Conceptual Model and Research Propositions. *JOURNAL OF THE ACADEMY OF MARKETING SCIENCE*, winter 2004, pp. 61-78, 2004
- [SWS02] Simatupang, T.M. Wright, A.C., Sridharan, R.: The knowledge of coordination for supply chain integration. *Business Process Management Journal*, Vol. 8 No. 3, pp. 289-308, 2002
- [St05] Stadtler, H.: Supply chain management and advanced planning—basics, overview, and challenges. *European Journal of Operational Research* 163 (2005) 575–588, 2005
- [SLT15] Stjepandić, J., H. Liese, and AJC Trappey : Intellectual property protection" *Concurrent Engineering in the 21st Century*. Springer, Cham, 521-551, 2015.
- [WD18] Williams, C., & Durst, S.: Exploring the Transition Phase in Offshore Outsourcing: Decision Making amidst Knowledge at Risk. *Journal of Business Research*, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.01.013>, 2018

Annex 1: Knowledge risks in supply chain interactions

Type of interaction	Description	Knowledge risk	References
The preparation phase			
Bidding and tendering, Requests for information	In the offer and tendering process suppliers are requested to provide detailed technical information, project references etc.	Disclosure of competitive knowledge	[MTM15]
Sales process	Sales reps of suppliers develop privileged relations with clients and accumulate knowledge about clients	Sales representatives defect and take clients with them	
Supplier/vendor rating	Vendors/ suppliers are given standing, status, or title according to their attainment of some level of performance and capabilities.	Disclosure of competitive knowledge	[MTM15]
Open book interaction	Suppliers are requested by clients to disclose financial data as a basis to agree on “allowed” margins	Disclosure of competitive knowledge	

The development and learning phase

Collaborative product and service development	Suppliers innovate together with clients, new knowledge is created Supplier staff is integrated into client teams	Unclear IP protection, The expertise of suppliers is used by clients without adequate compensation	[RSW04]
Project development and execution by supplier consortium	Suppliers collaborate and pool resources to win and execute multifaceted projects	Disclosure of competitive knowledge, unwanted knowledge spill-over	
Vendor building	Vendors learn from clients but have to share knowledge with teams from clients or within a vendor network, development of global outsourcing relationships	Disclosure of competitive knowledge	[WD18]

The operational phase

Advanced supply chain planning	Exchange of market and capacity information along the supply chain	Disclosure of knowledge on market position, plans, strategies and performance	[St05]
Job shops or contract manufacturing	Clients supply material and often also equipment and suppliers execute work according to the clients' detailed specifications	Dependency on know-how of client and total transparency of performance	
Operational order fulfilling, and logistics processes and ongoing decisions made in a	These processes often require a close interaction, information and data exchange between sup-	Unwanted knowledge spill-over personnel from supplier defects to clients	

client-vendor arrangement	plier and client		
Division of labour	Focus on core competences	Unlearning, knowledge attrition and knowledge loss	[ED14]
Interaction modes via EDI, online platforms and applications, cloud services etc.	Depending on the modes of interaction used data, information and knowledge are exchanged, Lack of state of the art technology, software etc.	Undesired disclosure or loss of data, information, and knowledge, Risk of hacker/cyber-attacks, risks related to the application of old technologies/software, espionage	NIST, [DZ18]

4.2 Collaborating in a Research and Development Project: Knowledge Protection Practices applied in a Co-opetitive Setting

Rene Kaiser⁶³, Stefan Thalmann⁶⁴, Viktoria Pammer-Schindler⁶⁵ and Angela Fessl⁶⁶

Abstract: Organisations participate in collaborative projects that include competitors for a number of strategic reasons, even whilst knowing that this requires them to consider both knowledge sharing and knowledge protection throughout collaboration. In this paper, we investigated which knowledge protection practices representatives of organizations employ in a collaborative research and innovation project that can be characterized as a co-opetitive setting. We conducted a series of 30 interviews and report the following seven practices in structured form: restrictive partner selection in operative project tasks, communication through a gatekeeper, to limit access to a central platform, to hide details of machine data dumps, to have data not leave a factory for analysis, a generic model enabling to hide usage parameters, and to apply legal measures. When connecting each practice to a priori literature, we find three practices focussing on collaborative data analytics tasks had not yet been covered so far.

Keywords: Knowledge Sharing; Knowledge Protection; Protection Practices; Collaboration;

1 Introduction

Current trends such as globalisation and digitization demand inter-organisational knowledge sharing [ITM18]. Organizations increasingly need to absorb external knowledge in order to remain competitive [LA08]. Knowledge sharing networks are collaboration structures that allow organisations not only to acquire and share knowledge, but also to collaboratively develop knowledge [TS18]. Via such networks, organizations become part of an environment in which knowledge is distributed over its member organizations and in turn over the people working in the member organizations [SCK11].

In such networks, organizations benefit from joint knowledge sharing and creation with external partners, but also have the risk to lose competitive knowledge to partners (especially to competitors) also engaging in the same networks [TI18]. Thus, in addition to knowledge sharing and creation activities, organisations also need to protect own critical knowledge [JM16]. As a consequence, balancing knowledge sharing and protection is a

⁶³ Know-Center – Research Center for Data-Driven Business & Big Data Analytics, Graz, Austria

⁶⁴ University of Graz and Institute for Interactive Systems and Data Science, Graz University of Technology

⁶⁵ Know-Center and Institute for Interactive Systems and Data Science, Graz University of Technology

⁶⁶ Know-Center – Research Center for Data-Driven Business & Big Data Analytics, Graz, Austria



major challenge for participants in inter-organizational knowledge sharing networks [LFP16].

In this paper we present a study in the setting of a collaborative European research and innovation project with 37 partner organisations as an instantiation of a knowledge sharing network. We have carried out 30 interviews on knowledge sharing and protection practices. We describe overall seven salient knowledge protection practices, and discuss them in a structured way.

The main contribution of our work is threefold: first, we could confirm that there is a need for knowledge-intensive companies to participate in knowledge sharing networks. Secondly, we therefore suggest to refer to such co-opetitive collaboration structures as “knowledge sharing and protection networks”. Thirdly, we elaborate on seven knowledge protection practices and relate them to prior literature.

2 Background and Related Work

Knowledge creation theory views an organization as a knowledge-creating entity, arguing that not only knowledge but also the capability to create, share, and utilize knowledge are the most important sources of a firm’s competitive advantage [Non94]. Knowledge creation in organizations has been regarded as ‘knowledge conversion’, which spans individual, group, and organizational levels [Non94]. Knowledge creation in inter-organizational contexts demands the additional capability of protecting knowledge [TD12] and when it simultaneously involves cooperation and competition (i.e. shared knowledge may be used for competition), it is called *co-opetition* [LLP03]. Organizations therefore have to manage *knowledge sharing* under co-opetition and thus balance knowledge sharing and protection [LFP16] [MT15].

Despite knowledge protection being a core strategy of knowledge management [BS01], it is mainly investigated on a conceptual level for explicit knowledge in formal settings [MT15]. According to [MTM15], knowledge protection can (1) focus on restricting the sharing within a certain communication channel, i.e. participate in a knowledge sharing network, (2) focus on restricting the sharing with specific sharing partners, i.e. share only with trusted peers or (3) focus on restricting the sharing of concrete knowledge artefacts, i.e. knowledge related to a certain topic.

Literature largely views knowledge protection as a coordinative and contractual task in dyadic relationships, such as joint ventures or the cooperation of large international enterprises, but neglects complex relationships, such as in networks [HST15] [PMW15]. Data-centric collaborations in co-opetitive settings are not investigated from a knowledge protection point of view so far. To tackle this research gap and to shed more light on the challenge of balancing knowledge sharing and protection in data-centric co-

opetitive settings, more research is required to understand which concrete protection practices and measures can be applied.

3 Methodology

3.1 Context: Co-opetitive Collaborative Research and Innovation Project

This paper investigates the setting of a cross-organisational European research project. 37 institutions from five European countries collaborate in this project. Of these, 16 are research institutions and several of the involved companies are active in the same market, and hence in competition to each other. More than 600 people are actively involved in the project. The project addresses challenges for innovating in semiconductor and electronics manufacturing, focusing on topics such as data analytics and production process optimization. The power semiconductor and electronics manufacturing field is a high-tech industry and a very knowledge-intensive sector; meaning that core technological knowledge is for every company a key asset. Any details about products and their manufacturing are confidential by default. This encompasses for example production and process know-how, insights into physical and chemical processes, knowledge about technical approaches and advanced technologies, or data encapsulating implicit details regarding procedures, practices, machines and even customers. It is essential for industry partners to avoid any risks of knowledge spill-over or indirect leakage towards competitors via third parties. Risk mitigation and knowledge protection are very serious concerns as they don't want to jeopardise their competitive advantages and market position.

Collaboration within the setting of a cross-organisational European research project makes sense for member organisations as the key questions of the project do not target core competitive knowledge (yet); and the European Commission provides funding for this collaboration that would not be available without the networked project setting. However, member organisations, represented by individual project members, are also concerned that collaboration within the project may still inadvertently give competitors insights into critical knowledge and procedures.

The project can therefore be understood as a setting of a co-opetitive endeavour, a setting in which member organisations follow the strategy to combine competition and cooperation with each other [GJ11] [Lu07].

3.2 Study Design

We conducted semi-structured interviews using an interview guideline focussing on how the interviewee is involved in the collaboration and communication with project partners, as well as how they deal with the tension of sharing and protecting sensitive

knowledge in collaboration. We also asked which tools and infrastructures are used, and how benefits and risks of knowledge sharing are assessed.

We conducted 30 interviews, 28 of them via a remote audio connection (telephone or Skype) and two of them face-to-face. We argue that with this number of interviews we cover the breadth of the project sufficiently, and as an indicator towards that we saw saturation with respect to new insights in this sample. To invite interviewees, we applied a purposeful sampling, i.e. we focussed on project members who are actively involved in the cross-organisational collaboration. With consent of the interviewees, the interviews were recorded for subsequent analysis. To refer to the interviews in anonymized form they are coded with IDs *IN01* to *IN30*. Interviews were conducted in English or in German. Any quotes in German have been translated to English. Quotes have been anonymized to hide the names of persons and institutions as well as to protect the identity of the interviewees themselves.

For a concise overview, the descriptive statistics of our sample are depicted in Table 2.

Number of interviews	30
Interviewees (female/male)	31 (5/26)
Work experience	AVG 15.75 years
Interview duration	20 – 70 min, AVG ~40 min
Interview language	German: 25; English: 5
Interviewee country	AT: 13; DE: 12; IT: 2; PT: 3

Table 2: Details about the interview sample. One interview involved two interviewees.

The recordings of the interviews have been transcribed. Then, the analysis process followed the qualitative content analysis according to Mayring [Ma14]. The first step of analysis towards understanding the project partners' knowledge protection behaviour was to process all answers that are directly relevant for this topic. All relevant statements were filtered out and this subset was further analysed by assigning codes. Codes emerged via *inductive* category development. After this iterative coding process, three main code categories emerged that group the statements along three distinct aspects: (1) *#protectionConcern*: statements describing the knowledge which is to be protected as well as the rationale to protect it, (2) *#aspectOfBalancing*: statements discussing the process of deciding on a protection practice and the factors of the decision, and (3) *#protectionMeasure*: statements mentioning concrete measures for protection. The category (3) emerged out of 27 more specific sub-codes which it aggregates, each of the 27 corresponding to a knowledge protection measure – to name one example: to share results but never share details about the underlying process which is subject to intellectual property. See Table 3 for an overview and the Appendix for a detailed visualisation.

<i>Category name</i>	(1) #protectionConcern	(2) #aspectOfBalancing	(3) #protectionMeasure
<i>Description</i>	Knowledge that should be protected as well as reasons for protection.	Decision on how the balancing of sharing and protecting is handled.	Concrete measures that have been mentioned.
<i>Number of statements</i>	79	138	115

Table 3: Three categories have emerged based on a coding process, structuring all answer statements.

During our analysis we found typical logical sequences for the three aforementioned categories. We clustered these sequences into seven knowledge protection practices, which we present in the subsequent results section. Each practice condenses evidence from multiple interviews, and interviewees employ multiple practices in different situations.

4 Results: Knowledge Protection Practices

Below we describe in structured form the seven practices identified in our study:

4.1 Practice 1: Restrictive Partner Selection

Project members protect their interests by carefully choosing at setup time whom to collaborate with in a close manner, or at all. Competitive partners might join the same project consortium, but not directly collaborate in the structures of the project where the actual work is performed. *INI9* represents a company partner and explains:

“Of course I pay attention to intellectual property. At project setup time I make sure that the tasks are structured in modular and encapsulated fashion, and I very carefully select the partners who work with me in a certain task. When this is cleanly set up, and only those who really contribute join, rather than those who just wish to join as well, then the IP issues in daily project business are mitigated.”

WHY – The rationale behind not directly collaborating with all partner organisations is to avoid risks of revealing sensitive knowledge to these partners. Applying this practice spares the continuous decision-making efforts to balance sharing and protecting knowledge when collaborating.

