



# GI-Edition



**Lecture Notes  
in Informatics**

**Peter Heisig, Ronald Orth, Jakob Michael  
Schönborn, Stefan Thalmann (Hrsg.)**

## **Wissensmanagement in digi- talen Arbeitswelten: Aktuelle Ansätze und Perspektiven**

**18.–20.03.2019  
Potsdam**

# Proceedings

Peter Heisig, Ronald Orth, Jakob Michael Schönborn, Stefan Thalmann  
(Herausgeber)

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

**18. – 20.03.2019**  
**Potsdam, Germany**

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

## **Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings**

Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-303

ISBN 978-3-88579-697-8

ISSN 1617-5468

### **Volume Editors**

Prof. Dr.-Ing. Peter Heisig

Fachhochschule Potsdam

Kiepenhauer Allee 5, 14469 Potsdam, Deutschland

heisig@fh-potsdam.de

Dr.-Ing. Ronald Orth

Frahofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik

Pascalstr. 8-9, 10589 Berlin, Deutschland

Jakob Michael Schönborn

Universität Hildesheim

Universitätspl. 1, 31141 Hildesheim, Deutschland

Univ.-Prof. Dr. Stefan Thalmann

Karl-Franzens Universität

Universitätspl. 3, 8010 Graz, Österreich

### **Series Editorial Board**

Heinrich C. Mayr, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Austria

(Chairman, mayr@ifit.uni-klu.ac.at)

Torsten Brinda, Universität Duisburg-Essen, Germany

Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany

Ulrich Flegel, Infineon, Germany

Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany

Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany

Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany

Wolfgang Karl, KIT Karlsruhe, Germany

Michael Koch, Universität der Bundeswehr München, Germany

Thomas Roth-Berghofer, University of West London, Great Britain

Peter Sanders, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany

Andreas Thor, HFT Leipzig, Germany

Ingo Timm, Universität Trier, Germany

Karin Vosseberg, Hochschule Bremerhaven, Germany

Maria Wimmer, Universität Koblenz-Landau, Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2020

**printed by** Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn



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

# Vorwort

Wissen ist eine der wichtigsten Ressourcen für Organisationen und daher ist das professionelle Management des Wissens für alle Organisationen ein unerlässlicher Erfolgsfaktor. Dies betrifft nicht nur Organisationen in Wirtschaft, sondern auch Non-Profit Organisationen und die öffentliche Verwaltung. Da sich das Wissen in Form von Erfahrungen bei Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern befindet, in organisatorischen Routinen eingebettet ist aber auch in expliziter Form in Informationssystemen abgebildet wird, zeichnen sich erfolgreiche Vorhaben zum Wissensmanagement 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 schafft neue Formen der Zusammenarbeit und des Austausches zwischen Organisationen und eröffnet somit neue Möglichkeiten, Wissen zu teilen. Durch die verbesserte und kostengünstigere Sensor-, Speicher- und Übertragungstechniken und –kapazitäten sowie leistungsfähigere Algorithmen können immer größere Mengen von Daten erhoben, verarbeitet und ausgewertet werden. Die umfangreiche Datensammlung und –auswertung hat das Ziel, neues Wissen zu erschließen. Neben den Vorteilen des intensivierte Austausches, sind aber auch neue Risiken für den ungeplanten Abfluss kritischen Wissens zu beobachten.

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 zurückgeblieben 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 Gesellschaft für Wissensmanagement e.V. (GfWM), der Deutschen Gesellschaft für Information und Wissen (DGI) und dem Swiss Knowledge Management Forum (SKMF) ausgerichtete Konferenz bringt Vertreter/-innen aus Forschung und Praxis zusammen. In drei eingeladenen Keynote-Vorträgen von national und international anerkannten Experten aus Forschung und Praxis des Wissensmanagements, in vier thematischen Workshops, einem Tutorial und dem GfWM Knowledge Camp werden, neuste Forschungsergebnisse vorgestellt, Erfahrungen ausgetauscht, sowie neue Konzepte und Trends diskutiert. Die Herausgeber haben die besten Beiträgen der Konferenz für diesen Band ausgewählt.

Potsdam, Dezember 2019

Die Herausgeber



## Sponsoren

Wir danken den folgenden Unternehmen und Institutionen für die Unterstützung der Konferenz.

Fachhochschule Potsdam



Gesellschaft für Informatik

GESELLSCHAFT  
FÜR INFORMATIK



Gesellschaft für Wissensmanagement  
e.V.



Deutsche Gesellschaft für Informati-  
on und Wissen



Swiss Knowledge Management Fo-  
rum



## Danksagung

Jeder Event ist das Ergebnis einer gemeinsamen Anstrengung von vielen einzelnen Personen, denen wir hier- mit sehr herzlich für Ihre Unterstützung und Hilfe danken möchten.

In chronologischer Reihenfolge möchten wir uns bei der Sprecherin der GI-Fachgruppe Wissens- management 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 möchten wir 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 danken, die durch Ihre Multiplikatorenfunktion in der breiten und interdisziplinären WM- Community diese Tagung bekannt gemacht haben.

Unser 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 der Gastgeber an der FH Potsdam, Prof. Dr. Peter Heisig, ganz herzlich seiner Kollegin Frau Antje Michel und den Kollegen Rolf Däßler, Hans-Christoph Hobohm und Günther Neher vom FB Informationswissenschaften für Ihre Unterstützung bei der Durchführung eines Workshops und für ihre hervorragenden inhaltlichen Beiträge danken. Die Beiträge haben ein Schlaglicht auf die zahlreichen inhaltlichen Anknüpfungspunkte der beiden Disziplinen Informationswissenschaften und Wissens- management gelegt, deren Vertiefung wünschenswert ist.

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

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

Schließlich möchten wir 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 unserer 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.

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

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

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

Herrn Maximillian Budwill (Medientechnik) und Herrn Uwe Kunze (FB5) ist für die Bereitstellung der Konferenztechnik und die Aufzeichnung der Keynotes sowie für die Postproduktion Herrn Henning Prill zu danken. Dem studentischen Tagungsteam mit Frau Min Park, Herrn Henning Prill und Herrn Martin Winter ist 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 Wissensmanagement - am Abend des letzten Konferenztages.

Potsdam, Dezember 2019

Die Herausgeber

## Inhaltsverzeichnis – Table of Content

	Vorwort	3
	Beteiligte Gesellschaften, Tagungsleitung und Programmkomitee	4
	Danksagung	5
1	WORKSHOP I	7
	Wissens- und Kompetenzmanagement in der Industrie 4.0 - WiKoIn 4.0	
1.1	<b>Fabian Hecklau, Ronald Orth, Florian Kidschun, Sokol Tominaj</b> Veränderte Kompetenzenanforderungen im Rahmen von Digitalisierung und Industrie 4.0.....	9
1.2	<b>Tristan Thordsen, Matthias Murawski, Malte Martensen, Christina Rademacher, Markus Bick</b> Digitale Kompetenzen – Welche Anforderungen stellt die Digitalisierung an Wissensarbeiter und Unternehmen?.....	30
1.3	<b>Julia Lischka, Ina Kohl</b> Die Fähigkeit zur Vernetzung und Veränderung – zwei Trendkompetenzen in der Industrie 4.0	50
	WORKSHOP II	
	Knowledge and Information Sciences – Wissensmanagement und Informationswissenschaften	73
2.1	<b>Antje Michel, Peter Heisig</b> 21st Century Skills for Knowledge Managers.....	76
	WORKSHOP III	
	8th German Workshop on Experience Management – GWEM 2019	92
3.1	<b>Eric Kübler, Mirjam Minor</b> Experience management for task placements in a cloud.....	94
3.2	<b>Andreas Korger, Joachim Baumeister</b> Textual Case-based Adaptation using Semantic Relatedness - A Case Study in the Domain of Security Documents.....	108
3.3	<b>Joachim Baumeister</b> Experience-based Quality Assessment of Distributed Knowledge Graphs.....	123
3.4	<b>Edith Maier, Ulrich Reimer</b> Good practice for integrating experience management into the every-day life of organisations..	139
3.5	<b>Michael Leyer, Jürgen Strohhecker</b> Cognition and experience of employees in digital work environments.....	153
	WORKSHOP IV	
	Data-Driven Knowledge Management – DDKM.....	159
4.1	<b>Klaus North, Armino Barbosa de Carvalho, Alessio Maria , Susanne Durst , João Alvaro Carvalho , Karin Gräslund, Stefan Thalmann</b> Information and knowledge risks in supply chain interactions of SMEs. An exploratory study.	161
4.2	<b>Rene Kaiser, Stefan Thalmann, Viktoria Pammer-Schindler, Angela Fessl</b> Collaborating in a Research and Development Project: Knowledge Protection Practices applied in a Co-opetitive Setting.....	172
4.3	<b>Constantin Rieder, Markus Germann, Klaus Peter Scherer</b> Towards Classification of Technical Sound Events with Deep Learning Models.....	187

## **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

# Veränderte Kompetenzanforderungen im Rahmen von Digitalisierung und Industrie 4.0

Fabian Hecklau, Ronald Orth, Florian Kidschun, Sokol Tominaj<sup>1</sup>

**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. 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

---

<sup>1</sup> 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

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 Studienauswahlprozess 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 Analysekategorien 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.<sup>2</sup>

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.

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.

---

<sup>2</sup> Eine Übersicht der Studien befindet sich im Anhang des Beitrags.



## 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%).

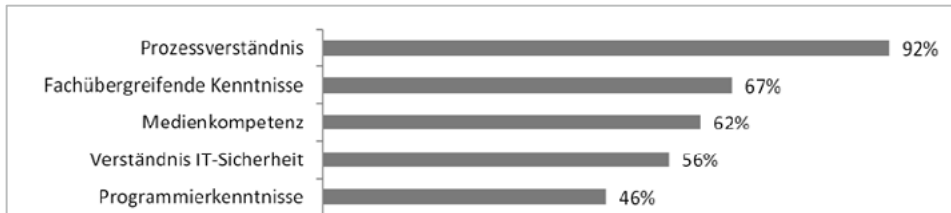


Abbildung 1: Fachkompetenz – Ergebnisse der Experteneinschätzung (Top 5)

- 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).