WHAT – Subject to protection is any sensitive partner knowledge that may become visible or is generated in the collaborative project.

CONSTRAINTS – Since partnerships with partners in a consortium can be of strategic interest, a compromise to forfeit this practice may be taken in favour of other interests.

IMPLICATIONS – By avoiding collaborations with risky partners like competitors, knowledge spill-over risks can be minimized and any communication involving potentially sensitive knowledge becomes more straightforward. However, avoiding to closely communicate with certain partners also impedes any impact and innovation stemming from such collaborations.

DECISION PROCESS/FACTORS – Partners weighing the risks, as well as the pros and cons of collaborating with a certain partner on a certain topic. They might also consider not to collaborate with further partners who have close ties to their competitors.

4.2 Practice 2: Communication through Gatekeeper

Defining a rule that all communication should be authorized by the designated gatekeeper. Frequently, this is made transparent to partners. *IN01* reflects on this role:

„I strive to check the project’s file share once a week to see if there is something that is relevant for us, and forward it internally, but this means I am something like the internal information gatekeeper. So I have to check everything and distribute internally. (...) And that requires effort of course. (...) Naturally among the colleagues in the project this creates an information imbalance.”

WHY – A project partner might strive for full control over all knowledge exchanged and consider it safer to have it all handled by a single responsible person capable of balancing the sharing and protection decisions in their best interest.

WHAT – Subject of protection are any contents of the project and any sensitive knowledge belonging to the partner applying this protection practice.

CONSTRAINTS – The larger the project team, the closer the direct collaboration, and the more people are directly in contact, the more difficult it becomes to manage this role.

IMPLICATIONS – A gatekeeper can be very efficient in deciding from case to case what to share or not, but gatekeepers can also be a bottleneck and difficult to replace.

DECISION PROCESS/FACTORS – This practice is only applicable, if the complexity and nature of the direct collaboration with partners can be handled by such a role.

4.3 Practice 3: Limit Access to Central Platform to a Small Number of People

Only a small number of people per organisation get access to the sharing platform, and the rule is to only use this platform for classified knowledge.

WHY – The risk of knowledge leakage is considered lower when only few partner representatives have accounts and thus access.

WHAT – Documented knowledge and data stored in IT systems.

CONSTRAINTS – Sharing partners need to be willing to use this platform and accept the overhead and bottleneck issues inherent to this knowledge protection practice.

IMPLICATIONS – This practice can help to protect sensitive knowledge by restricting access to few persons, hence reducing risks of illegal access and sharing. However, this practice can be a critical bottleneck causing communication overhead and delays.

DECISION PROCESS/FACTORS – The improved protection comes with higher overhead and coordination. *IN25* acknowledges this trade-off:

“The only thing would be access to (this platform), which could be made easier or allowed for more people, this is the only constraint but I also regard it as necessary.”

4.4 Practice 4: Hide Details of Machine Data Dumps

The owner of the data makes sure any sensitive details are removed from the data set before it is shared. What also needs to be taken into account is the purpose of it being processed by the external partner: hiding or obfuscating too much may imply the data is not suitable for further processing anymore. *IN11* stated:

“I think we would pass on simulated or anonymized data if that were the case, (...) that you, very concretely, simply replace the machine names for example with M1 to M200 or so, such that it is no longer traceable which machines are actually in the factory. But such that still the data flow can be understood, in the way that you can say this was handled by this machine and then it went there. That way you can draw conclusions, but it is a sufficient granularity for the project.”

From the perspective of the partner receiving the data set, *IN21* acknowledges that anonymized data can be sufficient:

“(...) get excerpts of data which are anonymized which essentially is enough for us. If a product is named A or X, Y, Z is not relevant for the information we provide.”

WHY – Partners sharing data sets need to make sure the data shared does not contain any confidential knowledge.

WHAT – Any confidential details contained explicitly, or any implicit knowledge which could be made visible via advanced analysis or aggregation with further data sets.

CONSTRAINTS – It might turn out that no solution can be found that balances both the protection needs and the (level of) details required for the collaboration.

IMPLICATIONS – Data sets can be shared with external partners who may process them independently. But it is typically not clear what an expert can extract out of the data, hence there is still an undefinable inherent risk.

DECISION PROCESS/FACTORS – The sharing partner needs to carefully consider what sensitive knowledge is contained in the data set, at the same time making sure it is still useful with respect to the intended purpose.

4.5 Practice 5: Data Won't Leave Factory for Analysis

In contrast to transferring the data from the data owner to the analytics expert, the practice is to conduct the analytics via a secure remote connection and hence make sure the data remains within the industry partner's premises. *IN2I* explains the setup in their use case:

“Yes, this is a topic for us indeed, since with our monitoring systems we have to analyse data to calculate KPIs etc. which stem from deep inside the production and are of course relevant for protection causes. (...) “Some of the data must not leave the factory. So we just analyse them on site, also we receive data excerpts which are anonymized. Which essentially is sufficient for us.”

WHY – Industry partners tackle an advanced data analytics problem with collaborators and do not want the data to be processed outside their premises.

WHAT – The subject of protection is sensitive data stemming from e.g. production processes within an industry company.

CONSTRAINTS – Applying this measure may not be well suited when very interactive analysis is required where not having direct access to the data impedes progress. In any case, partners need to agree on an infrastructure to enable remote analysis, for example using Apache Zeppelin (<https://zeppelin.apache.org/>) and consider any risks of collaborating via a remote connection.

IMPLICATIONS – Data can be processed without leaving the factory, thus mitigating risks of knowledge spill-over, but not having direct access to the data may cause the analytics work to be inefficient.

DECISION PROCESS/FACTORS – Weigh the risk reduction against the additional communication effort and potential security risks of the remote connection itself.

4.6 Practice 6: Generic Model Hiding Usage Parameters

The idea behind this protection practice is to instead of fitting a model to the intended parameters, to instead develop a generic model that not only suits the eventual usage parameters but also the parameter space around them, e.g. by employing a Design of Experiments (DoE) [Mo09] modelling approach. This enables the user of the model to collaborate while not sharing these parameters.

WHY – The partner executing the model does not want the developer of the model to know which exact parameters they use. *IN27* as the developer of the model describes the challenge:

“With (user partner), there is some issue. (...) They use this (machine). And the (parameterization) is what they are very keen on. They don't want to disclose this. So the issue is, how can I model the (machine), can describe a process, if I don't know (machine details). (...) That's gonna be a kind of a challenge.”

WHAT – The subject of protection is very sensitive process know-how.

CONSTRAINTS – This very specific knowledge protection practice is only applicable in certain constellations where the user of a model seeks to protect usage parameters, and developing a generic model is even possible.

IMPLICATIONS – With this protection practice, the process parameters can indeed be hidden as long as the possible parameter space is large enough to prevent determination. However, generic models require extra effort and handling requires extra communication overhead among partners. Further, generic models might also perform worse.

DECISION PROCESS/FACTORS – Investigate if the modelling can actually be done in a generic fashion, if the parameter space is complex enough to effectively hide the real set of parameters, if the generic model's quality is good enough for its intended use.

4.7 Practice 7: Apply Legal Measures

Beyond basic laws, partners apply legal measures to specify how their knowledge or intellectual property may be shared or exploited. Concrete measures are for example project consortium agreements, non-disclosure agreements (NDAs), or patents.

WHY – Contractual agreements among project consortia or individual partners typically form a legal framework based on which partners have a certain level of trust that whatever they share, invent or develop, it will only be used by their partners with their agreement.

WHAT – Subject of protection are any contents and outcomes of the joint project, as well as any prior knowledge of the partners or insights into their organisation.

CONSTRAINTS – Legal measures require a certain level of knowledge maturity and it is sometimes difficult to enforce the legal measures.

IMPLICATIONS – Legal agreements may provide the basis for a relatively open and fruitful collaboration, but they are sometimes costly to enforce or not very effective for immature knowledge.

DECISION PROCESS/FACTORS – Legal measures are a standard procedure but not very effective for immature and critical knowledge.

5 Discussion of Results

“There is no way to guarantee how the information will be used. Again, when we trust the other partners, we can be more confident. But at the end it is a human decision to share it or not.” (IN20)

In our interviews we found seven practices which are applied to balance knowledge sharing and protection in our setting – a collaborative research and developing project in which among others, competitors are collaborating focussing on data-driven innovations in the semiconductor industry. We intend to contribute to the literature in two ways: (1) research on balancing knowledge sharing and protection focusses very much on dyadic relationships and research on more complex and interwoven collaboration structures is scarce [PMW15] [LFP16] [HST15]. In our case we investigated a complex knowledge sharing network which formed a project to acquire public funding and which can be characterized as co-opetition setting. (2) Research on knowledge sharing and protection mostly neglects the IT perspective so far [MT15] [ITM18]. We investigated an IT-mediated and data-centric collaboration and thus aimed at filling this gap.

In the practice **restrictive partner selection**, the communication partner selects less risky partners for collaboration and avoids collaborations with more risky partners. In the literature it is mentioned that the willingness to share can be limited to certain groups due to protection concerns [Ri15]. In this case, the formation of subgroups is mentioned as recommended practice [MTM15].

The **communication through a gatekeeper** channelizes the knowledge sharing through one person. This provides a lot of control to the company but can also be a serious barrier to knowledge sharing. In literature such strategy is also mentioned as persistent participation to control knowledge risks in which a less knowledgeable person takes the role of the gatekeeper and is not able to share the risky knowledge [JV16].

The **limitation of access to certain people** is well known from the information security literature and can be used to manage knowledge risks by defining role-based access

models [TM13] [Th14]. Further, literature also reports about limiting the access to corporate social media accounts to avoid knowledge loss [STM15].

Hiding details of machine data dumps means to change the data shared with the partners. We found no technical procedure related to data and knowledge protection in the literature. But in general, the strategy of hiding details is mentioned frequently [MTM15] [MT15].

The practice to **not have data leave a factory for analysis** focusses on a collaborative data science project and is specific for a data-centric collaboration. Access controls for devices such as laptops, hard disks, USB sticks etc. are mentioned [TM13].

The practice based on a **generic model hiding usage parameters** is very specific for data-centric collaborations and no related work could be found in regard to knowledge protection. In general, this behaviour fits with the strategy to hide details mentioned in the literature [MTM15].

The **legal measures** are mentioned by several of the interviewees, but they are also aware of their limitations. Examples are measures like non-disclosure agreements, contractual clauses with suppliers, or competitor clauses. The pertinent literature also found that these measures are considered as relatively ineffective as their character is rather punitive [No01], that social control might be more effective than legal recourse [Li97], and that it is difficult and costly to enforce such legal measures [OHH11].

PRACTICE	LITERATURE COVERAGE
Practice 1: Restrictive Partner Selection Select less risky partners for collaboration and no close collaboration with critical partners.	Literature mentions restriction to groups [MTM15].
Practice 2: Communication through Gatekeeper Communication with partners via a single responsible person fully aware of knowledge risks.	Persistent participation to control knowledge risks [JV16], but not explicitly the role as control mechanism.
Practice 3: Limit Access to Central Platform to a Small Number of People Project-internal data exchange platform: only few representatives have access as a safety measure for secure sharing.	Defining role-based access models and as part of a social media strategy this can be used to control knowledge outflows [TM13] [Th14] [STM15].
Practice 4: Hide Details of Machine Data Dumps Details of machine data are hidden not to reveal implicit knowledge.	Share general knowledge & protect details [MTM15], but without specific focus on sharing data dumps.
Practice 5: Data Won't Leave Factory for Analysis Physical limitation: data must not leave the factory.	Access controls for devices such as laptops, hard disks, USB sticks etc. are mentioned [TM13], but not in regard to remote data analytics.

<p>Practice 6: Generic Model Hiding Usage Parameters Model (of reactor processes) is created in a very generic and parameterizable form. Company partner executes it with secret process parameters which hence stay hidden for the scientific partner.</p>	<p>The strategy to hide details is mentioned in the literature [MTM15], but the application of a generic model for knowledge protection is not mentioned so far.</p>
<p>Practice 7: Apply Legal Measures Legal measures are applied to avoid unintended knowledge leakage or usage by sharing partners.</p>	<p>Frequently mentioned in literature, but relatively ineffective [No01] [Li97] [OHH11].</p>

Table 4: Overview of the seven practices presented in detail.

Summing up, the practices restrictive partner selection, limiting access and apply legal measures are in line with the related work. The practice communication through gatekeeper is not mentioned as an explicit control mechanism so far. The practices hide details of machine data dumps, data won't leave factory and the generic model are specific to data-centric collaborations and are not mentioned in the related knowledge protection literature so far, even if some general concepts like hide details are mentioned of course.

6 Conclusions

With the present work, we contribute the following to existing research on knowledge sharing and protection in knowledge sharing networks: Firstly, based on our overall impression from the carried out interviews, we confirm that there is a need for knowledge-intensive companies to participate in knowledge sharing networks. We also confirm that most individual representatives see this benefit. In parallel however, they struggle with how, practically, to protect sensitive knowledge in co-opetitive settings. In the setting that we investigated, the competitive and knowledge-intensive nature of the sector, knowledge protection was a significant concern in relationship to collaboration. Secondly, we would therefore suggest to call such a co-opetitive collaboration structure a “knowledge sharing and protection network”, in which what is shared, and what is protected is carefully and tediously balanced in day-to-day collaborative activities. This added “and protection” in the name would acknowledge and appreciate the amount of effort made by the organisational representatives that goes into maintaining the necessary balance.

Finally, at the core of the paper we elaborated on seven distinct knowledge protection practices, based on 30 interviews. We could relate 3 practices well to prior literature, one partly and we note that 3 practices are not well covered by the knowledge protection literature as they are focussing specifically on data-centric collaborations. Practice 6 is unseen in literature, and as a third contribution of this paper we therefore provide this practice as newly enabled by data-driven technologies, and will also follow up on this practice in own future work.

Acknowledgements

The work has been performed in the project *Power Semiconductor and Electronics Manufacturing 4.0* (SemI40), under grant agreement No 692466. The project is co-funded by grants from Austria, Germany, Italy, France, Portugal and Electronic Component Systems for European Leadership Joint Undertaking (ECSEL JU). The Knowledge Center is funded within the Austrian COMET Program – Competence Centers for Excellent Technologies – under the auspices of the Austrian Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology, the Austrian Federal Ministry of Economy, Family and Youth and by the State of Styria. COMET is managed by the Austrian Research Promotion Agency FFG.

References

- [BS01] Bloodgood, J.M. and Salisbury, W.D. 2001. Understanding the influence of organizational change strategies on information technology and knowledge management strategies. *Decision support systems*, 31(1), pp.55-69.
- [GJ11] Gnyawali, D. R. and Park, B.-J. 2011. Co-opetition between giants: Collaboration with competitors for technological innovation. *Research Policy* 40, 5 (2011), 650–663.
- [HST15] Hernandez, E., Sanders, W. G. and Tuschke, A. 2015. Network defense: pruning, grafting, and closing to prevent leakage of strategic knowledge to rivals. *Academy of Management Journal*, 58, 1233-1260.
- [ITM18] Ilvonen, I., Thalmann, S., Manhart, M. and Sillaber, C. 2018. Reconciling digital transformation and knowledge protection: a research agenda. *Knowledge Management Research & Practice*, 16(2), 235-244.
- [JM16] Jarvenpaa, S. L. and Majchrzak, A. 2016. Interactive self-regulatory theory for sharing and protecting in interorganizational collaborations. *Academy of Management Review* 41, 1 (2016), 9–27.
- [JV16] Jarvenpaa, S. L., and Välikangas, L. 2016. "From governance void to interactive governing behaviors in new research networks." *Academy of Management Discoveries* 2, no. 3 (2016): 226-246.
- [La08] Larsson, A., Ericson, Å., Larsson, T. and Randall, D. 2008. Engineering 2.0: Exploring Lightweight Technologies for the Virtual Enterprise. In *Proceedings of the 2008 International Conference on the Design of Cooperative Systems*. 205–216.
- [LLP03] Levy, M., Loebbecke, C. and Powell, P. 2003. "SMEs, co-opetition and knowledge sharing: the role of information systems." *European Journal of Information Systems* 12.1 (2003): 3-17.
- [Li97] Liebeskind, J. P. 1997. "Keeping Organizational Secrets: Protective Institutional Mechanisms and Their Costs," *Industrial and Corporate Change* (6:3), pp 623-663.
- [LFP16] Loebbecke, C., van Fenema, P. C. and Powell, P. 2016. Managing inter-organizational knowledge sharing. *Journal of Strategic Information Systems* 25, 1 (2016), 4–14.
- [Lu07] Luo, Y. 2007. A cooperation perspective of global competition. *Journal of World Business* 42, 2 (2007), 129–144.
- [MT15] Manhart, M. and Thalmann, S. 2015. Protecting organizational knowledge: a structured literature review. *Journal of Knowledge Management* 19, 2 (2015), 190–211.
- [MTM15] Manhart, M. and Thalmann, S. and Maier, R. 2015. "The Ends of Knowledge Sharing in Networks: Using Information Technology to Start Knowledge Protection". *ECIS 2015 Completed Research Papers*. Paper 129.
- [Ma14] Mayring, P. 2014. "Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution." (2014): 143.

-
- [Mo09] Montgomery, D. C. 2009. Design and analysis of experiments, 5th edn. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [Non94] Nonaka, I. 1994. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation, *Organization Science*, 5(1), pp. 14-37
- [No01] Norman, P. M. 2001. "Are Your Secrets Safe? Knowledge Protection in Strategic Alliances," *Business Horizons* (44:6), pp 51-60.
- [OHH11] Olander, H., Hurmelinna-Laukkanen, P., and Heilmann, P. 2011. "Do SMEs Benefit From HRM-Related Knowledge Protection In Innovation Management?," *International Journal of Innovation Management* (15:3), pp 593-616.
- [PMW15] Pahnke, E., McDonald, R., Wang, D. and Hallen, B. 2015. Exposed: Venture capital, competitor ties, and entrepreneurial innovation. *Academy of Management Journal*, 58, 1334-1360.
- [Ri15] Ritala, P., Olander, H., Michailova, S., and Husted, K. 2015. "Knowledge sharing, knowledge leaking and relative innovation performance: An empirical study." *Technovation* 35 (2015): 22-31.
- [STM15] Sarigianni, C., Thalmann, S., & Manhart, M. (2015). Knowledge risks of social media in the financial industry. *International Journal of Knowledge Management (IJKM)*, 11(4), 19-34.
- [SCK11] Spithoven, A., Clarysse, B. and Knockaert, M. 2011. Building absorptive capacity to organise inbound open innovation in traditional industries. *Technovation* 31, 1 (2011), 10–21.
- [TI18] Thalmann, S., and Ilvonen, I. 2018 "Balancing Knowledge Protection and Sharing to Create Digital Innovations." *Knowledge Management in Digital Change*. Springer, Cham, 2018. 171-188.
- [TM13] Thalmann, S., and Manhart, M. 2013. "Enforcing organizational knowledge protection: an investigation of currently applied measures." In *Seventh (pre-ICIS) Workshop on Information Security and Privacy (WISP)*, Milan, Italy.
- [Th14] Thalmann, S., Manhart, M., Ceravolo, P. and Azzini, A., 2014. An integrated risk management framework: measuring the success of organizational knowledge protection. *International Journal of Knowledge Management (IJKM)*, 10(2), pp.28-42.
- [TS18] Thalmann, S., and Schäper, S. 2018. "Localizing Knowledge in Networks of SMEs – Implication of Proximities on the IT Support." *Knowledge Management in Digital Change*. Springer, Cham, 2018. 189-206.
- [TD12] Trkman, P. and Desouza, K. C. 2012. Knowledge Risks in Organizational Networks: An Exploratory Framework. *Journal of Strategic Information Systems* 21, 1 (2012), 1–17.

7 APPENDIX

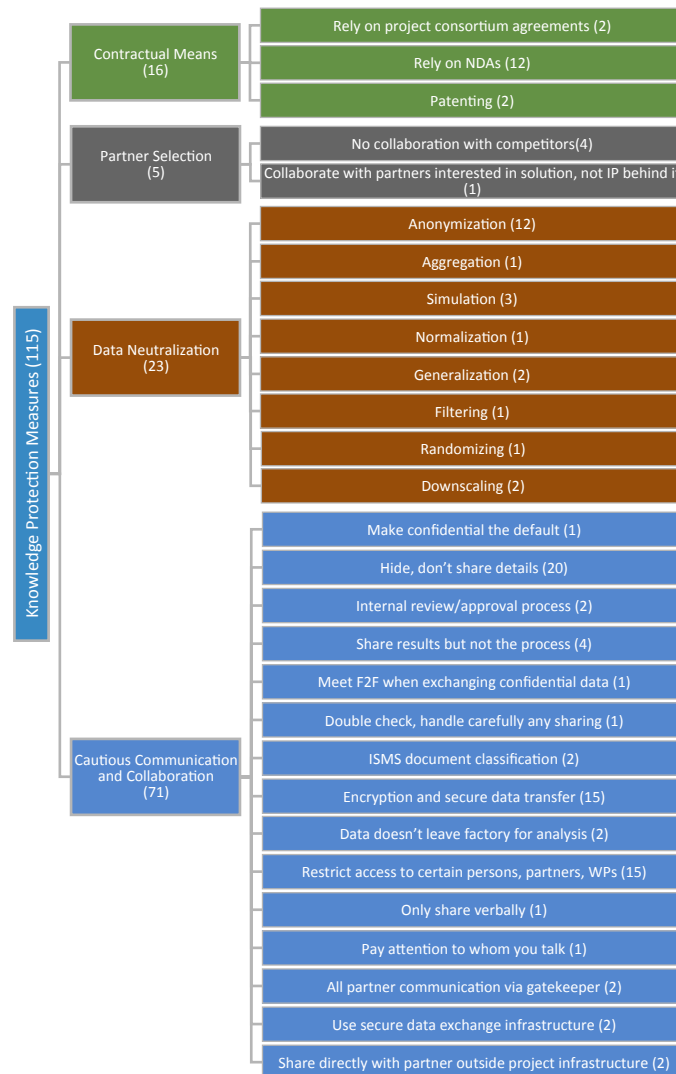


Figure 12: The 27 knowledge protection measures mentioned by the interviewees, grouped along 4 knowledge protection practices.

4.3 Analysing Knowledge Risks Of Sharing Immature Knowledge

Florian Königstorfer⁶⁷

Keywords: Knowledge Risk Management; Knowledge Maturity Model

1. Motivation , Goal(s) and Research Questions

Problem Statement

Digitisation: a central topic when it comes to innovation in the 21st century. According to the EU Data Market study “the use of data-driven innovation” will “increase even in less favourable economic conditions” (IDC, 2017) until the year 2020. According to the study, this increase in data-driven innovation will translate into a higher number of Data Workers, Data Companies and Data Users as well as a higher revenue for the Data Industry as a whole. A driver of the trend towards higher data driven innovation is the ability to share large amounts of data between organisations. Data is often shared with the intention of optimizing supply chains and production processes or with the goal of improving the quality of products.

Inter-organizational knowledge sharing also comes with certain risks (Durst & Zieba, 2017). For instance, Ritala, Olander, Michailova and Husted (2015) found that uncontrolled knowledge sharing can result in a decreased innovation performance. Also, unintentionally revealing business critical knowledge can decrease bargaining power, disrupt supply chains and have an overall negative impact on business’ most crucial processes (Ilvonen, Thalmann, Manhart, & Sillaber, 2018).

A particularly sensitive issue is the case of sharing supply chain data. Having data about a competitor’s supply chains gives a company the ability to disrupt the supply chain, which can have a strongly negative effect on operating income, return on sales, return on assets and also shareholder wealth (Hendricks & Singhal, 2005).

⁶⁷ Karl Franzens Universität Graz, Business Analytics and Data Science-Center – May Jung-Labor (BANDAS-Center), Attems-gasse 11, 8010 Graz, Austria, florian.koenigstorfer@uni-graz.at

Preventing targeted attacks on a company's supply chain by protecting data about supply chains can have significant benefits for the company itself as well as its shareholders (Manhart, Thalmann, & Maier, *The Ends of Knowledge Sharing in Networks: Using Information Technology to Start Knowledge*, 2015).

One possible way a company could get harmed by sharing data about supply chains comes up when companies release an unedited data set about their supply chain. Once a company releases this data, a competitor could use Data Analytics to determine how to disrupt the company's supply chain. The competitor could do that by – for instance – occupying production capacities of a supplier, therefore reducing the amount of resources that supplier can spend on supplying other companies. Small and Medium enterprises (SMEs) are particularly at risk, since they have fewer employees to work on fixing disruptions in a supply chain and fewer products. For this reason, SMEs will be the focus of my research work.

2. Preliminary Literature Review

Knowledge can be categorized into different levels of maturity, with the help of the knowledge maturity model introduced by Maier & Schmidt (2015). In the Knowledge Protection literature, knowledge risks in general (Durst & Zieba, 2018) are discussed frequently. Also, there is a wealth of literature about protecting fully developed knowledge and ideas (Manhart & Thalmann, 2015).

At the same time, risks and protection measures relating to immature knowledge (any and all knowledge that has not yet completed the third stage (Transformation) of the knowledge maturity model defined by Maier and Schmidt (2015)) receive less attention in the literature. This research will extend the research done by Maier and Schmidt (2015) by investigating knowledge risks associated with each step of the knowledge maturity model from a general point of view and the knowledge risks associated with data-based collaborations in a more detailed manner.

Investigating knowledge risk and protection measures for immature knowledge will result in a more in depth understanding of knowledge risks, which can lead to new/additional methods and approaches to addressing the knowledge risks detailed by Durst and Zieba (2018). These new/additional methods and approaches can in turn be used to improve (knowledge) risk management from a practitioner's as well as from an academic's point of view.