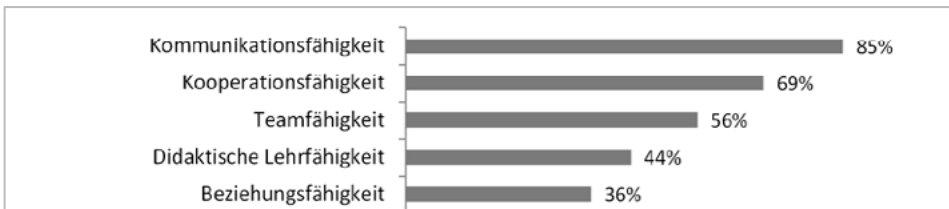


Abbildung 3: Soziale Kompetenz – Ergebnisse der Experteneinschätzung (Top 5)

- 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%).

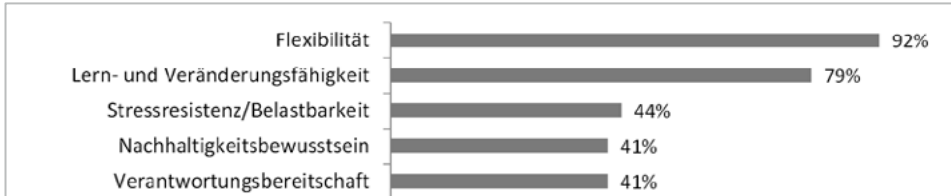


Abbildung 4: Persönliche Kompetenzen – Ergebnisse der Experteneinschätzung (Top 5)

- 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 Industrie 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 Fraunhofer 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.

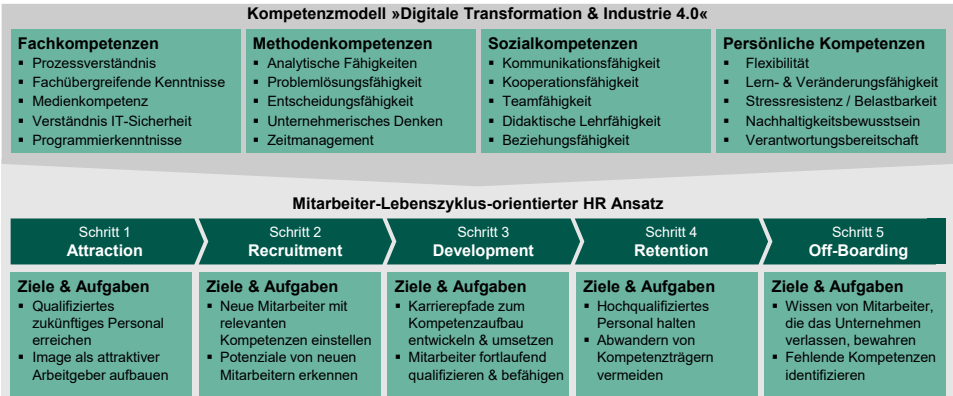


Abbildung 5: Konzeptentwurf für den fünfstufigen Ansatz für ein HR Konzept in Unternehmen

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. 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 Wissensmanagements, (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.

## Quellen

- [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.
- [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.; Fechey-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.; Gorltdt, 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]	acatech, Fraunhofer IML, equo 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

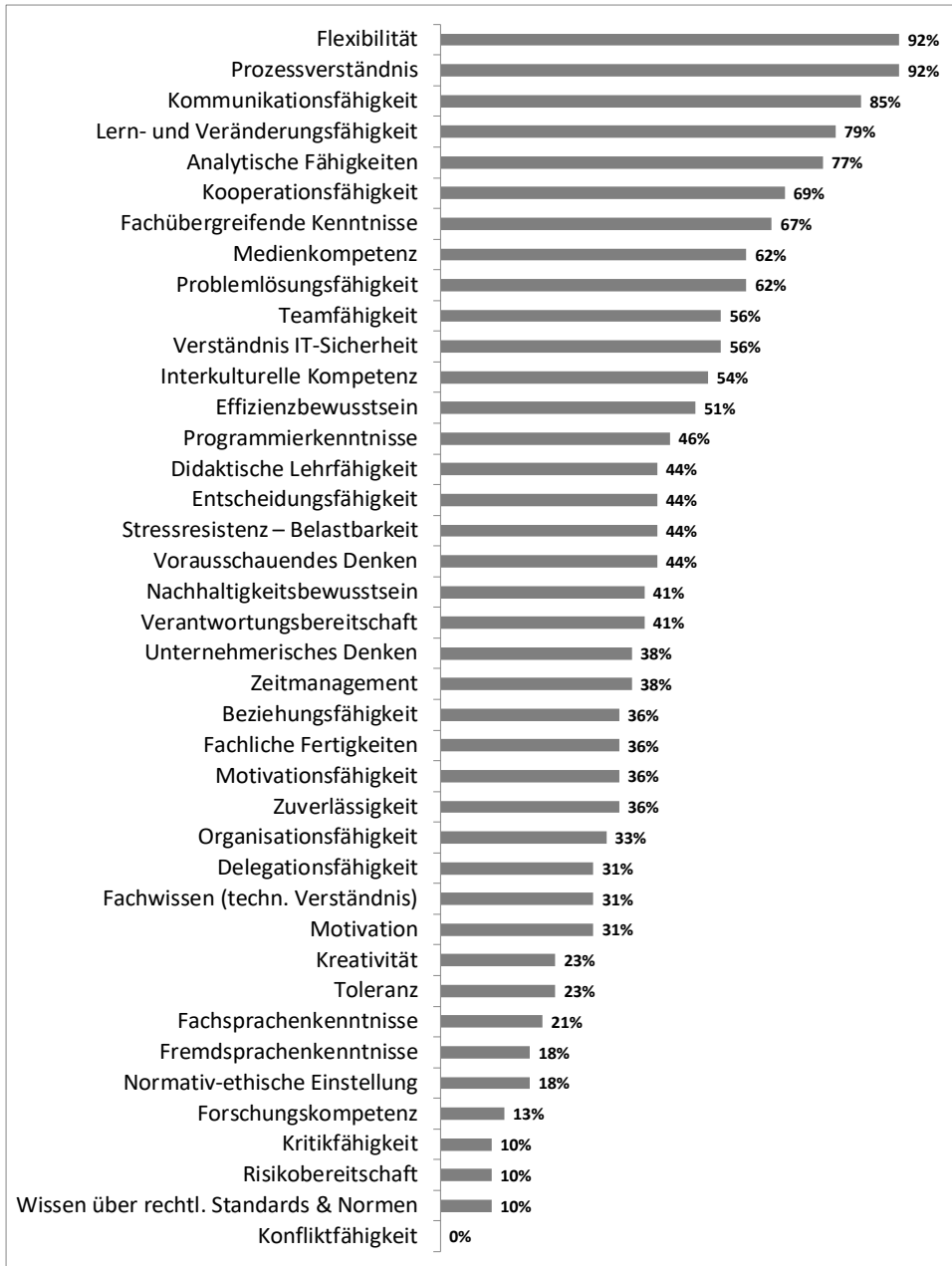


Abbildung 6: Einschätzung der Relevanz von Kompetenzen für Industrie 4.0 (eigene Darstellung)

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

Tristan Thordsen<sup>3</sup>, Matthias Murawski<sup>4</sup>, Malte Martensen<sup>5</sup>, Christina Rademacher<sup>6</sup> und Markus Bick<sup>7</sup>

**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.

---

<sup>3</sup> ESCP Europe Business School Berlin, Chair of Business Information Systems, Heubnerweg 8-10, D-14059 Berlin. E-Mail: tristan.thordsen@edu.escpeurope.eu

<sup>4</sup> ESCP Europe Business School Berlin, Chair of Business Information Systems, Heubnerweg 8-10, D-14059 Berlin. E-Mail: tristan.thordsen@edu.escpeurope.eu

<sup>5</sup> IUBH University of Applied Sciences, Rolandufer 13, D-10179 Berlin. E-Mail: m.martensen@iubh.de.

<sup>6</sup> Promerit AG, Arnulfstr. 56, D-80335 Munich. E-Mail: christina.rademacher@promerit.com

<sup>7</sup> 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 Leitfadeninterviews 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 Analysemethode 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 Interviewschemata 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
<b>1. Agilität</b>		<b>48</b>	<b>0,309</b>		
	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%
<b>2. Digitale Kommunikation</b>		<b>21</b>	<b>0,136</b>		
	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%
<b>3. Technologie-Affinität</b>		<b>21</b>	<b>0,135</b>		
	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%
<b>4. Lösungsorientierung</b>		<b>20</b>	<b>0,129</b>		
	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 Expertwissen	2	0,013	2	12,50%
	5 Interdisziplinäres Wissen	2	0,013	2	12,50%
	6 Schnelligkeit	2	0,013	1	6,30%
<b>5. Data Literacy</b>		<b>18</b>	<b>0,116</b>		
	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%
<b>6. Kollaboration</b>		<b>10</b>	<b>0,064</b>		
	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%
<b>7. Datenschutz</b>		<b>8</b>	<b>0,052</b>		
	1 Datenschutz	8	0,052	5	31,30%
<b>8. Fehlerkultur</b>		<b>6</b>	<b>0,039</b>		
	1 Fehlerkultur	6	0,039	5	31,30%
<b>9. Kundenorientierung</b>		<b>2</b>	<b>0,013</b>		
	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
<b>1. Dedizierte Verantwortlichkeiten</b>		<b>36</b>	<b>0,252</b>		
	1 klares Prozessdesign	12	0,084	9	56,30%
	2 neue Positionen und Rollen	8	0,056	6	37,50%
	3 klare Verantwortlichkeiten	6	0,042	4	25,00%
	4 Demokratisierung bei Entscheidungsfindung	4	0,028	4	25,00%
	5 Top-down Prozess	4	0,028	4	25,00%
	6 klare Strategie	2	0,014	2	12,50%
<b>2. Agile Aufbau- und Ablauf-Organisation</b>		<b>31</b>	<b>0,217</b>		
	1 Agilität	19	0,133	13	81,30%
	2 Flexibilität	4	0,028	4	25,00%
	3 Lean Structure	4	0,028	3	18,80%
	4 Autonomie der MA	3	0,021	3	18,80%
	5 am Puls der Zeit	1	0,007	1	6,30%
<b>3. Kontinuierliches People Development</b>		<b>26</b>	<b>0,182</b>		
	1 Digitales HRM	10	0,07	7	43,80%
	2 Continuous Learning	7	0,049	6	37,50%
	3 Innovative Lernformate	6	0,042	4	25,00%
	4 Work-Life Balance	3	0,021	3	18,80%
<b>4. Kultur des Umdenkens</b>		<b>22</b>	<b>0,154</b>		
	1 Kultur des Umdenkens	22	0,154	11	68,80%
<b>5. IT Infrastruktur</b>		<b>12</b>	<b>0,084</b>		
	1 IT Infrastruktur	9	0,063	6	37,50%
	2 IT Integration	3	0,021	3	18,80%
<b>6. Datenschutz</b>		<b>6</b>	<b>0,042</b>		
	1 Datenschutz	6	0,042	4	25,00%
<b>7. Kundenorientierung</b>		<b>5</b>	<b>0,035</b>		
	1 Kundenorientierung	5	0,035	4	25,00%
<b>8. Fehlerkultur</b>		<b>3</b>	<b>0,021</b>		
	1 Fehlerkultur	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.