More effective protection of immature knowledge can help companies prevent knowledge leakages and spill overs and secure their competitive advantage. Improved protection of immature knowledge can also help companies with developing and maintaining their competitive advantage. This is particularly important when considering new knowledge from an innovation management perspective.

The goal of my research work is to develop a risk management model to help academics and practitioners deal with immature knowledge. In order to develop an effective knowledge risk management model, one needs to answer the following questions:

- Which knowledge risks apply at different stages of the knowledge maturity process? Which risks are most relevant at which stage? Why are certain risks more relevant than others at different stages?
- How can these risks be addressed and with which measures? How can the risks and (potential) benefits of sharing immature knowledge be balanced?
- How can business critical knowledge/data be protected in the context of inter-organisation collaboration without endangering innovation?
- (How) can Data Analysis be used to identify business-critical knowledge in data sets? How can Data Analysis be used to identify and/or hide such business-critical knowledge?

3. Outlook

I will investigate the research questions on an organisational level. Specifically, I will investigate knowledge risks related to sharing knowledge about supply chains. To answer the research questions mentioned above, three steps will be undertaken:

First, a thorough literature review according to Webster and Watson (2002) will be conducted. The literature review will be used to identify which knowledge risks are most relevant at which stage of the maturity process. As well as how to balance these risks with any potential benefits.

- The second step is to investigate how companies deal with balancing the risks and the benefits in real life by conducting case studies and interviews as well as to create a Data Driven tool to identify Knowledge Risks in data sets.
- The third step is to develop strategies and guidelines for academics and practitioners to balance knowledge risks and benefits (in the context of inter-organizational collaboration and innovation).

References

Durst, S., & Zieba, M. (2017). Knowledge risks-towards a taxonomy. *International Journal of Business Environment*, 9(1), pp. 51-63.

Durst, S., & Zieba, M. (2018). Mapping knowledge risks: towards a better understanding of knowledge management. *Knowledge Management Research & Practice*, pp. 1-13. doi:10.1080/14778238.2018.1538603

Hendricks, K. B., & Singhal, V. R. (2005). An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm. *Production and Operations management*, 14(1), pp. 35-52.

IDC. (2017). *European Data Market - Final Report*. Brussels: European Commission. Retrieved

from https://sites.google.com/a/open-evidence.com/download/repository/SMART20130063_Final%20Report_030417_

Ilvonen, I., Thalmann, S., Manhart, M., & Sillaber, C. (2018). Reconciling digital transformation and knowledge protection: a research agenda. *Knowledge Management Research & Practice*, 16(2), pp. 235-244.

Maier, R., & Schmidt, A. (2015). Explaining organizational knowledge creation with a knowledge maturing model. *Knowledge Management Research & Practice*, 13(4), pp.

361-381. doi:10.1057/kmrp.2013.56

Manhart, M., & Thalmann, S. (2015). Protecting organizational knowledge: a structured literature review. *Journal of Knowledge Management*, 19(2), pp. 190 - 211. Manhart, M., Thalmann, S., & Maier, R. (2015, May). *The Ends of Knowledge Sharing in Networks: Using Information Technology to Start Knowledge*. ECIS.

Ritala, P., Olander, H., Michailova, S., & Husted, K. (2015). Knowledge sharing, knowledge leaking and relative innovation performance: An empirical study. *Technovation*, 35, pp. 22-31.

Webster, J., & Watson, R. T. (2002, June). Analyzing the Past to Prepare for the Future:

Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, 26(2), pp. xiii-xxiii.

4.4 Towards Classification of Technical Sound Events with Deep Learning Models

Constantin Rieder⁶⁸, Markus Germann⁶⁹ and Klaus Peter Scherer⁷⁰

Abstract: Sounds of machines and mechanical systems contain a lot of information about the observed object and its state. Experienced engineers and technical service staff can often identify or classify a certain technical object with state via its sound. An equivalent automated system with such capabilities is difficult to realise because of noisy unknown surroundings. In this paper, we show an approach to implement the mentioned characteristics with deep learning methods and enhance the power of a technical assistance system.

Keywords: Deep Learning, Sound Analysis, Information Systems

1. Introduction

Information and mobile assistance systems are becoming increasingly important in the context of the digitisation and the development of technical services, such as technical customer service. Generally, these systems are intended to provide the user the appropriate information when carrying out his work, to provide suitable assistance, to support decisions and if necessary, to guide the user. This paper presents one of the emphasized topics from the project MARS (Multimodal Information Systems with Robust Semantics). The main project idea is the development of an information system, which recognizes the desired information need based on different input modes and generates a corresponding reaction. These input modes include natural language queries, visual information and sound signals. With regard to the latter point, the basic idea is to extract features from incoming sound signals or certain sound events from technical equipment and machines to classify the mechanical object or rather to detect the condition of the inspected object such as a machine failure. The assistance system needs the identification of the sound event in order to be able to initiate appropriate support measures regarding the identified technical object.

⁶⁸ Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Automation and Applied Informatics, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany, Constantin.Rieder@kit.edu

⁶⁹ Ibidem, Markus.Germann@kit.edu

⁷⁰ Ibidem, Klaus-Peter.Scherer@kit.edu

The realization of the presented idea will use machine learning methods in order to train neural networks to detect and classify a certain technical object or its condition by analysing its sound patterns from an audio recording. The implementation of such a classification procedure needs a large amount of data. Unfortunately, it is very difficult to find recordings or datasets that cover the technical and industrial sound schemes extensively. For this purpose, we use the AudioSet from Google, a suitable dataset, which provides a relatively large quantity of the desired technical and industrial sound events for training and evaluation [Ge17].

2. Used Dataset

The AudioSet from Google Research was used for the experimental implementation of the classifications. One of the main advantages of the AudioSet is that the audio material is well prepared for machine learning. The current release consists of over 2 million hand-labeled 10-second clips. The individual clips are from YouTube videos and the labels are taken from the AudioSet ontology, a hierarchical set of over 600 audio event classes. It includes a broad spectrum of sounds ranging from human voice to music and machine sounds to general ambient sounds [Go18].

2.1 Data Representation

The AudioSet offers a compact representation of the audio sources in a CSV format and a feature set of extracted 128-dimensional audio features (per second sound recording). These audio features are stored in 12.228 TensorFlow Record Files and are approx. 2.4 GB in size. The features are stored as *tensorflow SequenceExample* protocol buffers. The context part contains meta information such as the video ID, start and end time as well as the labels contained in the sequence in coded form. Furthermore, the Protocol Buffer contains the audio features themselves. These are stored in the form of byte lists as 128-bit quantified features. For each second in the sequence such a byte list is created [Go18].

2.2 Data Preprocessing

The focus will be on the application in a technical and industrial environment, therefore irrelevant sounds such as “Human Sounds”, “Animal Sounds” and “Music” were removed in a rough cut in the first step. In the next step of preprocessing, the intersection of relevant and non-relevant entries was included. The relevant entries were separated from the intersection by loading every single TFRecord, comparing the concrete labels with the desired target set, removing the non-relevant units and rewriting the TFRecord File, so that mainly mechanical components were entered as features. In this way, an acceptable subset with a size of approx. 1.2 GB was created from the entire feature set.

The feature set coming from the preprocessing will be served as input and processed in the next phase with deep learning procedures to train the artificial neural networks. Several different models are used for this purpose.

3 Concept

In the first realization steps, a prototypical framework was conceptualized with corresponding modules for different tasks. The audio features module provides the respective labelled audio segments. The acoustic model training module performs the deep learning steps to learn the acoustic model (see Fig. 1).

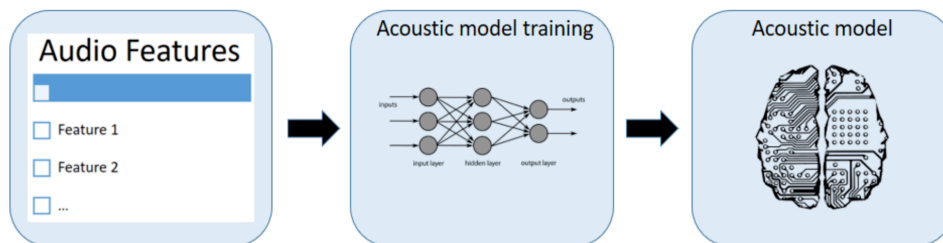


Figure 13: Training the model

From the application point of view, the process begins with a module that delivers a sound segment from an audio recording. The next module extracts the audio features and transfers them to the acoustic model. Now the acoustic model is used to classify the unknown set of features and generates a label accordingly. In the best case, the label matches with the corresponding information from the information system which is then made available to the user (see Fig. 2).

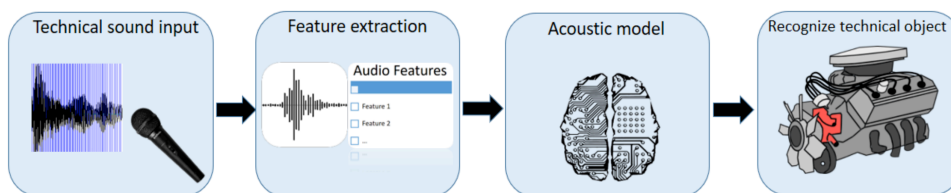


Figure 14: Using the acoustic model to recognize and classify technical objects

Together, the modules presented above form the targeted overall framework for the technical sound recognition. Fig. 3 shows the structure and the general idea of the planned technical sound recognition procedure. The incoming technical sounds are processed by the feature extraction unit, which extract the input features for the sound recognition engine unit from audio waveforms of technical sounds. The sound recognition unit is responsible for the matching of the incoming extracted features. It uses the acoustic model, which has been trained for specific sounds of technical objects before. In

this unit, further processing of the result can take place or the assistance services responsible for the recognized object can be initiated.

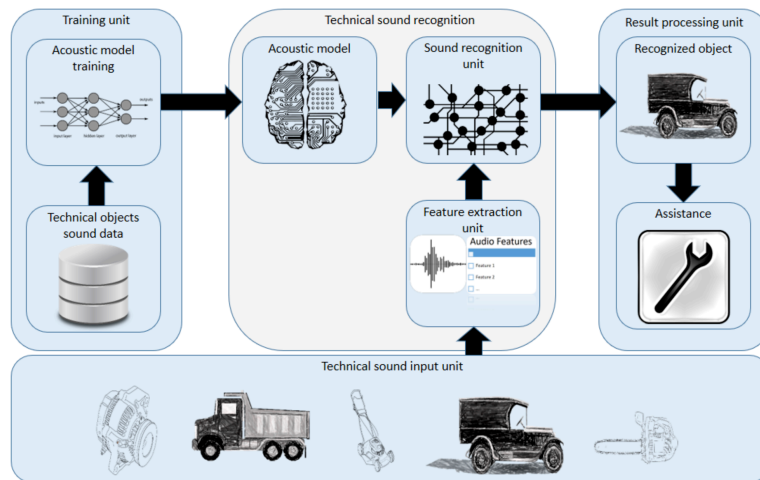


Figure 15: Structure of the mechanical sound recognition system

4 First experiments and evaluation

In the first experimental setup, different neural networks were trained and evaluated for technical sound recognition in an experimental setup. Sound events are ongoing events over time. Hence, sound events can be seen as sequences and the task in sequence classification is predicting a category for the sequence. AudioSet provides the audio features in frame level format representing 10 second chunks at 1 Hz. Therefore following frame-level classification approaches were used with TensorFlow [Te18] framework:

- Frame level logistic model
- Deep bag of frames model (Dbof)
- LSTM (Long Short Term Memory) model
- Bidirectional LSTM

The models mentioned were selected because they are suitable for the intended field of application and, according to [Ab16], provide promising results. More technical details and advantages on LSTM can be found in [HS97] and on Dbof in [Ar18]. Initially, all classes from the pre-processed data set were selected and trained. Later, the number of classes was arbitrarily restricted to four, namely engine knocking, scrub, scrape and rub. The limitation should show how the training and evaluation behaves when trying to classify certain technical sounds. Of course, other combinations may also be used. The

results of the different trainings and evaluations are summarized in Fig. 4 on the next page.

Training						Evaluation				
Model	Classes	Epochs	Batch size	Learn rate	Layer	Avg_Hit@1	Avg_PERR	MAP	GAP	Avg_Loss
Logistic	All	100	512			0.311	0.278	0.093	0.245	6.700
Dbof		50	512	0.002		0.006	0.006	0.003	0.002	24.610
Lstm		50	512	0.001	2	0.175	0.133	0.005	0.126	7.383
Lstm		100	512	0.001	2	0.234	0.214	0.066	0.16	11.093
Lstm		125	512	0.001	2	0.001	0.225	0.206	0.153	9.637
Lstm		100	512	0.001	3	0.225	0.201	0.007	0.164	7.612
Lstm		100	512	0.001	4	0.131	0.094	0.015	0.058	8.202
LstmBidirect		50	512	0.001	2	0.24	0.221	0.008	0.169	13.428
LstmBidirect	4	50	16	0.001	2	0.138	0.139	0	0.061	12.408
LstmBidirect	4	100	512	0.001	2	0.106	0.106	0	0.043	12.587
Lstm	4	100	512	0.001	2	0.434	0.436	0	0.514	5.847
Lstm	4	11	8	0.001	3	0.434	0.436	0	0.482	5.395
Lstm	4	50	8	0.001	3	0.672	0.673	0.001	0.642	24.813
Lstm	4	50	8	0.001	4	0.65	0.65	0.001	0.64	2.322

Figure 16: First training and evaluation results

The first results indicate that the methods should be further adapted and improved. One of the reasons could be the weak labeling of the data set. Considering the results of the runs using the corpus with all classes, the results are very modestly. Obviously, the reduction of the corpus to four selected classes shows a significant improvement. Therefore, a limitation of the corpus seems to be useful. The use of multi-level attention models could bring the desired improvements [Yu18]. The use of ResNet with certain adjustments, as shown by Hershey et.al in [He17], should also be considered.

5 Conclusions & future work

This paper proposed an approach for audio classification for certain technical sounds, which is a difficult but very interesting problem. With the provision of Audioset by the Sound and Video Understanding teams from Machine Perception research at Google, a good starting position regarding the labeled domain specific data was created. This data set can be used to initiate the investigation of certain sounds such as those of technical objects. The concepts and results presented in this short paper are currently in the initial phase and show the first results and a prototype slice of a subsystem. In the further work steps it is one of the main tasks to further optimize the architecture and to improve the

results. Furthermore, additional investigations and experiments are required, on the one hand on existing methods and on the other hand on other data sets and models.

6 Acknowledgement

The work presented in this article is supported and financed by Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) of the German Federal Ministry of Economics and Energy. The authors would like to thank the project management organisation AiF in Berlin for their cooperation, organisation and budgeting.

References

- [Ab16] Abu-El-Haija, S.; Kothari, N.; Lee, J.; Natsev, P.; Toderici, G.; Varadarajan, B.; Vijayanarasimhan, S.: YouTube-8M: A Large-Scale Video Classification Benchmark. CoRR abs/1609.08675/, 2016, arXiv:1609.08675, url: <http://arxiv.org/abs/1609.08675> .
- [Ar18] Araujo, A.; Négrevergne, B.; Chevaleyre, Y.; Atif, J.: Training compact deep learning models for video classification using circulant matrices. CoRR abs/1810.01140/, 2018, arXiv: 1810.01140, url: <http://arxiv.org/abs/1810.01140> .
- [Ge17] Gemmeke, J. F.; Ellis, D. P. W.; Freedman, D.; Jansen, A.; Lawrence, W.; Moore, R. C.; Plakal, M.; Ritter, M.: Audio Set: An ontology and human-labeled dataset for audio events. In: Proc. IEEE ICASSP 2017. New Orleans, LA, 2017.
- [Go18] Google AudioSet Developers: Audioset, accessed: 12.12.2018, Dec. 2018, url: <https://research.google.com/audioset> .
- [He17] Hershey, S.; Chaudhuri, S.; Ellis, D. P. W.; Gemmeke, J. F.; Jansen, A.; Moore, R. C.; Plakal, M.; Platt, D.; Saurous, R. A.; Seybold, B.; Slaney, M.; Weiss, R. J.; Wilson, K. W.: CNN architectures for large-scale audio classification. 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)/, pp. 131–135, 2017.
- [HS97] Hochreiter, S.; Schmidhuber, J.: Long Short-term Memory. Neural computation, pp. 1735–80, Dec. 1997.
- [Te18] Tensorflow Developers: Tensorflow, accessed: 12.12.2018, Dec. 2018, url: <https://www.tensorflow.org/> .
- [Yu18] Yu, C.; Barsim, K. S.; Kong, Q.; Yang, B.: Multi-level attention model for weakly supervised audio classification. In: DCASE2018 Workshop on Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events. 2018, url: <http://epubs.surrey.ac.uk/849626/> .

4.5 Understanding Industrial Processes using Process-Driven Visual Analytics

Josef Suschnigg⁷¹, Stefan Thalmann⁷², Matej Vukovic⁷³, Florian Ziessler⁷⁴, Juergen Mangler⁷⁵ and Tobias Schreck⁷⁶,

Abstract: The application of data analysis techniques promises innovative and valuable insights into industrial processes. Those processes can be managed via process engines, which also collect large amounts of data, relevant to the respective process. To reduce the complexity of the large amounts of data and to support users gaining new process knowledge, also from streaming data in an online fashion, a visual analytics approach seems promising. The presented concept combines the process engine with interactive process-driven visual data analysis and gives an outlook on how a prototype, for industrial process understanding, will be implemented.

Keywords: Data-Driven Knowledge; Process Engine; Visual Analytics

1. Introduction

The application of data analysis techniques promises innovative and valuable insights into organizational processes, services and products to organizations [DBB12]. An expectation in this regard is the externalization (codification) of process knowledge and thus its separation from employees. There is a long debate if, how and to which extent this separation from humans can be done (see e.g., [Ma07]) regarding information systems. However, one important expectation, regarding technical systems supporting knowledge management, is the support of knowledge discovery from organizational data [Pa14]. Thus, from our perspective, the focus of data-driven knowledge management is primarily on the support of knowledge identification and codification, based on the analysis of large data sets. In terms of business process management, process mining is a data-driven approach to gain insights about business processes [Aa07]. In this regard, process mining is specifically used to model or improve business processes during the design process. Data analytic approaches are scarce if it comes to the analysis of business processes during run-time, and particular regarding industrial processes [Th18]. Process knowledge is heavily embedded into the business context and an automatic identification seems very challenging, especially during run-time of the business proces-

⁷¹ Pro2Future Graz, Austria, josef.suschnigg@pro2future.at

⁷² University of Graz, Austria, stefan.thalmann@uni-graz.at

⁷³ Pro2Future Graz, Austria, matej.vukovic@pro2future.at

⁷⁴ Pro2Future Graz, Austria, florian.ziessler@pro2future.at

⁷⁵ Center for Digital Production Vienna, Austria, juergen.mangler@univie.ac.at

⁷⁶ Graz University of Technology, Austria, tobias.schreck@cgvtugraz.at

ses. Taking this observation into account, a visual analytics approach [Ke08], enabling and informing users to gain new process knowledge also from streaming data and in an online fashion, seems promising. In general, visual analytics approaches combine data modelling and analysis algorithms with interactive data visualization, aiming to support data understanding and decision making. By using a visual analytics approach, data should be prepared in a way, that the complexity for the user is reduced, and that the discovery of new and relevant insights is supported.

2. Approach

Industrial processes can be managed via process engines, which also collect large amounts of data, relevant to the respective process [Pa18]. The processes are enacted by a process engine [MR14]⁷⁷ that orchestrates the interactions and data-flow between different software artefacts (e.g. ERP, MES, ...), machines (e.g. turning, milling, measuring, ...), sensors (e.g. temperature, vibration, ...) , robots (e.g., automatic loading/unloading, transportation, ...) and humans. The processes are structured in sub-processes that call each other, so that humans with different backgrounds can easily comprehend what is going on at their level of expertise. For example, the topmost processes deal with ordering/ERP, while direct sub-processes model the actual steps needed for production, including the orchestration between different production cells (i.e. units comprised of tools, production machines, robots, and humans). Further down, sub-processes tackle generic interactions inside various types of production cells, finally calling sub-processes that deal with actual enactment and data collection on specific machines. All processes are based on the Business Process Modelling Notation (BPMN). Instead of relying on flat lists of resources, we put the process model into the center of our visualization enabling the process analyst to link current observations and insights directly to certain process steps. Based on this, we propose an interactive tool to explore and model relations between data channels, which are recording measurements from several sensors and other data sources from production machines. This data is visualized interactively in a scatter plot matrix [Sh17] to show and find relations between several channels. Further, deviations between past data sets can be outlined by different color-encoding and through domain knowledge of expert users, deviations can be interpreted.

To combine the ability of data-driven visual recognition of events or machine conditions and the process engine visualization, our concept is illustrated in Figure 1: (a) A line plot shows the evolution of the predicted quality over time. By data of previous production episodes, models are built, and the actual quality can be predicted. (b) For each process step in the process model, the expected item quality is visualized by the background color in shades of red. The more intensive the red color-encoding of the process is, the lower is the expected quality, caused by the according process. (c) Data of a process, which is responsible for a bad item product quality can be selected in the process model, and further analyzed in the regression lens and the scatter plot matrix [Sh17]. (d) By the

⁷⁷ <https://cpee.org>

regression lens bi-variate relations between data channels can be analyzed. Indicators for bad quality can be identified and further decisions can be made, e.g., pertaining to maintenance, machine calibration, process adjustments and other process-relevant operations. (e) If the quality prediction, after the last production process step, exceeds a specific threshold, the process can be modified by skipping the costly quality control. (f) To watch the evolution of data points over time the play button can start the simulation mode.

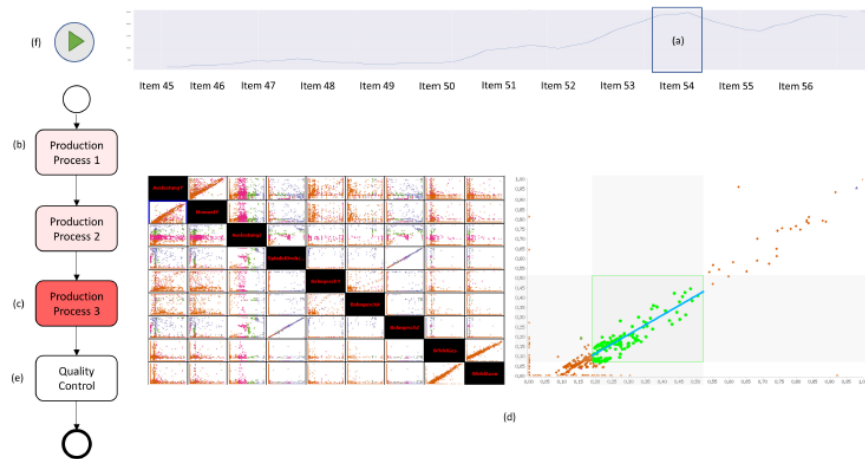


Fig. 1: Concept of the visual analytics dashboard user interface

3. Outlook

Based on the concept presented in this abstract, a prototype will be implemented. The prototype will receive process and quality data from the process engine and prepares the data suitable to the visualization. Based on the subsequent visual analysis, further decisions can be made and new knowledge by data insights can be returned to the process engine. The prototype will be evaluated in a context of a manufacturing project in a smart factory. One example, addressed by this work, is the uncertainty if warm-up procedures are needed, after a longer production break. Due to the low tolerances, regarding quality control, an insufficiently warmed-up machine is prone to produce defective parts. By comparative visual data analysis, a low production quality can be anticipated. The production process can be further adapted by interactively adding warm-up procedures to the BPMN model in the process engine. Another example can be the visual identification of the sub-process, that causes a bad product quality. By applying domain knowledge, the according sub-process can be adapted on a lower level. For example, production parameters (i.e. speed or CNC-program) can be customized to take countermeasures for achieving higher product quality and in the end, less defect products. Finally, also the knowledge risks that may be arising from transferring and analyzing data sets in cross-organizational settings (see [118]) will be investigated.

Acknowledgement

This research is done truly joint by the two Comet K1-Research Centers Pro²Future and Center for Digital Production (CDP). Pro²Future (Contract Nr. 854184) and CDP (Contract Nr. 854187) are funded within the Austrian COMET Program “Competence Centers for Excellent Technologies“ under the auspices of the Austrian Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology, the Austrian Federal Ministry for Digital and Economic Affairs and the Provinces of Upper Austria and Styria (for Pro²Future) and the Provinces of Vienna, Lower Austria and Vorarlberg (for CDP). COMET is managed by the Austrian Research Promotion Agency FFG.

References

- [Aa07] van der Aalst, W. M.; Reijers, H. A.; Weijters, A. J.; van Dongen, B. F.; De Medeiros, A. A.; Song, M.; Verbeek, H.: Business process mining: An industrial application. *Information Systems* 32/5, pp. 713–732, 2007.
- [DBB12] Davenport, T. H.; Barth, P.; Bean, R.: How ‘big data’ is different. *MIT Sloan Management Review*, 2012.
- [II18] Ilvonen, I.; Thalmann, S.; Manhart, M.; Sillaber, C.: Reconciling digital transformation and knowledge protection: a research agenda. *Knowledge Management Research & Practice* 16/2, pp. 235–244, 2018.
- [Ke08] Keim, D.; Andrienko, G.; Fekete, J.-D.; Görg, C.; Kohlhammer, J.; Melançon, G.: Visual analytics: Definition, process, and challenges. In: *Information visualization*. Springer, pp. 154–175, 2008.
- [Ma07] Maier, R.: *Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management*. 2007.
- [MR14] Mangler, J.; Rinderle-Ma, S.: CPEE - Cloud Process Execution Engine. *Proceedings of the BPM Demo Sessions 1295/22*, 2014.
- [Pa14] Pawlowski, J. M.; Bick, M.; Peinl, R.; Thalmann, S.; Maier, R.; Hetmank, L.; Kruse, P.; Martensen, M.; Pirkkalainen, H.: Social knowledge environments. *Business & Information Systems Engineering* 6/2, pp. 81–88, 2014.
- [Pa18] Pauker, F.; Mangler, J.; Rinderle-Ma, S.; Pollak, C.: centurio.work – Modular Secure Manufacturing Orchestration. In: *Proceedings of the Dissertation Award, Demonstration, and Industrial Track at BPM 2018 co-located with 16th International Conference on Business Process Management (BPM 2018)*, Sydney, Australia, 2018. Pp. 164–171, 2018.
- [Sh17] Shao, L.; Mahajan, A.; Schreck, T.; Lehmann, D. J.: Interactive regression lens for exploring scatter plots. In: *Computer graphics forum*. Vol. 36. 3, Wiley Online Library, pp. 157–166, 2017.
- [Th18] Thalmann, S.; Mangler, J.; Schreck, T.; Huemer, C.; Streit, M.; Pauker, F.; Weichhart, G.; Schulte, S.; Kittl, C.; Pollak, C., et al.: Data Analytics for Industrial Process Improvement A Vision Paper. In: *20th Conference on Business Informatics (CBI)*. Vol. 2, IEEE, pp. 92–96, 2018.