## 7. 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 *Högre 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*. Publicacions 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] Remdisch, 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 Conept of Strategy: Four Paradigms of Strategic Management. In *Firm Capabilities, Resouces, 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.

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

### Der Versuch einer Konstruktbestimmung als Grundlage für die Personalauswahl

Julia Lischka<sup>8</sup> und Prof. Dr. Ina Kohl<sup>9</sup>,

**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

---

<sup>8</sup> IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr, Personal- und Organisationsentwicklung,

Carnotstraße 1, 10587 Berlin, [julia.lischka@iav.de](mailto:julia.lischka@iav.de)

<sup>9</sup> BSP Business School Berlin, Fakultät Business and Management, Calandrellistraße 1-9, 12247 Berlin, [ina.kohl@businessschool-berlin.de](mailto: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 Werterahmen, 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 Umwelteinflüssen 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
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT-Kompetenzen als Querschnittskompetenz</li> <li>• Big-Data-Kompetenz; Programmierungskompetenzen</li> <li>• Kompetenzen im Umgang mit künstlicher Intelligenz</li> <li>• Mensch-Maschine-Interaktion-Kompetenzen</li> <li>• IT-Sicherheitskompetenzen</li> <li>• Social-Media-Anwenderkompetenz</li> </ul>
<b>Methodenkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit</li> <li>• Innovationskompetenz</li> <li>• Fähigkeit zum Umgang mit Ambiguität/Komplexität</li> <li>• Visionäres Denken und Handeln/Vorstellungskraft</li> <li>• Change-Management-Kompetenz</li> <li>• Lebenslanges Lernen</li> </ul>
<b>Sozialkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstorganisationskompetenz</li> <li>• Interkulturelle Kompetenz</li> <li>• Fähigkeit, offen in neuen inhaltlichen und sozialen Kontexten zu arbeiten</li> <li>• Networking-Kompetenz, Kooperationsfähigkeit</li> <li>• Kritikfähigkeit</li> <li>• Teamfähigkeit, besonders in diversen Teams</li> </ul>

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?
<b>Vernetzungskompetenz</b>	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 „Netzwerkkompetenz“ 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, Pf13, 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?
<b>Agilität</b>	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 Einzelpäsentation 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 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
<b>Vernetzungsfähigkeit</b>	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 Einzelpäsentation, 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
<b>Veränderungs- fähigkeit</b>	Einzelpräsentation (Pitch, Feedback)	Feedback	z.B. Bedarf an Veränderung erkennen
	Gruppenarbeit (Prototyp, Zwischenfeedback)	Nur eine Idee wird weiter verfolgt, 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.

## 6. 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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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] Pfannenberger, 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

## **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 (Halbwrth & 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 21<sup>st</sup> Century Skills for Knowledge Managers

Antje Michel<sup>10</sup> und Peter Heisig<sup>11</sup>

**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.

---

<sup>10</sup> FH Potsdam, FB Informationswissenschaften, Kiepenheuerallee 5, 14469 Potsdam, michel@fh-potsdam.de

<sup>11</sup> 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 Betrag 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].

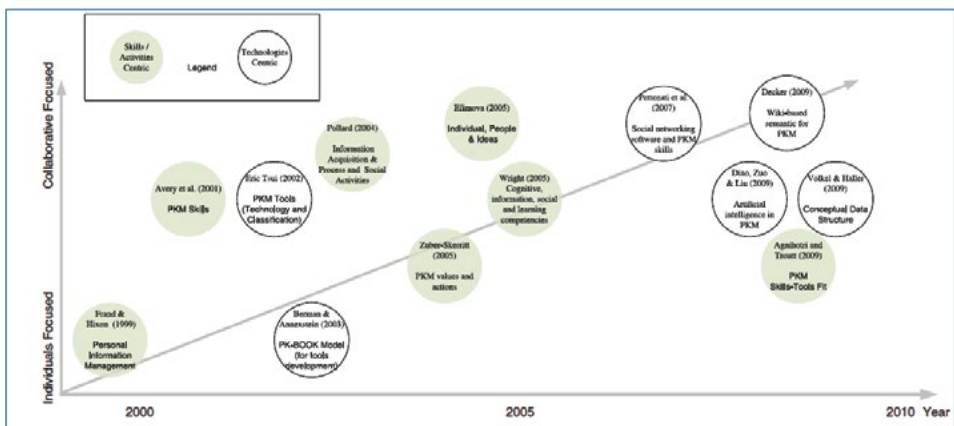


Abb. 1 Personal knowledge management development in past decade [CT11:179]

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 Practioners“ 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 Practioners“. Die ausführliche Darstellung findet sich im Anhang zu diesem Artikel.

	<b>KM enabling skills and competencies</b>	
	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	
<b>Core competency building</b> Continuing professional and technical education and training Business, sector and Work experience	An understanding of support and facilitation of communities and teams	<b>Environmental skills and competencies</b> • 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	
<b>Professional, technical and craft skills and education</b>		

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]



<b>UK Government Knowledge and Information Management Professional Skills Framework</b>	
	(April 2009)
<b><u>1. Strategic planning for knowledge and information management</u></b>	
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	
<b><u>2. Using and exploiting knowledge and information</u></b>	
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	
<b><u>3. Managing and organising information</u></b>	
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	
<b><u>4. Information governance</u></b>	
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 überfachlichen 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-/Lehrszenarien 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\\_201202\\_01.pdf](https://www.hrk.de/uploads/tx_szconvention/Entschliessung_Informationskompetenz_201202_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](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. Stühl-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, 1<sup>st</sup> Ed., pp. 37-56.



Anhang:

<b>Generic Role: Knowledge Practitioners</b>				
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 Knowledge needs 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 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)



## **WORKSHOP III**

### **8th German Workshop on Experience Management – GWEM 2019**

#### **OrganisatorInnen**

- Prof. Dr. Ulrich Reimer, Fachhochschule St. Gallen
- Jakob Michael Schönborn, DFKI / Universität Hildesheim

#### **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 a 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, denkbare
- 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 Mittelman, voestalpine Stahl GmbH

## 3.1 Experience management for task placements in a cloud.

Eric Kübler<sup>12</sup> and Mirjam Minor<sup>13</sup>

**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

---

<sup>12</sup> Goethe University, Department of Business Informatics, 60325 Frankfurt am Main, ekuebler@cs.uni-frankfurt.de

<sup>13</sup> 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-

lems 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 shut-down 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.

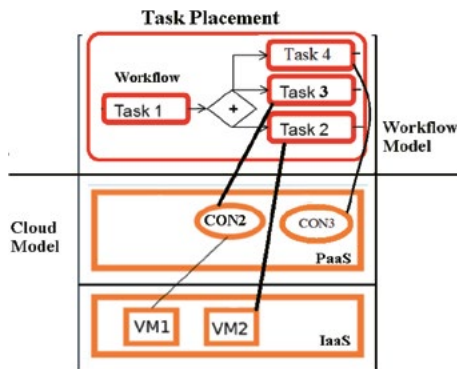


Fig. 1: A simple illustration of a task placement with a task assigned to a VM and another to a VM.

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

$$sim_T(T_1, T_2) = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1 \cup T_2|}$$

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 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:

$$sim_{sla}(slav_1, slav_2) = \frac{1}{1 + d_{sla}(slav_1, slav_2)}$$

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

$$sim_{mac}(TP_1, TP_2) = \frac{sim_T(T_1, T_2) + sim_{sla}(slav_1, slav_2)}{2}$$

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].



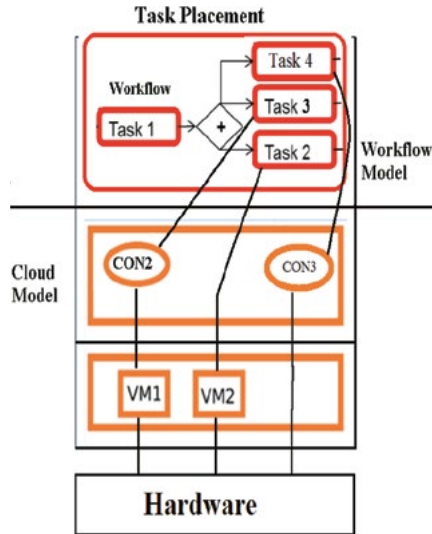


Fig. 2: Task placement as tree with hardware as the root and the tasks as leafs

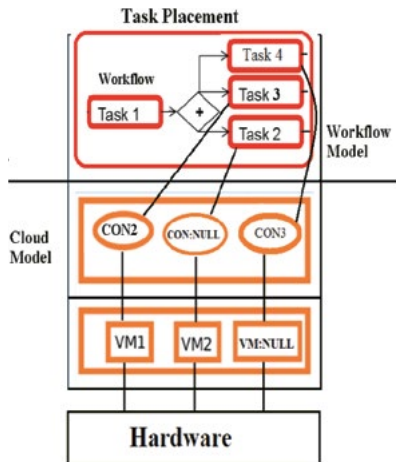


Fig. 3: Task placement as tree with the hardware as root and abstract nodes for a more generalized model

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  $tn1 \in TASK1$ ,  $tn2 \in TASK2$  the set with the next task. The similarity function is now:

$$sim_{task}(TASK1, TASK2) = \frac{1}{1 + d_{task}(T_1, T_2)} + \frac{|tn1 \cap tn2|}{|tn1 \cup tn2|}$$

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

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

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

$$sim_{tags}(tag1, tag2) = \frac{|tag1 \cap tag2|}{|tag1 \cup tag2|}$$

with the merged sets:

Similar to the next task we need a distance function for the tags:

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

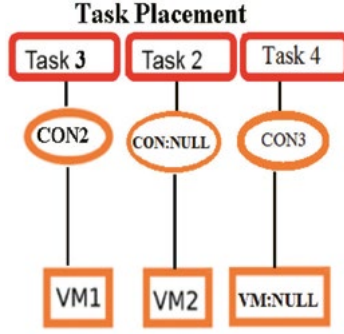


Fig. 4: Task placement as paths

The overall distance function for two task\_cloud\_vectors is:

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

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, or 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

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

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, therefor 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.