4.6 Application Potentials of Blockchain Technology for E-Portfolios in Higher Education.

Mattis Altmann⁷⁸, Christopher D. G. Schubert⁷⁹ and Alexander Clauss⁸⁰

Abstract: Blockchain technology is currently in discussion in numerous interdisciplinary fields. New fields of application appear in short intervals. This study analyzes the potential of blockchain technology for education, especially for e-portfolios. Therefore, a systematic literature review was realized. Results point out that the blockchain technology is still in an early stage of development and further research is needed to enable a functioning and practical blockchain e-portfolio system. But the technology offers enormous potentials for certification, credit mobility and applications as well as for privacy and data security. Legal questions and lack of standardization and acceptance appear to be major challenges for these potentials in the future.

Keywords: Blockchain, E-Portfolio, Lifelong Learning, Higher Education, University

1. Introduction

The knowledge society of the present time grows rapidly and ages at the same speed. Constant updates of existing and creation of new knowledge become more and more important [Ho18b] and can be realized within e-portfolios, as digital achievement and certification records. This ongoing process needs an agile operating system providing secure and fast handling of credentials and artefacts on a global level [WP18], which can be realized with blockchain technology. This technology is seen as major evolution of the internet and is handled as groundbreaking concept for the knowledge society [TT17]. Several potentials for the authorization and documentation of learners' and teachers' records were already identified [Fa18]. There is scarcely research about the way e-portfolios and blockchain technology complement each other. This study bridges this gap by analyzing the research question: Which application potentials does blockchain

⁷⁸ Chair of Wirtschaftsinformatik – Information Management. TU Dresden, Mattis.Altmann@Tu-Dresden.de

⁷⁹ Chair of Wirtschaftsinformatik – Information Management. TU Dresden, Christopher-Schubert@online.de

⁸⁰ Chair of Wirtschaftsinformatik – Information Management. TU Dresden, Alexander.Clauss@Tu-Dresden.de

technology offer for the documentation and certification of acquired qualifications in e-portfolios in higher education?

Therefore, the theoretical background of e-portfolios and blockchain technology is described first. Subsequently the research design is explained in detail to assure reproducibility and transparency. Afterwards the results of the literature review are systemized in inductive categories and presented, leading to the conclusion which consists of the evaluation of application potentials blockchain technology in e-portfolios in conjunction with Knowledge Management.

2. Background

The following chapter describes the basic characteristics of e-portfolios and blockchain technology. The aim is to create an overview about their basic functioning and fields of application. Furthermore, the technologies' potentials for education will be discussed.

2.1 E-portfolio

The term e-portfolio is not clearly specified. There are several definitions to be found in literature, which in part differ substantially from each other [Pa15, RMG18, Ho07]. In general, the e-portfolio is described as “the product, created by the learner, a collection of digital artifacts articulating experiences, achievements and learning” [Jo08] and defined as a digital collection of workpieces of a person documenting the product and process of competence development in a specific period of time [Ho07]. In short, the function of e-portfolios is “recording all the results of the different activities involved in the construction and evolution of a professional project” [PD09]. E-portfolios offer three beneficial dimensions for higher education. In the didactical dimension, the self-organization and focus on the process as well as the competence orientation are noticeable advantages. From an institutional point of view quality assurance and a reduction of study discontinuations represent potential benefits. Moreover, an E-portfolio supports a seamless transition into the labor market. In the third dimension -education policy- the technology offers transferability and is in accordance with the principles of lifelong learning [Ho07]. In contrast to the wide range of potentials, e-portfolios are in fact not implemented for the broad masses yet and can just be found as rather individual, isolated solutions [PA15, RMG18].

Besides individual studying schedules, the e-portfolio supports project-oriented studies and scientific work and opens up the possibility for future job candidates to portray their acquired competencies with more than grades [Ho07]. Furthermore, changes of learning institutions could be simplified in the process of lifelong learning. Companies could also profit from more detailed summaries of competencies because they directly support the search for and choice of suitable employees [RMG18]. There are several challenges

regarding these potential applications. A main challenge is the extensive variety of different isolated e-portfolio solutions, which complicate the interoperability and trust between the systems as they operate with different types of data and storage systems [Ho07, PD09, RMG18]. Through the universities' data sovereignty and their centralized approaches of data handling as well as the challenges described previously, no continuous knowledge documentation is possible yet, especially in case of changing educational institutions [Pa15]. Furthermore, the centralized authentication of users and data by only a very small circle of authorized personnel, opens doors for fraudulent misrepresentation and questions the authenticity when changing e-portfolio systems or exporting data [Pa15, RMG18]. Furthermore, privacy and data security are dependent on the educational institution, which operates the e-portfolio system and the functional specifications of the system itself. This complicates the handling for the users to concentrate on the actual features, as they have to deal with privacy and data security on every system [Ho07]. The e-portfolios seem to be useful in general as discussed before.

Functions, which are usable for most of the students are partly mentioned in the literature, but still leave substantial questions unanswered. For example, the scenario for job application is described [RMG18] but whence does the employer get the guarantee, that the data is trustworthy and not fraudulent? What happens when students interchange between universities and are confronted with other e-portfolio systems, which have different specifications? Can there be transparency and privacy at the same time? In consequence, although there are many existent ideas for the use of e-portfolios in higher education, not even one is implemented in common approaches yet [Pa15, RMG18].

2.2 Blockchain

Blockchain could change this in a revolutionary manner. To understand how this could be realized, a first overview is given about advantages that blockchain technology provides compared to traditional methods of data treatment. The literature offers different approaches to define blockchains. In general, the blockchain is a distributed database which seals blocks chronologically in a chain of data. "The primary purpose is to keep track of the ownership of tangible and intangible assets" [FH18]. This is secure and immutable while the chain is constantly growing through the creation of new blocks at the end of the so-called ledger. Every new block consists of information and also holds evidence (hash value) to the block which was added before [Tu18]. To run a blockchain network, nodes are required. They form the heart of the system, because only the distributed consensus of more than the half of the nodes allows to add a new block to the chain [SD16, Tu18]. In simple words – "a blockchain is a distributed ledger that provides a way for information to be recorded and shared by a community" [GC17]. The main advantage of this technology is the self-sovereignty over user data and its storage. No central authorization is needed as the technology proves itself through hash values and the distributed consensus, whereby the former is a uniquely identifiable numeric value

[GC17, Na08]. Secondly, trust is generated by the operating principle of the network, which allows interacting with sensitive information and financial transactions without third-party escrow agents [GC17, HE17, Tu18]. Another advantage is transparency as each member of the network has the opportunity to access the transaction history because of the distributed ledger network approach. Every node has its own independent copy of the blockchain, which was created through distributed consensus [GC17, Tu18]. The immutability is one of the key features due to the fact that no changes can be made retrospectively. Every added block is time stamped and unchangeably added to the chain [Na08, SD16, Tu18]. Finally the cooperation of the users as well as the disintermediation of third parties for controlling and authorizing the provided data confer the blockchain technology the “potential to provoke major shifts in educational practice” [Fa18].

Regarding available publications about the blockchain, there seems to be a separation between different models of the technology. Blockchain 1.0 is focused on peer to peer cash transaction whereas blockchain 2.0, also known as Ethereum network, offers extended specifications especially smart contracts, smart loans and smart property. “A ‘smart contract’ is a general-purpose program that can be executed on a blockchain” [AF18]. Further multichain applications with use cases in health, education and financial markets are upcoming in blockchain 3.0 while „blockchain-as-a-service“ [AF18] or blockchain 4.0 is under development at technology companies like IBM and Sony [AF18, Ch18a]. It is important to mention that every blockchain has an inseparable connection to cryptocurrencies⁸¹ [Ch18a]. The learning process and development of new artifacts can be seen as the currency of the network in which credentials or educational achievements are added as new blocks to the chain, with the benefits mentioned above [SD16, Zh17].

3 Research Design

After clarifying the basic functioning of e-portfolios and blockchain technology the question remains in which way the two technological approaches complement each other. A clear research gap can be identified, as many characteristics of e-portfolios mentioned in the literature cannot be currently fulfilled but have the potential to be realized by an adoption of the blockchain technology.

Coming back to the presented research question “Which application potentials does blockchain technology offer for the documentation and certification of acquired qualifications in e-portfolios in higher education?” a systematic literature review, especially for information systems, was conducted [OS10]. This offers the possibility to face the diversity of the research field [TDS03]. The method was realized in four phases. The planning phase contains the definition of the purpose of the literature review. To ensure rigor and

⁸¹ Additional information about cryptocurrencies can be found in: [Na08, SD16].

the practical relevance a strict research protocol was set up before. This decreases the risk of researchers' biases since every change has to be recorded in the protocol [TDS03]. In the selection phase, the actual search for literature commences. To cope with the broad spectrum of research disciplines regarding the research question, seven databases were selected. These were Academic Search Complete, Emerald Insights, ScienceDirect, Scopus, SLUB, Wiley and WISO. Due to the fast development in this research field a time frame from 2016 to 2018 was set [GC17]. The search string was "blockchain AND (education OR e-portfolio OR ePortfolio OR electronic-portfolio OR digital-portfolio)". The same string was adapted in compliance with the standards of each database. In the first search 382 papers were found. For the next step, practical screening, the document's titles and abstracts were screened content related. Results without relevance to the research question were excluded. The main reason for exclusion was a missing educational context. This reduced the amount of literature for the systematic review significantly. Included languages were English and German. Google Scholar was used for the backward search and four additional articles were identified, leading to 50 papers in the preselection. In the last phase, the extraction, the found articles were analyzed in-depth and evaluated regarding their relevance for the research question and regarding the basic research criteria: relevance, reliability and transparency, and validity. This reduced the amount of relevant literature to 29. A chronology of the review proceed can be found in figure 1.



Fig. 17: Steps of the systematic literature searching and ranking

During the analysis of relevant sources several application potentials for blockchain e-portfolios were identified. To order data fragments systematically, the identified application potentials were inductively categorized through content analysis. Three main application fields were inductively determined: 1. certification, 2. credit mobility and job application, 3. privacy and data security. For a structured and consistent approach each of the three fields was analyzed and summarized regarding its relevance, feasibility and risk. In the last phase of the systematic literature review, the execution, the extracted text fragments were synthesized [OS10]. An overview about identified papers and their in-depth evaluation can be found in the online appendix (http://bit.do/blck_eprt). The results are presented in the subsequent chapter.

4 Results

The potentials of blockchain e-portfolios, which are presented in this paper, offer a possibility to close the gap between traditional institutions and requirements of certificated stakeholders in a digital world [GC17]. The term “blockchain e-portfolio” is used to summarize the different expressions and project names of authors and universities that implemented blockchain technology in pilot projects for knowledge records. As described, the research focus is to identify application potentials of blockchain e-portfolios, not to develop a prototype or a complete description of all characteristics of a blockchain e-portfolio.

Using the blockchain technology for education is a new application field. Therefore, the main statements of all relevant sources were integrated. The following results present the identified benefit potentials, feasibilities and risks of blockchain e-portfolios categorized in the application fields certification, credit mobility and job application as well as data security.

4.1 Certification

In a time of unprecedented connectivity, it is criticized that most universities are operating as autonomous islands of learning and do not make enough efforts to break down the institutional walls, which divide institutions, professors, and students [TT17]. Traditionally universities or similar education institutions hand out certificates digitally or in printed form. Widely accepted global standards for knowledge-certification, authentication and storing are not existent yet. This leads to an unmanageable amount of certification types and systems.

Blockchain e-portfolios allow improvements in storing and completeness of documentations [GC17]. Moreover, it is possible to create a forgery-proof, lifelong and institute independent certification of graduations and knowledge levels [GC17, Fa18]. The relevance of blockchain e-portfolios becomes apparent in the existing problems of traditional certificates [GC17], the grand visions of blockchain experts in the education sector [Ca16, Tu18] and the relatively high number of universities which already test blockchain certification applications. These include Open University UK [Ma17], University of Nicosia, University of Texas, Malta College for Arts Science, Southern New Hampshire University [Bl18] and the Massachusetts Institute of Technology (MIT) [GC17, Ho18a]. These institutions test and evaluate the possibilities of blockchain e-portfolios in individual and nearly unlinked pilot projects. The Woolf University has the vision to become a blockchain-powered university, which will provide blockchain e-portfolio certificates. However, Woolf University is still in the white paper phase [Br18]. Companies such as Sony [Ca16] and Mozilla [JK18] started pilot programs to analyze learning and certification potentials of blockchain technology for education. Furthermore, there are projects and visions outside higher education which show similar potentials. A

startup called “IVolunteer” exists, which has the vision of a blockchain e-portfolio system that focuses on the life-long recording of voluntary engagement [Ka17].

Regarding the feasibility of blockchain certificates forgery-proof certification is one of the main application potentials enabled by blockchain technology [SD16]. As explained in chapter 2, smart contracts in blockchains enable encoded certifications [Ch18, JK18, Br18]. Afore mentioned universities prove a successful realization of encoded certifications by using these in pilot projects. Besides the certification of graduations and complete modules, it is also possible to record smaller achievements as detailed certificates by using micro credentials. For example, to credit the successful participation in massive open online courses (MOOCs) or collaborative micro courses [GC17, Fa18, JK18]. Currently most universities implement their individual version of blockchain e-portfolios [GC17], since all institutions are still in an experimental phase.

With increasing dissemination and acceptance of the technology a common standard could become necessary [GC17]. Also, risk exists for the universities institutional meaning. Blockchain technology just like the blockchain e-portfolio has the vision to reduce bureaucracy and necessity of institutional verification. This affects their near-monopoly position [Ma17, Wi18, Br18] and could change the role of universities in the future [Wi18]. In general, the blockchain certification technology is in their infancy and leaves questions of global implementation and troubleshooting. However, the possibility of using blockchain e-portfolios in higher education is considered realistic over a medium period of time [GC17, Ma17].

4.2 Credit Mobility and Job Application

The possibilities of blockchain certification reveal potential for credit mobility and job applications. Because of their similar characteristics these potentials will be summarized. The main problems are outdated certificate transfers and accessibility of systems. In detail there are difficulties with obsolete transfer and recognition of credit points, fraudulent descriptions of the actual level of knowledge and the complicated access to certificates for employment, universities or immigration [Ma17, Mi16, So13].

In times of global digitalization, it is still common to have printed certificates or static online platforms depending on the certification institutes [AF18, Bo17]. These outdated systems create an enormous potential for fraudulence [AF18]. Statistics show that more than 30% of job seekers modified their degree information [AF18, CZ17] and 70% inflate their achievements [CZ17]. A blockchain e-portfolio offers the possibility to improve the functionalities of credit mobility and job application. This solution could be useful for credit recognition [Fa18, GC17, JK18] of people, who went abroad as exchange students [So13] as well as immigrants and refugees [GC17, Ma17], who try to prove their degrees and knowledge levels. The technology would allow an almost seamless transition of credentials or achievements between education systems. Moreover, the

job application process is outdated and time-consuming for both employer and employee. The possibility of easy access to forgery-proof certified degrees and knowledge levels could improve the manageability for both parties [AF18, Ch18b, GC17]. Nowadays employers are reviewing the actual competencies of applicants, not just grades, dates of graduation and universities attended [Ho17]. A blockchain e-portfolio could offer both -competencies and detailed graduation information. Certificates in a blockchain e-portfolio also enable a raise of self-control of students' certificate mobility. On the one hand students keep control over the transmission of competences' proofs [Ca16] and on the other hand they maintain control of their certificates even if the certification institute ceases to exist [Ho18a].

The collection of certificates in blockchain e-portfolios could simplify applications for jobs, universities and immigration [AF18, GC17]. Certificates handed out by educational institutions could be registered on a public blockchain and cryptographically signed in, when being added to the personal e-portfolio. These entries are tamper-proof and immediately useful for any application [Ca16, Ch18b, GC17]. It is possible to give third parties, like employers or universities an encoded, temporary access to a selected part of the personal blockchain e-portfolio [Ma17]. Thereby the blockchain e-portfolio could assist with the internationalization of higher education and talent flow [DZL18]. Even if a university and their storage medium is destroyed, the data stays safe in the blockchain e-portfolio [GC17, Ma17]. This is made possible by the decentralized distributed ledger technology as mentioned in chapter 2. Furthermore, a realization of micro-credentials in e-portfolios is important for credit mobility for disadvantaged students, especially from developing countries, with missing possibilities to study abroad [JK18]. For example, the Open University is working with the University of Texas at Austin on a global network of accreditation badges for micro online-courses [GC17]. Especially for job application authors describe huge potentials to use the blockchain e-portfolio for a tamper-proof link of accreditation to CVs [GC17, Ma17] and an improved version of professional social networks like LinkedIn or Xing [Ca16]. Moreover, universities cooperate with startups. The Open University collaborates with the startups Gradbase46 and APPII47 on projects that link blockchain accreditations to CVs [GC17]. In another pilot project the Open University, the Joint Information Systems Committee and the University of Southampton are collaborating as a node in an international version of a blockchain, which includes the University of Texas and the University of Ghent [GC17]. There is already a prototype implementation for blockchain e-portfolios called EduCTX [Tu18]. This system pledged to create a globally trusted, decentralized higher education credit and grading system. It could be a global standard for credit mobility and a foundation that could offer a unified viewpoint for students and higher education institutions, as well as for companies and other organizations. However, the development of the prototype is still in progress and is unused by any university until now [Tu18].

In addition to the challenges and risks of certification as mentioned in chapter 4.1 it is difficult to create acceptance for credit mobility via blockchain e-portfolios in different

countries and their institutes. Because of dissimilar requirements, cultures and regulations it is challenging to implement such a credit mobility system [GC17]. Furthermore, an increase in research efforts about this technology in the educational area is necessary. There are also open regulation questions concerning e-portfolios and privacy, especially regarding the access of employers [He17] which are discussed in the category data security in the next chapter.

4.3 Privacy and Data Security

In the last years the University of California-Berkeley, the Ohio State University, the University of Wisconsin-Milwaukee, the Kirkwood Community College, the Yale University, the University of Utah, the Stanford University and the University of Miami were hacked or published inadvertently private data [TT17]. It appears that there has to be an improvement of data security, which could be realized in part through the advantages and possibilities of blockchain e-portfolios [Ch18a, Ch18b, JK18]. To assess the feasibility of data security improvement by blockchain technology it is important to mention, that high data security is one of the major features of blockchain technology [JK18, SD16]. It could provide the technical infrastructure that offers a tamper-free and encrypted storage for secure management and distribution systems [Ch18b, Sc15]. A blockchain e-portfolio system is irrefutable and nearly unhackable because of the distributed consensus mechanism [JK18, Ma17].

There are a lot of potentials for improvements for data security in a blockchain e-portfolio but there are also challenges. The architecture of data security could affect privacy because all participating nodes share the same information forever. Up to now, public and private keys are used to handle this challenge [JK18]. Because all data is encrypted it still should be fully compatible with all EU privacy laws [GC17]. To support privacy rights, it is possible to give students unrestricted discretion and complete control over their personal data [Br18, Ca16]. But it is also possible to give third parties, like employers or universities an encoded, temporary access [Ma17]. Nevertheless, this topic needs to be further addressed because there are no existing global standards [JK18].

All these potentials do not fully ensure that a blockchain e-portfolio can resist any types of frauds and hacking attacks [ER18]. For example, the smart contracts of the blockchain e-portfolio are an important part of the encoding. This is a critical point, if there is a failure in the smart contract or the contract manufacturer is fraudulent [He17]. But if the smart contracts are well developed and reviewed, a blockchain e-portfolio could offer a safe data environment [Ch18, JK18, Br18]. One of the most dangerous security issues of a blockchain based system is the so-called 51% attack. It describes the state when more than 51% of the nodes are controlled by a single fraudulent person. In this case it is possible for the attacker to confirm or manipulate entries [ER18]. While some pilot projects stated, that they never had data security issues [Ca16, GC17], it has to be noted that there

already were security incidents in blockchain technology. In the example of “Immune-Chain” [Wa18] malicious nodes and transactions created risks, but it was possible to understand the problem and create a mechanism to identify and isolate them. To handle security issues, it is possible to revise incorrect entries in the blockchain, but users do not have the option to completely delete information. It is only possible to rate it as true or false [Fa18]. This immortality of information is opening up entirely new legal questions of privacy, because in European law a right to erase personal data must be guaranteed, which blockchain technology generally disallows.

At last, it depends on the comparative system to decide how safe or risky the blockchain is. In comparison with a local server of a university, which is hackable and has different access permissions, a blockchain e-portfolio offers much more security [Ca16, JK18]. It is possible that blockchain technology will lead to a cultural change of how to deal with data, identities and computer security regarding the management of credentials and competencies [Oj18].

To highlight the key findings the following table 1 summarizes the identified main potentials and challenges of all three inductive categories:

	Certification	Credit Mobility and Job Application	Privacy and Data Security
Potentials	<ul style="list-style-type: none"> • improvements in storing and completeness [GC17] • forgery-proof, lifelong and institute independent [GC17, Fa18] • detailed record of smaller achievements [GC17, Fa18, JK18] • reduction of bureaucracy and necessity of institutional verification [Ma17, Wi18, Br18] 	<ul style="list-style-type: none"> • detailed records of competencies and graduation information [Ho17] • tamper-proof and immediately useful entries [Ca16, Ch18b, GC17] • simplifies application and credit recognition [AF18, GC17] • improved manageability through encoded, temporary access [AF18, Ch18b, GC17] • raise of self-control [Ca16, Ho18a] 	<ul style="list-style-type: none"> • irrefutable and nearly unhackable [JK18, Ma17] • unrestricted discretion and complete control over personal data [Br18, Ca16]

Challenges	<ul style="list-style-type: none"> • affects universities' institutional role [Ma17, Wi18, Br18] 	<ul style="list-style-type: none"> • necessity to develop global standards [Tu18] • creation of a common understanding and acceptance [GC17] 	<ul style="list-style-type: none"> • security incidents are possible [ER18, Wa18] • immutability and immortality affect privacy rights and legal regulations [Fa18, Oj18]
-------------------	---	--	---

Tab. 5: Identified Potentials and Challenges

5 Conclusion

This paper identifies application potentials, which blockchain technologies offer for the documentation and verification of acquired qualifications in e-portfolios in higher education, conducting a systematic literature review. 29 articles were analyzed in-depth. This analysis revealed three inductively identified main categories. These are “certification”, “credit mobility and job applications” and “privacy and data security”. Through the interdisciplinary and vibrant characteristics of this research field, there are numerous new publications in short intervals and no clear allocation to a specific research field is possible. This is supported by the high number of conceptual constructs in the literature. On the other hand, empirical studies are rather sparsely available. The blockchain technology is still in an early stage of development and further research is necessary to enable a functioning and practical blockchain e-portfolio system. Therefore, it is recommended to establish an international working group to develop a global standard for certification and data security within blockchain e-portfolio systems. Otherwise, this could lead to a battle of platforms and bear similar problems as they already exist in diverse traditional e-portfolio systems. The universities, which are by now central institutions for certification and security of students' data, need to handle a shift of their role, because blockchain technology reallocates central responsibilities. This also affects the process of knowledge evaluation, especially regarding the authentication of credentials and other sensitive documents. Furthermore, knowledge identification could be more precise for the university and the knowledge carrier himself because of the easement of the evaluation process and availability of authenticated information. If the future implementation of blockchain e-portfolios succeeds widely, this can have a huge impact on the global learning and application environment. It offers the potential to provide reliable, more detailed data faster, safer and in a meaningful manner for all participants. The technology proves itself, no third trustee parties are necessary. All relevant documentations and certificates of acquired qualifications are accessible immediately. Nevertheless, general questions remain, especially how to handle misuse of the technology. Moreover, a central legal question regarding the guaranteed right to erase personal data stays unanswered, as this would be opposed to blockchain principles.

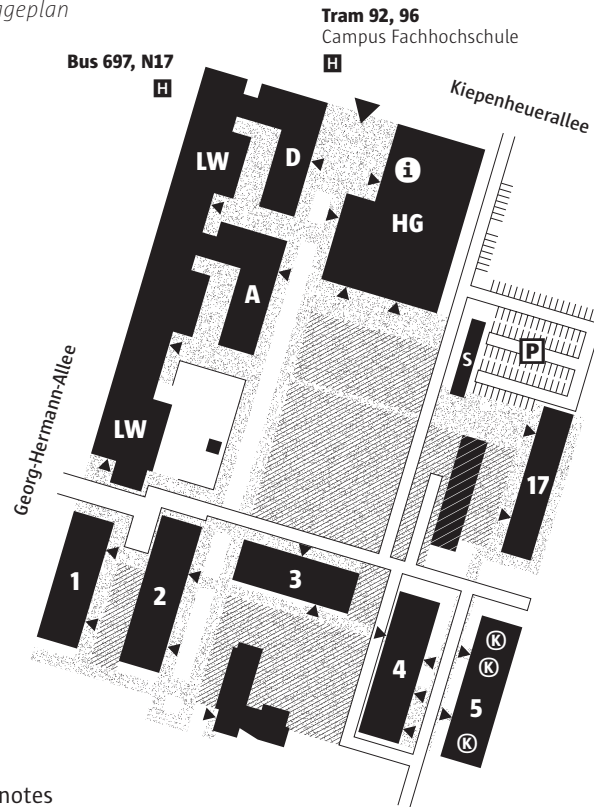
The systematic literature review gives a systemized but limited overview. To gain in-depth information about potentials and challenges, detailed qualitative case studies and interviews with the identified universities that already use this technology should be conducted.