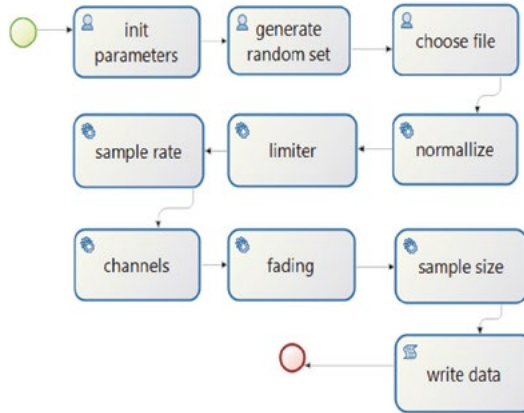


Fig. 5: Workflow form the music mastering domain

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:

$problem = (task = (channels, limiter), sla\_vector = (missing\ web\ service, unused\ resources))$ .

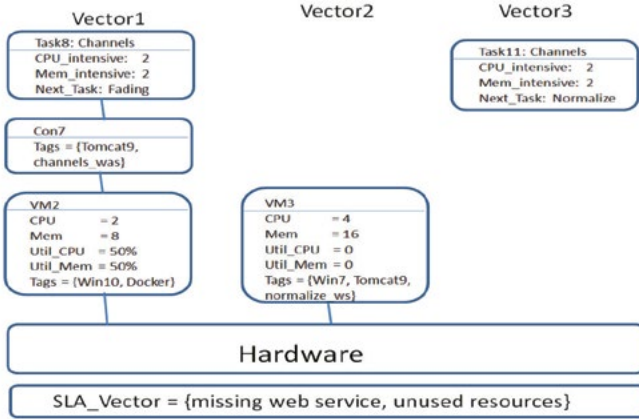


Fig. 6: Task placement of the problem case

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 this 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

Table 1: 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.

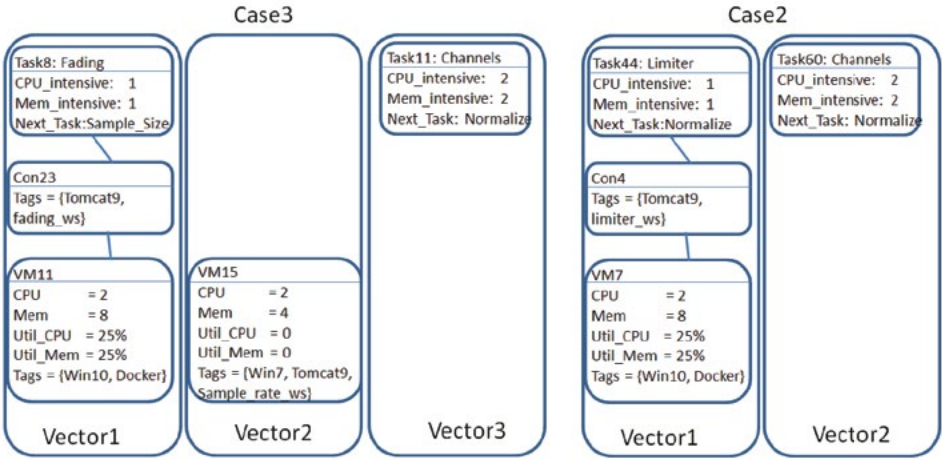


Fig. 7: The task\_cloud\_vectors stored in the case base

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	<b>17,5</b>	25	22
Vector2	12,5	13	<b>0</b>
Vector3	999	<b>999</b>	999

Table 2: Distance from the vectors of case2 to the problem case

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

Table 3: 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.

## 1. 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. O'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.



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

Andreas Korger<sup>14</sup> and Joachim Baumeister<sup>15</sup>

**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 [Bau11] and the implementation of a textual case-based reasoning framework (TCBR) in this domain of security documents is the later goal [Berg02].

---

<sup>14</sup> Angasagt GmbH, Dettelbachergasse 2, D-97070 Würzburg

<sup>15</sup> denkbare GmbH, Friedrich-Bergius-Ring 15, D-97076 Würzburg  
University of Würzburg, Am Hubland, D-97074 Würzburg

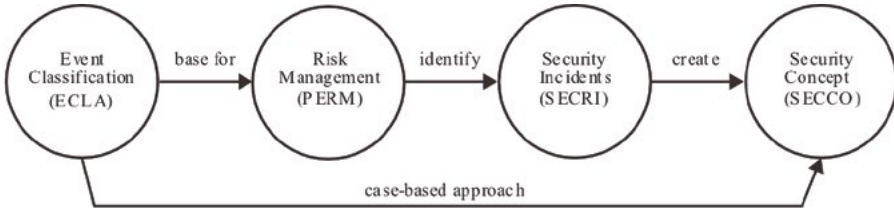


Fig. 1: Classification of events by a classification ontology.

This paper extends previous work [Kor18] 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.

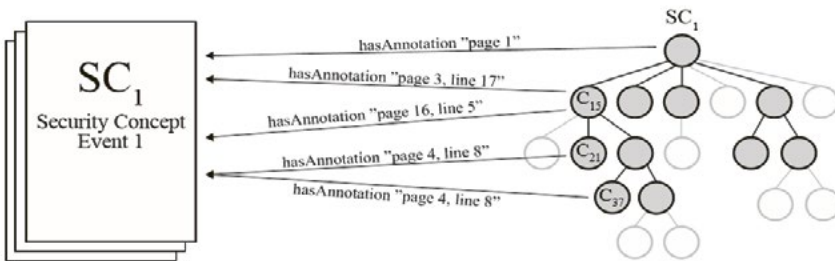


Fig. 2: Annotation of a security document by a graph-based knowledge representation.

## 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 [Bau13]. 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.

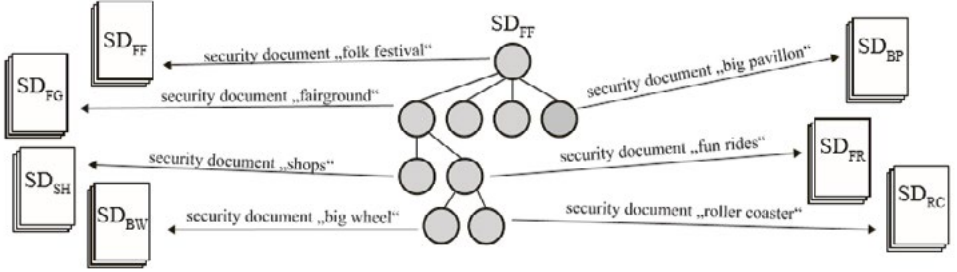


Fig. 3: Knowledge graph showing the hierarchical structure of the security components of an exemplary event.

## 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 [Bau14]. All available knowledge resources sum up to a multi-modal knowledge base [Bau11, Mik13]. 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 [Mik13]. 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. 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  $SD_C$ . We also need to maintain  $O_{SD}$ . The new terms have to be related to the existing ontological concepts. The scenario of semantic annotation and semantification 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. [Kang90, Kor18]

**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  $M_{C-bow-5} = T_C \times T_C$  be the co-occurrence matrix of terms in  $SD_C$  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  $t_i, t_j \in T_C$ .

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 [Jones72]. 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.

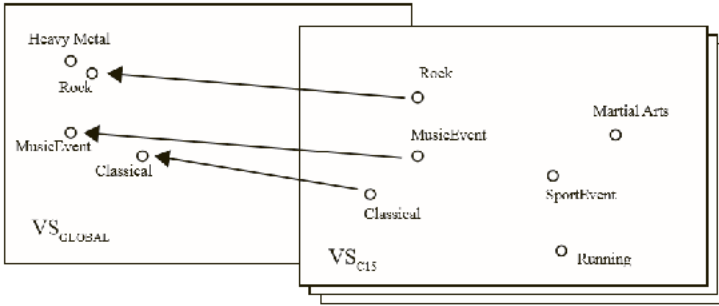


Fig. 4: Mapping of a local specific word-vector space into a partially known global word-vector space.

### 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 “consumptions 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 [Bach12] we used in previous work is  $q_1 = PrivateOrganizer \wedge Indoor \wedge SportEvent$ . 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 [Furth14] 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 enlarge 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.

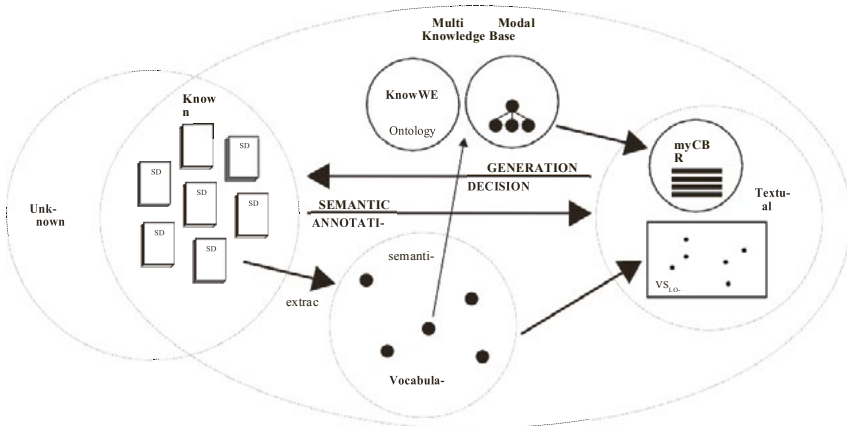


Fig. 5: Integrating textual elements into the semantic annotation workflow.

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

For the ontological representation of security documents we use SKOS [W3C09] as a frame and PROV [W3C13] 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.

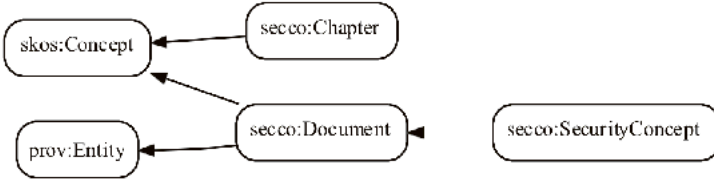


Fig. 6: Integration of SKOS and PROV in the SECCO-Ontology.

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.

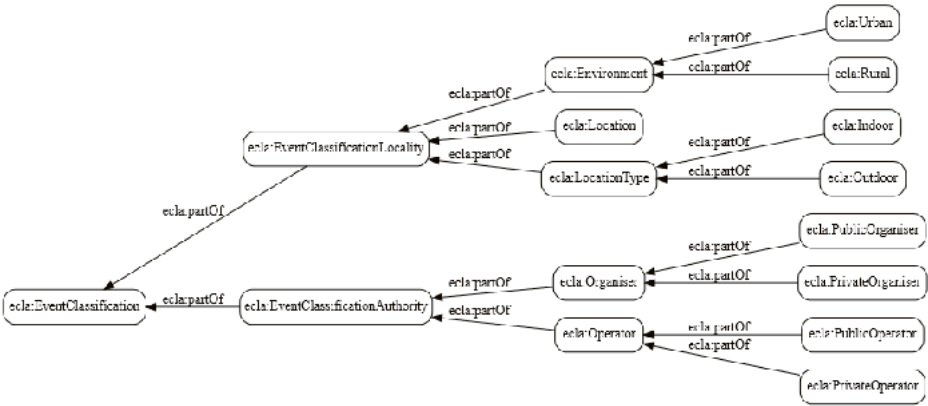


Fig. 7: Excerpt of the event classification hierarchy (16 of 136 concepts).

### 3.1 Ontology Extension

In a previous work [Kor22] 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 natural 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.

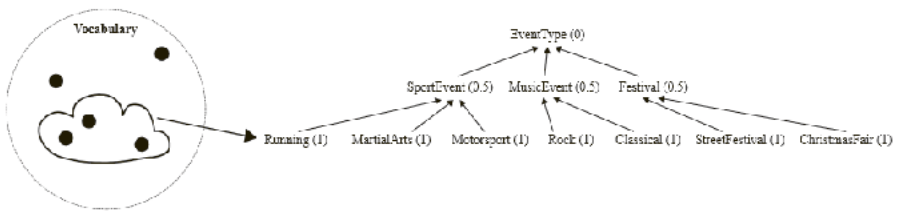


Fig. 8: Mapping vocabulary elements to classification hierarchy.

### 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 [Gai15]. 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.

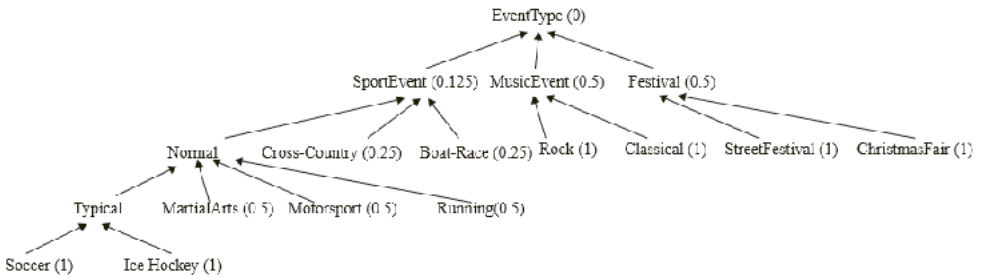


Fig. 9: Classification taxonomy refined according to typicality.

## 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 [Kor18] 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 [Bau11b].

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 [Bach14]. 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 a uniformed way we used Adobe Acrobat [Ado19] for optical character recognition (OCR) and Apache Pdfbox [Apa19b] for text extraction. For further processing we used Apache Lucene [Apa19]. 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 [Berg02, Giu10] 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	54	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%	13.57%	16.91%	25.18%	23.38%
Event	Case	christm	wina	wina	folk	city	carne	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				
wina	ecla1	1-2-3	x	0-1-2-3-4		2		0			0	1-3				
wina	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-mortem 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 were 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%	22,33%	14,40%	15,50%	16,20%	30,22%	13,31%	12,23%	13,67%	16,51%	25,18%	23,33%
Event	Event	christ	wine	wine	folk	city	carne	folk	music	carne	fair	fair	running	camp	arena	campus
	Case	ecla0	ecla1	ecla2	ecla3	ecla4	ecla5	ecla6	ecla7	ecla8	ecla9	ecla10	ecla11	ecla12	ecla13	ecla14
christ	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 concept 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 *Alcohol-AndDrugs* 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 basing 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 massive 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. [Giu10]. 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. [Gai15]. A very similar problem statement to ours is reported by Metcalf and Leake [Met18]. 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 [Hag13] 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 [Furth14]. Wiratunga et. al.

present basic principles for unsupervised feature selection we adapted for the needs in this domain [Wir06].

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

- [Ado19] Adobe: Acrobat: <https://acrobat.adobe.com>
- [Apa19] Apache: Lucene: <http://lucene.apache.org/>
- [Apa19b] Apache: PDFBox: <https://pdfbox.apache.org/>
- [Bach12] Bach, Kerstin, Althoff, K.-D.: Developing case-based reasoning applications using mycbr. In: Agudo, B.D., Watson, I. (eds.) *Case-Based Reasoning Research and Development*. pp. 17–31. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2012)
- [Bach14] 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)
- [Bau14] Baumeister, J., Reutelshoefer, J.: The connectivity of multi-modal knowledge bases. *CEUR Workshop Proceedings* 1226, 287–298 (01 2014)
- [Bau11] 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)
- [Bau11b] Baumeister, J., Reutelshoefer, J., Puppe, F.: KnowWE: A semantic wiki for knowledge engineering. *Applied Intelligence* 35(3), 323–344 (2011)
- [Bau13] 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)
- [Berg02] Bergmann, R.: *Experience Management*. Springer, Berlin, Heidelberg (2002)
- [Furth14] 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)
- [Gai15] 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)
- [Giu10] 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., Hyvo-

- nen, E., ten Teije, A., Stuckenschmidt, H., Cabral, L., Tu-dorache, T. (eds.) *The Semantic Web: Research and Applications*. pp. 121–135. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2010)
- [Hag13] 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 (2013)
- [Jones72] Jones, K.S.: A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval. *Journal of Documentation* 28(1), 11–21 (1972)
- [Kang90] 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)
- [Kor18] Korger, A., Baumeister, J.: The secco ontology for the retrieval and generation of security concepts. In: Cox, M.T., Funk, P., Begum, S. (eds.) *ICCBR. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11156, pp. 186–201. Springer (2018)
- [Luhn57] 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)
- [Met18] 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)
- [Mik13] Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., Dean, J.: Efficient estimation of word representations in vector space. *CoRR abs/1301.3781* (2013)
- [Mik13b] 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)
- [Sal75] Salton, G., Wong, A., Yang, C.S.: A vector space model for automatic indexing. *Commun. ACM* 18(11), 613–620 (Nov 1975)
- [W3C09] W3C: SKOS Simple Knowledge Organization System Reference: <http://www.w3.org/TR/skos-reference> (August 2009)
- [W3C13] W3C: PROV-O: The PROV Ontology: <http://www.w3.org/TR/prov-o> (April 2013)
- [Wir06] 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)

### 3.3 Experience-based Quality Assessment of Distributed Knowledge Graphs

Joachim Baumeister<sup>16</sup>

**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.

---

<sup>16</sup> 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

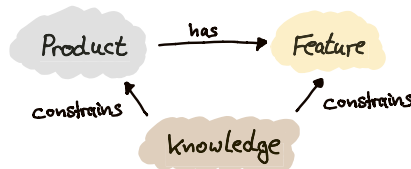


Figure 1: The COOM triangle of products, features, and knowledge.

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:

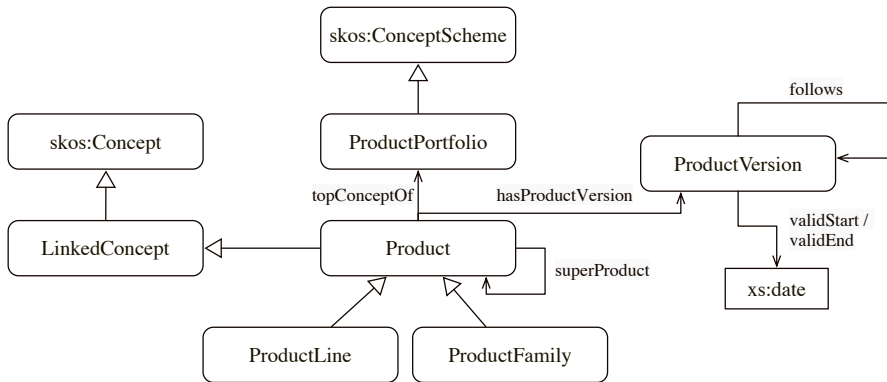


Figure 2: Classes and properties of a generic product portfolio.

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`.

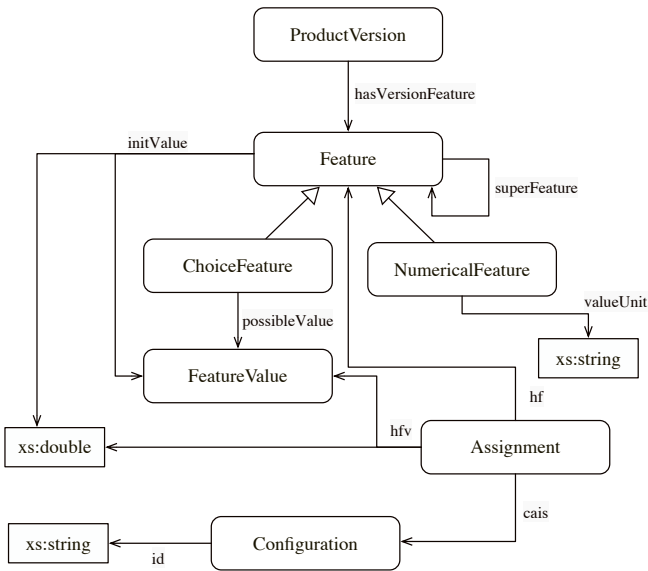


Figure 3: Classes and properties defining the features, an assignment to feature values, and a configuration.