References

- [AF18] Arenas, R., & Fernandez, P.: CredenceLedger: A Permissioned Blockchain for Verifiable Academic Credentials. Proceedings - IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2018 –, 2018.
- [B118] BizEd AA CSB International.: Blockchain for Higher Ed. Retrieved November 11, 2018, from <https://bized.aacsb.edu/articles/2018/09/blockchain-for-higher-ed>, 2018.
- [Bo17] Bore, N., Karumba, S., Mutahi, J., Darnell, S. S., Wayua, C., & Weldemariam, K.: Towards Blockchain-enabled school information hub (Part F132087). Proceedings - ACM International Conference Series, 2017.
- [Br18] Broggi, D. J.; Duquette, J.; Nimura, C.; Pattenden, M.; Lilly, J.; Gallagher, M.; Winkler, A.: Building the first blockchain university. Retrieved November 11, 2018, from <https://woolf.university/assets/doc/whitepaper.pdf>, 2018.
- [Ca16] Cavanagh, S.: Potential Use of Blockchain Tech for K-12 Debated by Experts. (p. 8) Education Week, 35(24), 2018.
- [Ch18a] Chen, G., Xu, B., Lu, M., & Chen, N.-S.: Exploring blockchain technology and its potential applications for education. Smart Learning Environments, 5(1), 2018.
- [Ch18b] Cheng, J.-C., Lee, N.-Y., Chi, C., & Chen, Y.-H.: Blockchain and smart contract for digital certificate (p. 1046–1051). Proceedings - IEEE 4th International Conference on Applied System Innovation 2018, ICASI 2018, 2018.
- [CZ17] Chen, Z., & Zhu, Y.: Personal Archive Service System using Blockchain Technology: Case Study, Promising and Challenging (p. 93–99). Proceedings – IEEE 6th International Conference on AI and Mobile Services, AIMS 2017, 2017.
- [DZL18] Duan, B., Zhong, Y., & Liu, D.: Education application of blockchain technology: Learning outcome and meta-diploma (p. 814–817). Proceedings - International Conference on Parallel and Distributed Systems – ICPADS, 2018.
- [ER18] Efanov, D., & Roschin, P.: The All-Pervasiveness of the Blockchain Technology. (p. 116-121). Procedia Computer Science, 123, 2018.
- [Fa18] Farah, J. C., Vozniuk, A., Rodriguez-Triana, M. J., & Gillet, D.: A blueprint for a blockchain-based architecture to power a distributed network of tamper-evident learning trace repositories (p. 218–222). Proceedings - IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2018, 2018.
- [FH18] Fill, H.-G., & Härer, F.: Knowledge Blockchains, 10, 2018.
- [GC17] Grech, A., & Camilleri, A.: Blockchain in Education. Publications Office of the European Union, 2018.
- [Ha18] Education technology: what does 2018 have in store?. Retrieved November 11, 2018, from <https://www.timeshighereducation.com/blog/education-technology-what-does-2018-have-store>, 2018.
- [He17] Herian, R.: Blockchain and the (re)imagining of trusts jurisprudence. (p. 453–460). Strategic Change, 26, 2017.
- [Ho07] Hornung-Prähauser, V., Geser, G., Hilzensauer, W., Schaffert, S.: Didaktische, organisatorische und technologische Grundlagen von E-Portfolios und Analyse internationaler Beispiele und Erfahrungen mit E-Portfolio-Implementierungen an Hochschulen. Salzburg Research Forschungsgesellschaft. Salzburg, 2007.
- [Ho17] Horn, M.: Will Alternative Credentials Replace College Degrees?. Forbes. Retrieved

- November 11, 2018, from <https://www.forbes.com/sites/michaelhorn/2017/01/20/will-alternative-credentials-replace-college-degrees/#74743eb61b0e>, 2017.
- [Ho18a] Hope, J.: Issue secure digital credentials using technology behind bitcoin. (p. 1–4). *The Successful Registrar*, 17(11), 2018.
- [Ho18b] Hori, M., Ono, S., Kita, T., Miyahara, H., Sakashita, S., Miyashita, K., & Yamaji, K.: Development of a Learning Economy Platform Based on Blockchain (11082 LNCS), 2018.
- [JK18] Jirgensons, M., & Kapenieks, J.: Blockchain and the Future of Digital Learning Credential Assessment and Management. (p. 145–156). *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 20(1), 2018.
- [Jo08] Joint Information Systems Committee (JISC): Effective Practice with e-Portfolios. Retrieved November 11, 2018, from <https://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/effectivepracticeportfolios.pdf,2008>.
- [Ka17] Kapsammer, E., Kimmerstorfer, E., Pröll, B., Retschitzegger, W., Schwinger, W., Schönböck, Gordillo, S.: IVOLUNTEER - A digital ecosystem for life-long volunteering. (p. 366–372). *Proceedings - ACM International Conference Series*, 2017.
- [Ma17] Matthews, D.: What blockchain technology could mean for universities. Retrieved November 11, 2018, from <https://www.timeshighereducation.com/news/what-blockchain-technology-could-mean-for-universities>, 2017.
- [Mi16] Hodara, M., Martinez-Wenzl, M., Stevens, D., & Mazzeo, C.: Improving credit mobility for community college transfer students: Findings and recommendations from a 10-state study. Portland, OR: Education Northwest, 2016.
- [Na08] Nakamoto, S.: Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 9, 2008.
- [Oj18] Ojala, M.: Conference corral. Ramping Up Relevance and Digital Ethics. (p. 54–56). Online Searcher. Information Today Inc, 2018.
- [OS10] Okoli, C., & Schabram, K.: A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research, *SSRN Electronic Journal*, 2010.
- [Pa15] Paikar-Megaiz, A.: E-Portfolio- und Social-Networking- Systeme zur Unterstützung des lebenslangen Lernens, 314, 2015.
- [PD09] Perennes, L., & Duhaut, D.: E-portfolio for Lifelong Learning. *Proceedings - IEEE International Conference on Education Technology and Computer 2009*. (p. 101–105). Singapore, 2009.
- [RMG18] Rezgui, K., Mhiri, H., & Ghédira, K.: Towards a common and semantic representation of e-portfolios. (p. 520–538). *Data Technologies and Applications*, 52(4), 2018.
- [Sc15] Schmidt, P.: Certificates, Reputation, and the Blockchain, MIT Media Lab, Retrieved November 11, 2018, from <https://medium.com/mit-media-lab/certificates-reputation-and-the-blockchain-ae03622426f>, 2015.
- [SD16] Sharples, M., & Domingue, J.: The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward (9891 LNCS), 2016.
- [So13] Souto-Otero, M., Huisman, J., Beerkens, M., de Wit, H., & Vujić, S.: Barriers to International Student Mobility: Evidence from the Erasmus Program. (p. 70–77). *Educational Researcher*, 42(2), 2013.
- [Su04] Summers, G.: Data and databases. In: Koehne, H *Developing Databases with Access: Nelson Australia Pty Limited*. (p. 4–5), 2004.
- [TDS03] Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P.: Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. (p. 207–222). *British Journal of Management*, 14, 2003.
- [TT17] Tapscott, D., & Tapscott, A.: The Blockchain Revolution & Higher Education. (p. 10–24). *Education Review*, 52(2), 2017
- [Tu18] Turkanović, M., Hölbl, M., Košič, K., Heričko, M., & Kamišalić, A.: EduCTX: A block-

- chain-based higher education credit platform. (p. 5112–5127). *IEEE Access*, 6, 2018.
- [Wa18] Wang, Y.P.: Proceedings of the IERI International Conference on Medical Physics, Medical Engineering and Informatics. (p. 3–111). *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 123(S3), 2018.
- [Wi18] Williams, P.: Does competency-based education with blockchain signal a new mission for universities? Article in Press, 2018.
- [WP18] Wei, F., & Pokrovskaya, N. N.: Digitizing of regulative mechanisms on the masterchain platform for the individualized competence portfolio (p. 73–76). Proceedings - IEEE 6th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science, Education, Innovations), SPUE 2017, 2018.
- [Zh17] Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., & Wang, H.: Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey, 25, 2017.



D Haus / Building D

Hörsaal D/011 - Keynotes
1. Etages - Workshops Raum D/119 D/116 / D/105

HG Hauptgebäude / Main Building

Information **i**, Poststelle /
Information **i**, mail room
Security Service
Mensa, Cafeteria / Canteen, cafeteria



Unsere Veranstaltungs-Partner:



PROGRAMM

WM19 – Konferenz Professionelles
Wissensmanagement
18-20 MÄRZ 2019

MONTAG, 18.03.19

- AB 09:30 Registration
- 10:00 Willkommen und Überblick über die Tagung
- 10:30 **KEYNOTE I: Wissensmanagement in der industriellen Praxis: vom Corporate Intranet zum Digital Companion**, Dr.-Ing. Manfred Langen, Principal Key Expert Digital Collaboration, Siemens AG, Corporate Technology, Research and Development for Digitalization and Automation
Raum D/011
- 12:00 Mittagspause (FHP Mensa im Hauptgebäude)
- 13:00 **WORKSHOP**
WiKoln 4.0 WM & IW
Vortrag 1/2/3* Vortrag 1/2/3*
Raum D/116 Raum D/119
- 14:30 Kaffeepause (Foyer Haus D)
- 14:50 **WORKSHOP**
WiKoln 4.0 WM & IW
Vortrag 4/5/6* Vortrag 4/5/6*
Raum D/116 Raum D/119
- 16:20 Kaffeepause (Foyer Haus D)
- 16:40 *Wissensmanager_innen diskutieren: Erfahrungen und Herausforderungen für WM in der Organisationspraxis*
C. Holler, Deutsche Kinder und Jugend Stiftung, Berlin
S. Schwenzfeier, Senat Berlin,
U. Schmidt, BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung, Essen
Moderation: Prof. Peter Heisig
Raum D/011
- 17:50 Ende des 1. Tages

DIENSTAG, 19.03.19

- 09:00 **KEYNOTE II: Brilliant Failures: Sometimes you earn, sometimes you learn**, Prof. Paul Iske, Professor for Open Innovation and Business Venturing, School of Business and Economics, University Maastricht & Chief Failure Officer of Institute of Brilliant Failures
Raum D/011
- 10:00 Kaffeepause (Foyer Haus D)
- 10:30 **WORKSHOP**
GWEM 2019 Tutorial
Vortrag 1/2/3* KM Tool for the Digital Workplace: Which are dead – new or revived?
Raum D/116 Raum D/119

- 12:00 Mittagspause (FHP Mensa im Hauptgebäude)
- 13:00 **WORKSHOP**
GWEM 2019 DDKM
Vortrag 4/5/6* Vortrag 1/2/3*
Raum D/116 Raum D/119
- 14:30 Kaffeepause (Foyer Haus D)
- 15:00 **GFWM BARCAMP**
Raum D/116
- 15:30 **BC-1 – Topic 1** **BC-1 – Topic 4** **BC-1 – Topic 7**
BC-2 – Topic 2 **BC-2 – Topic 5** **BC-2 – Topic 8**
BC-3 – Topic 3 **BC-3 – Topic 6** **BC-3 – Topic 9**
Raum D/116 Raum D/119 Raum D/105
- 18:00 Fußweg zum Restaurant (20 Minuten)
- 18:30 Dinner – Mövenpick
Zur Historischen Mühle (gegenüber Schloss Sanssouci)
- 21:30 Ende des Dinners

MITTWOCH, 20.03.19

- 09:00 **KEYNOTE III: Managing knowledge for competitive advantage – An international perspective**, Prof. Aino Kianto, Professor for Knowledge Management – School of Business and Management; Lappeenranta University of Technology, Finland
Raum D/011
- 10:00 Kaffeepause (Foyer Haus D)
- 10:30 **WORKSHOP**
GWEM 2019 DDKM
Vortrag 7/8/9* Vortrag 4/5/6*
Raum D/116 Raum D/119
- 12:00 Ende der Konferenz

Weitere Informationen unter wm2019.fh-potsdam.de

* Die Vortrags-Themen der Workshops finden Sie hier:



WM 2019 – **10. Konferenz Professionelles Wissensmanagement**

„*Wissensmanagement in digitalen
Arbeitswelten – Aktuelle Ansätze
und Perspektiven*“

18.–20. MÄRZ 2019

Campus FH Potsdam
Kiepenheuerallee 5
14469 Potsdam