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.

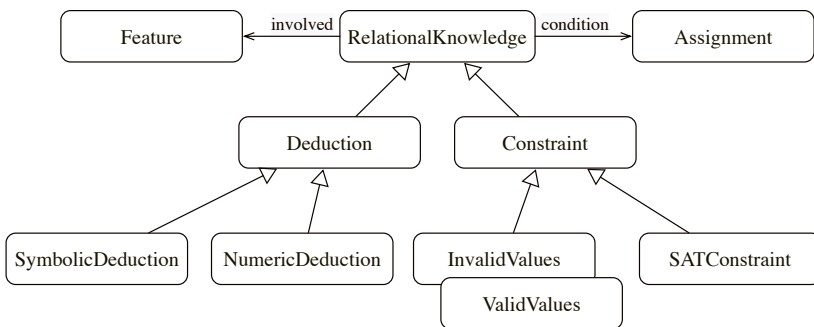


Figure 4: Classes and properties defining the relational knowledge, mostly between feature values.

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.

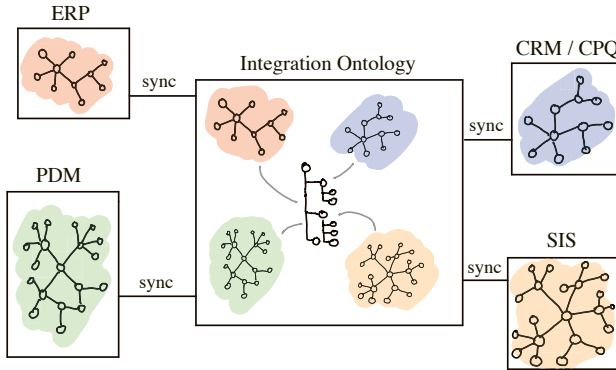


Figure 5: Linking knowledge of existing information systems with an integration knowledge base.

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 ontology.

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 R`, respectively, is referenced in all information systems. We also introduce the corresponding instances `erp:dB R`, `pdm:dB R`, `cpq:dB R`, and `sis:dB R` of `Product`. The identity semantics between all `dB R` 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 re-

sources 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) }
}
```



### 3.4 Knowledge Twins

Distributed knowledge models often yield similar or even equal knowledge elements in different knowledge systems. For instance, the sales model may introduce the same constraint as the engineering model did before. The anomaly knowledge twins tries to identify such doublets. After a detection, a human knowledge engineer needs to decide about how to handle identified twins.

**Anomaly 4 (Knowledge Twins)** We define knowledge twins as two different knowledge elements  $k_1$  and  $k_2$  ( $k_1 \neq k_2$ ), that derive feature values  $v$  for the same features  $f$  with same or intersecting feature sets in the condition, i.e.,

$$k_1 : \underbrace{\{c_1, \dots, c_n\}}_C \rightarrow \underbrace{\{a_1, \dots, a_m\}}_A \quad \wedge \quad k_2 : \underbrace{\{c'_1, \dots, c'_p\}}_{C'} \rightarrow \underbrace{\{a'_1, \dots, a'_q\}}_{A'},$$

where  $c_i, c'_i, a_i, a'_i$  are assignments  $f = v$  of values  $v \in \text{dom}(f)$  to features  $f$ . Two sets of assignments  $C, C'$  are intersecting, when there exists at least one assignment in each set, that have matching features and feature values, i.e.,

$$c \in C, a \in A, c' \in C', a' \in A' : \text{match}(c, c') \wedge \text{match}(a, a') .$$

Please notice, that in the implementation the property `coom:match` is reflexive and thus a feature also has an exact match to itself.

The following SPARQL statement shows a simplified query for detecting knowledge twins  $k_1$  and  $k_2$  in different knowledge models.

```
# Knowledge Twins
SELECT ?k1 ?k2
WHERE {
  ?k1 a coom:RelationalKnowledge ;
      coom:conditionedFeature ?flcon ;
      coom:derivingFeature ?flder ;
      coom:inModel ?modell1 .
  ?k2 a coom:RelationalKnowledge ;
      coom:conditionedFeature ?f2con ;
      coom:derivingFeature ?f2der ;
      coom:inModel ?modell2 .
  FILTER (?k1 != ?k2)
  FILTER (?modell1 != ?modell2)
  FILTER EXISTS {
    ?flcon coom:match ?f2con .
    ?flder coom:match ?f2der .
  }
}
```

### 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 `f2Type` 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.

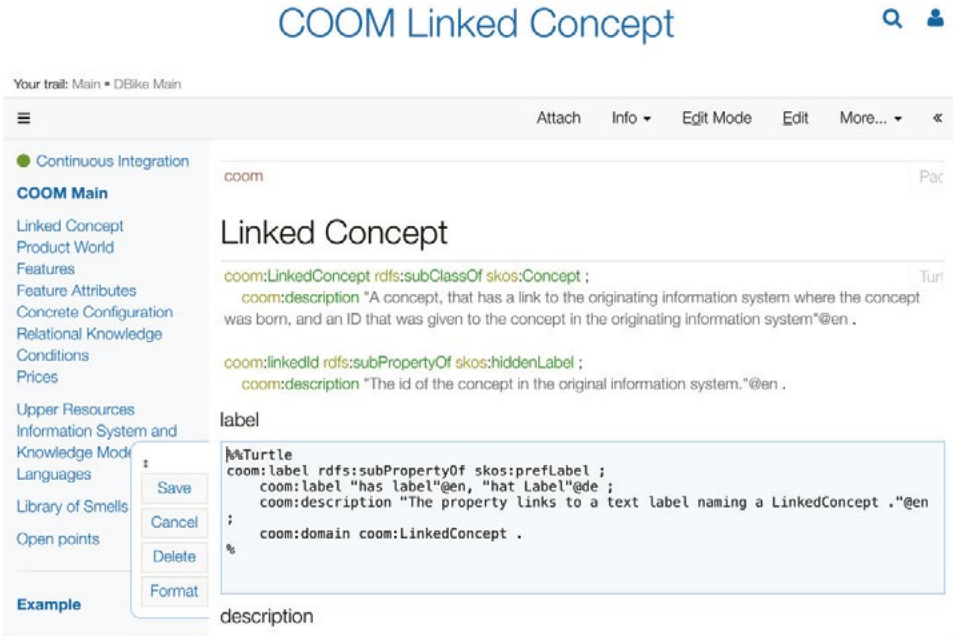


Figure 6: The knowledge engineering tool KnowWE depicting the page for LinkedConcept. The turtle editor is open for property `coom:label`.

```
# 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.

Your trail: Main • DBike Main • LeftMenu • COOM Linked Concept • COOM Check Anomaly Feature • COOM Continuous Integration • COOM Bad Smells

Attach Info Edit Mode Edit More... «

Continuous Integration

**COOM Main**

Linked Concept  
Product World  
Features  
Feature Attributes  
Concrete Config  
Relational Knowledge  
Conditions  
Prices  
Upper Resources  
Information Systems  
Knowledge Models  
Languages

Save  
Cancel  
Delete  
Format

## Check: 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.

```
%Sparql
SELECT ?feature_uri
WHERE {
  ?feature_uri a coom:Feature .
  MINUS { ?feature_uri coom:inModel ?model }
}
@name: check_lonely_feature
@showQuery: true
%
```

coom Pac

Figure 7: 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.

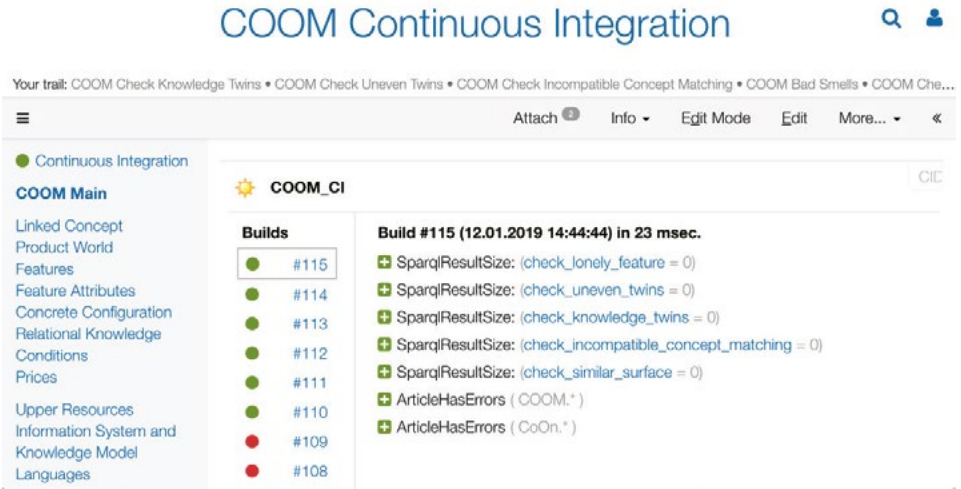


Figure 8: The continuous integration dashboard of the semantic wiki KnowWE.

## 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; Tiuhonen, 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.

## 3.4 Integrating experience management into the every-day life of organisations

Edith Maier<sup>17</sup>, Ulrich Reimer<sup>18</sup>

**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. However, the increasing availability of data and process traces as well as advances in text mining and new interface technologies such as voice assistants have given rise to novel solutions that can provide knowledge proactively when- and wherever needed and without requiring additional effort on the part of users.

**Keywords:** experience management, tacit knowledge, lessons learned, organizational culture, good practice, learning organization, process-oriented knowledge management

### 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 Management<sup>19</sup>, 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

---

<sup>17</sup> University of Applied Sciences St. Gallen, Switzerland, edith.maier@fhsg.ch

<sup>18</sup> University of Applied Sciences St. Gallen, Switzerland, ulrich.reimer@fhsg.ch

<sup>19</sup> [https://www.rfh-koeln.de/forschung-projekte/metis/index\\_ger.html](https://www.rfh-koeln.de/forschung-projekte/metis/index_ger.html)



time, digital transformation opens up new opportunities for implementing solutions for capturing, exchanging and preserving lessons learned. As a result, it was concluded that support 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. Section 5 discusses the new opportunities digital transformation can offer in terms of supporting the management of experience and problem-solving especially in the manufacturing domain. Section 6 concludes the paper by emphasizing the importance of organizational culture characterized by trust whilst keeping an open mind towards new technologies emerging with digital change.

## **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 [Sc18b].

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 eight<sup>20</sup>. 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.

---

<sup>20</sup> See: [www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/](http://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 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, knowledge management 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 or respect, e.g. gaining the status of expert, rather than money. This policy is in line with insights from motivational psychology which show that extrinsic rewards significantly undermine intrinsic motivation [DKR99]. This also coincides with the empirical results from knowledge management scenarios [Lo17]. 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 section 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, Meusburger 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 Meusburger 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 Digital transformation – new opportunities for experience management

Both our survey and the results from the follow-up study show that people are reluctant to participate in knowledge management activities if it implies additional effort. Such activities have therefore to be integrated into daily work practices so that they become an integral part of it and are no longer a separate activity [MR18]. This requires approaches that automatically extract knowledge and make it automatically available when needed.

Digital transformation has been laying the ground to achieve exactly that because of the increasing availability of *data and process traces*, which enable the following approaches (also cf. [Zh15], [LT16]):

- *Proactive knowledge delivery*: Digitalization results in more and more data traces being generated by processes and employees' work activities. Thus the IT systems of an organization can register an employee's activities in real-time, anticipate his or her next activities and then proactively provide the knowledge needed for a particular situation in a specific context. This idea has been put forward before and has come to be associated with process-oriented knowledge management and just-in-time knowledge delivery (see e.g. [ABH00], [RNS01]). However, only now is it possible to implement such an approach on a larger scale [U115].
- *On-the-fly knowledge capturing*: The data traces of past work, i.e. of problem situations and the decisions that were made, feed into the possible reuse of that experience e.g. via case-based reasoning systems [Be02]. Furthermore, the analysis of historical data can help to predict upcoming production problems early on and suggest counter-measures [Ta18], [Le13].

An additional driver of more efficient knowledge management are the advances in *text understanding* and text mining. These have contributed to a paradigm shift in information retrieval from providing documents that contain the needed information but first have to be read, to providing answers to queries directly (e.g. [AZ15] for the medical domain).

Furthermore, new technologies in the area of *human-computer interaction* facilitate the access to knowledge. Queries can be posed through conversational interfaces in a hands-free fashion [Sc18a]. Speech-controlled devices are especially helpful on the shopfloor of manufacturing companies or for service engineers who tend to have their hands full



when repairing a machine, for example. Answers to queries can be provided either via voice output or via augmented reality interfaces [Ne12], [YON16].

Manufacturing is a particularly rewarding application area for these new developments [Ha18]. Due to the increasing degree of automation and the digitalization of the production process and supply chain, employees in the manufacturing industry are nowadays less engaged in routine tasks but involved in decision-making, problem-solving and trouble-shooting activities ([Ar07], [La15], [Ne18]). For performing such tasks, they require advanced expertise and problem solving know-how and would greatly benefit from ad-hoc provision of relevant knowledge. As more data is becoming available from which to glean insights and suggestions for how to solve problems and give advice on how to proceed in specific situations, such knowledge management solutions are no longer unrealistic and are coming within reach.

There are many cases where knowledge management in manufacturing companies still suffers from the most basic infrastructure problems [St17], but many companies have recognized the need for advanced knowledge management support and initiated projects to that extent as described in [Ob18], [WH18].

## 6 Conclusions

To summarize, it can be said that advances in automation and so-called “smart factories” badly require advanced knowledge management services (sometimes called KM 4.0) to enable their employees to cope with their new responsibilities and task profiles. At the same time digitalization may serve as an enabler of novel knowledge management solutions [Ne18].

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 also a question of organizational culture and not just 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.

## Literaturverzeichnis

- [ABH00] Abecker, A.; Bernardi, A.; Hinkelmann, K.: Context-Aware, Proactive Delivery of Task-Specific Knowledge: The KnowMore Project. In International Journal on Information Systems Frontiers (ISF), Special Issue on Knowledge Management and Organizational Memory, 2000, 2; pp. 139–162.
- [Ar07] Armbruster, H. et al.: Managing knowledge in manufacturing: results of a Delphi study in European manufacturing industry. In International Journal of Foresight and Innovation Policy, 2007, 3; pp. 256–276.
- [AS99] Argyris, C.; Schön, D. A.: Die lernende Organisation. Grundlagen, Methode. In Praxis, 1999, 2.
- [AZ15] Abacha, A. B.; Zweigenbaum, P.: MEANS: A medical question-answering system combining NLP techniques and semantic Web technologies. In Information Processing & Management, 2015, 51; pp. 570–594.
- [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 Accelution. Springer, 2015.
- [DKR99] Deci, E. L.; Koestner, R.; Ryan, R. M.: A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. In Psychological Bulletin, 1999, 125; p. 627.
- [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.
- [Ha18] Hannola, L. et al.: Empowering production workers with digitally facilitated knowledge processes – a conceptual framework. In International journal of production research, 2018, 56; pp. 4729–4743.
- [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.

- [La15] Lampela, H. et al.: Identifying worker needs and organizational responses in implementing knowledge work tools in manufacturing: 17th ILERA World Congress, 2015; pp. 7–11.
- [Le13] Lee, J. et al.: Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. In *Manufacturing letters*, 2013, 1; pp. 38–41.
- [Lo17] Lombardi, S. et al.: The Dirty Side of Money: How Extrinsic Incentives Jeopardize Employees' Cooperation: *Academy of Management Proceedings*, 2017; p. 12574.
- [LT16] Liukkonen, M.; Tsai, T.-N.: Toward decentralized intelligence in manufacturing: recent trends in automatic identification of things. In *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2016, 87; pp. 2509–2531.
- [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.
- [Ne12] Nee, A. Y. C. et al.: Augmented reality applications in design and manufacturing. In *CIRP annals*, 2012, 61; pp. 657–679.
- [Ne18] Neumann, G.: Knowledge Management 4.0 – Implications of the fourth industrial revolution on knowledge management in supply chains. In *Theory and Applications in the Knowledge Economy*, 2018; pp. 452–464.
- [No16] North, K.: *Wissensorientierte Unternehmensführung: Wissensmanagement gestalten*. Springer-Verlag, 2016.
- [Ob18] Oberc, H. et al.: Development of a learning factory concept to train participants regarding digital and human centered decision support. In *Procedia Manufacturing*, 2018, 23; pp. 165–170.
- [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. Konfer-*

- enz 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.
- [RNS01] Reimer, U.; Novotny, B.; Staudt, M.: Micro-Modeling of Business Processes for Just-in-Time Knowledge Delivery. In (Roy, R. Ed.): *Industrial Knowledge Management*. Springer, 2001; pp. 283–297.
- [Sc16] Schellhammer, F.: Stellenwert und Bewertung von Erfahrung in Unternehmen. Master Thesis, 2016.
- [Sc18a] Schmidt, B. et al.: Industrial Virtual Assistants: Challenges and Opportunities: Proceedings of the 2018 ACM International Joint Conference and 2018 International Symposium on Pervasive and Ubiquitous Computing and Wearable Computers. ACM, New York, NY, USA, 2018; pp. 794–801.
- [Sc18b] Schuldt, C.: Ein neuer Blick auf Digitalisierung. In (Zukunftsinstitut GmbH Ed.): *HANDS-ON DIGITAL*, 2018.
- [St17] Steinhueser, M. et al.: Knowledge Management without Management - Shadow IT in Knowledge-Intensive Manufacturing Practices: Proceedings 25th European Conference on Information Systems, 2017; pp. 1647–1661.
- [Su18] Sutter, A.: Wissen, der vierte Produktionsfaktor: Die Bedeutung von Wissensmanagement für den Unternehmensalltag. In *wissensmanagement*, 2018.
- [Ta18] Tao, F. et al.: Data-driven smart manufacturing. In *Journal of Manufacturing Systems*, 2018, 48; pp. 157–169.
- [To18] Torcasso, D.: Im Silicon Valley redet niemand von Digitalisierung. Worldwebforum. In *Handelszeitung*, 2018, 2018.
- [Ul15] Ullrich, C. et al.: Assistance-and knowledge-services for smart production: Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business, 2015; p. 40.
- [Va15] Vahs, D.: *Organisation: Ein Lehr- und Managementbuch*. Schäffer Poeschel, 2015.

- [WH18] Wischmann, S.; Hartmann, E. A.: Zukunft der Arbeit□Eine praxisnahe Betrachtung. Springer Vieweg, 2018.
- [YON16] Yew, A. W.W.; Ong, S. K.; Nee, A. Y.C.: Towards a griddable distributed manufacturing system with augmented reality interfaces. In Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2016, 39; pp. 43–55.
- [Zh15] Zhang, Y. et al.: Real-time information capturing and integration framework of the internet of manufacturing things. In International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2015, 28; pp. 811–822.

## 3.5 Cognition and experience of employees in digital work environments.

Michael Leyer<sup>2122</sup> and Jürgen Strohhecker<sup>23</sup>

**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 task execution is focussed on operational efficiency, but not on adaption to changing

---

<sup>21</sup> University of Rostock, Institute for Business Administration, Ulmenstrasse 69, 18057 Rostock, michael.leyer@uni-rostock.de

<sup>22</sup> Queensland University of Technology, School of Management, 2 George St, Brisbane QLD 4000

<sup>23</sup> Frankfurt School of Finance & Management, Management Department, Adickesallee 32-34, 60322 Frankfurt, j.strohhecker@fs.de

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.

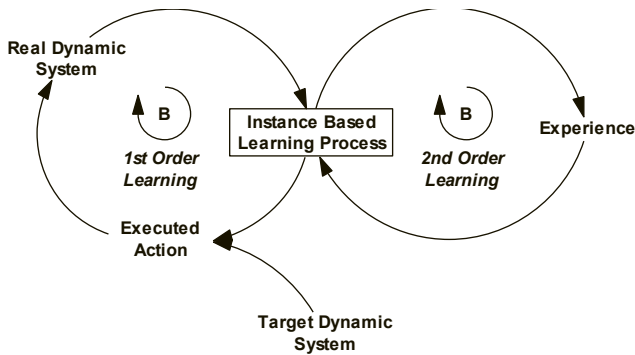


Fig. 1: Interaction instance-based learning process and double-loop learning



## 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.

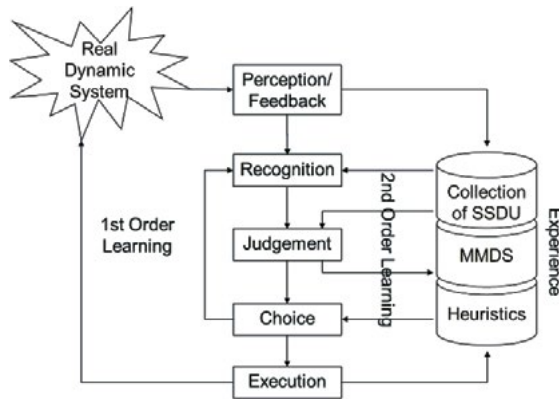


Fig. 2: Adapted IBLT (SSDU: Mental representation of system structure, situation, decision, and utility, MMDS: Mental model of (the structure of) a dynamic system)

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 influ-

ence 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 sea-ports. 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).

## **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 alaytics
- 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 is 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 he 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 Knowledge risks in supply chain interactions of SMEs: An exploratory study

Klaus North<sup>24</sup>, Armino Barbosa de Carvalho<sup>25</sup>, Alessio Maria Braccini<sup>26</sup>, Susanne Durst<sup>27</sup>, João Alvaro Carvalho<sup>28</sup>, Karin Gräslund<sup>29</sup>, and Stefan Thalmann<sup>30</sup>

**Abstract:** Due to digitalization organizations 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 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, explorative focus groups involving SMEs from Portugal and Italy were 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

### 1 Introduction

Due to digitalization companies are 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

---

<sup>24</sup> Wiesbaden Business School, Hochschule RheinMain, Bleichstr.44, 65183 Wiesbaden; [Klaus.North@hs-rm.de](mailto:Klaus.North@hs-rm.de),

<sup>25</sup> Cotec, Edifício Porto INOVA, Rua Engenheiro Ferreira Dias, n.º 728 - Sala 1.05, P-4100 -246 Porto, [armino.carvalho@cotec.pt](mailto:armino.carvalho@cotec.pt)

<sup>26</sup> Università degli Studi della Tuscia, Via del paradiso, 47 - 01100 Viterbo, [abbraccini@unitus.it](mailto:abbraccini@unitus.it)

<sup>27</sup> School of Business, University of Skövde, Högskölevägen, 541 28 Skövde (Sweden); [susanne.durst@his.se](mailto:susanne.durst@his.se)

<sup>28</sup> Departamento de Sistemas de Informação, Universidade do Minho, P-4800-058 Guimarães Portugal; [jac@dsi.uminho.pt](mailto:jac@dsi.uminho.pt)

<sup>29</sup> Wiesbaden Business School, Hochschule RheinMain, Bleichstr.44, 65183 Wiesbaden, [Karin.Graeslund@hs-rm.de](mailto:Karin.Graeslund@hs-rm.de)

<sup>30</sup> Karl-Franzens-Universität Graz, Center for Business Analytics and Data Science 8010 Graz, Attemsgasse 11, [stefan.thalmann@uni-graz.at](mailto:stefan.thalmann@uni-graz.at)

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 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 imposes 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].

Durst and Zieba [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. Those authors [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. Additionally, Ilvonen and colleagues [ITM18] identify knowledge risks in supply chains as one promising research avenue in the field of knowledge protection.

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 challenges [MCM13]. 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 logistics 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 in Portugal and Italy.

#### 3.1 Data collection description

For this purpose, we collected data from representatives from SMEs in a workshop in Portugal and with interviews in Italy. Following a purposeful sampling approach, an invitation was sent to representatives of several SMEs engaged in cross-organizational supply chain interactions. Against our perception that issues related to information are often assigned to IT managers, we sought a mix of general managers and IT managers in the workshop. For the Portuguese SMEs invitations were 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.

For the Italian SMEs invitations were sent through personal contacts to enterprises active in value chains in the Lazio region (center of Italy). The invitations turned in to six interviews with as many SMEs active in different value chains in the manufacturing industry. The interviews were performed with different managers: IT managers (for all companies), CEO (for two companies), and CPO (for two companies). All participants were male and had more than ten years of professional experience. All interviews were performed by a researcher and a research assistant who conducted the interviews took notes of what happened and transcribed the interviews afterwards.

Both the workshop with Portuguese SMEs, and the interviews with Italian SMEs 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 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. The interviews lasted from a minimum of 40 mins to a maximum of 80 minutes. After the data collection, the moderators collated their notes and produced a summarizing report. The evidence of the data collected was eventually discussed among all the authors of this paper.

### 3.2 Data collection results

The results reported in this section are based on the discussions of the summarizing reports produced by the moderators of the workshop and interviews.

A first aspect to mention is that issues related to 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 being 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 supported this. The participants, that stated to be well aware of their enterprise's actions, mainly reported protective measures related to computer security and with information and knowledge protection. The participants also mentioned that even though 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 thus the IT managers have to go through great efforts to convince managers to the importance of such issues. In a few cases, this translated into the security management being completely outsourced to external technical personnel that provides basic security protection (hardware and software), and basic data backup and restore facilities.

Although all the interviewees in the session were aware of information and computer security, some of them 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 protection issues, both from the perspective of potential victims of cyber-attacks, from the perspective of holders of information about their customers, and from the perspective of the implications of being accountable of the consequences of data breaches targeting information of customers and business partners. However, most of the security measures address access to computers, only a few to protect knowledge.

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 protection 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". Another treat perceived by SMEs originates in the potential misuse of personal devices within the company network, or company device assigned to employees within their personal (back home) IT environment. For instance, two SMEs from Italy reported having security problems with ransomware attacks diffused from IT devices infected from personal e-mails received by employees on their computer at work. They recognize weaknesses in what concerns the companies' digital competences of most employees, including those that deal with sensitive information and knowledge. The SMEs stressed also the need to strengthen digital competences and leadership in HR for future development of IT deployment within the organization.

All the participants referred that is inevitable to work in 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 protection measures.

Some companies have shown some apprehension about losing critical knowledge to competitors. But at the same time, they have not pointed out a clear strategy for mitigating such concerns. The risk of losing knowledge is faced as a normal risk of the business, and they will not refrain to accept a contract because of fear of losing knowledge. 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. Two SMEs acknowledged during the interviews that they are under the risk of potential knowledge spillover to their technology provider which supplies hardware and software for the automation of the assembly line. However, their reaction is ambivalent because in one case they believe the data being stolen would not constitute a risk for them and hence do not perceive the risk need to be mitigated, in another case they acknowledge the risk of losing competitive advantage, but this risk is neither quantified nor protected.

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 lead 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 Conclusions and outlook

Our results show and ambivalent behavior of our interviewees. On the one hand they are aware of the risks of losing competitive knowledge to a certain extent and on the other hand they do not care if it comes to supply-chain interactions (in particular) with large enterprises. One of the major reasons for this is a lack of awareness about the multitude of knowledge risks that may emerge in supply chain interactions and about possible countermeasures. Second, our interviewees highlighted missing technical skills on how to protect knowledge in a digitized supply chain. 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. Additionally, the training should also focus on digital skills regarding the protection of knowledge. Policy makers may also benefit from this improved transparency and could, in turn, offer better support and assistance

Another remarkable insight was the pragmatism regarding large enterprises. Even if the companies realize that they are losing competitive knowledge, they fulfill the requirements from the large enterprises to get the contract. The SMEs describe the pressure from the large enterprises and the more equal sharing interaction with another SME. From our perspective, there is a need to investigate this relationship in more detail and to start a policy making process.

In this ongoing research project, we have made the first step to explore 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 workshop and interviews in Portugal and Italy 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
- [ITM18] Ilvonen, I., Thalmann, S., Manhart, M., & Sillaber, C. (2018). Reconciling digital transformation and knowledge protection: a research agenda. *Knowledge Management Research & Practice*, 16(2), 235-244.
- [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
- [MCM13] Mueller, E., Cockburn, I.M., MacGarvie, M.: Access to intellectual property for innovation: Evidence on problems and coping strategies from German firms, *Research Policy*, 42(2), 529-541, 2013
- 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
<b>The preparation phase</b>			
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 capabili-	Disclosure of competitive knowledge	[MTM15]

ties.

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 client-vendor arrangement	These processes often require a close interaction, information and data exchange between supplier and client	Unwanted knowledge spill-over personnel from supplier defects to clients	
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 Kaiser<sup>31</sup>, Stefan Thalmann<sup>32</sup>, Viktoria Pammer-Schindler<sup>33</sup> and Angela Fessler<sup>34</sup>

**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

---

<sup>31</sup> Know-Center – Research Center for Data-Driven Business & Big Data Analytics, Graz, Austria

<sup>32</sup> University of Graz and Institute for Interactive Systems and Data Science, Graz University of Technology

<sup>33</sup> Know-Center and Institute for Interactive Systems and Data Science, Graz University of Technology

<sup>34</sup> Know-Center – Research Center for Data-Driven Business & Big Data Analytics, Graz, Austria

knowledge [JM16]. As a consequence, balancing knowledge sharing and protection is a 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 1.

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 1: 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 2 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 2: 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. *IN19* 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. *INOI* 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
<b>Practice 1: Restrictive Partner Selection</b> Select less risky partners for collaboration and no close collaboration with critical partners.	Literature mentions restriction to groups [MTM15].
<b>Practice 2: Communication through Gatekeeper</b> 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.
<b>Practice 3: Limit Access to Central Platform to a Small Number of People</b> 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].
<b>Practice 4: Hide Details of Machine Data Dumps</b> 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.
<b>Practice 5: Data Won't Leave Factory for Analysis</b> 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.
<b>Practice 6: Generic Model Hiding Usage Parameters</b> 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.	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.
<b>Practice 7: Apply Legal Measures</b> Legal measures are applied to avoid unintended knowledge leakage or usage by sharing partners.	Frequently mentioned in literature, but relatively ineffective [No01] [Li97] [OHH11].

Table 3: 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 Know-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 coopetition 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

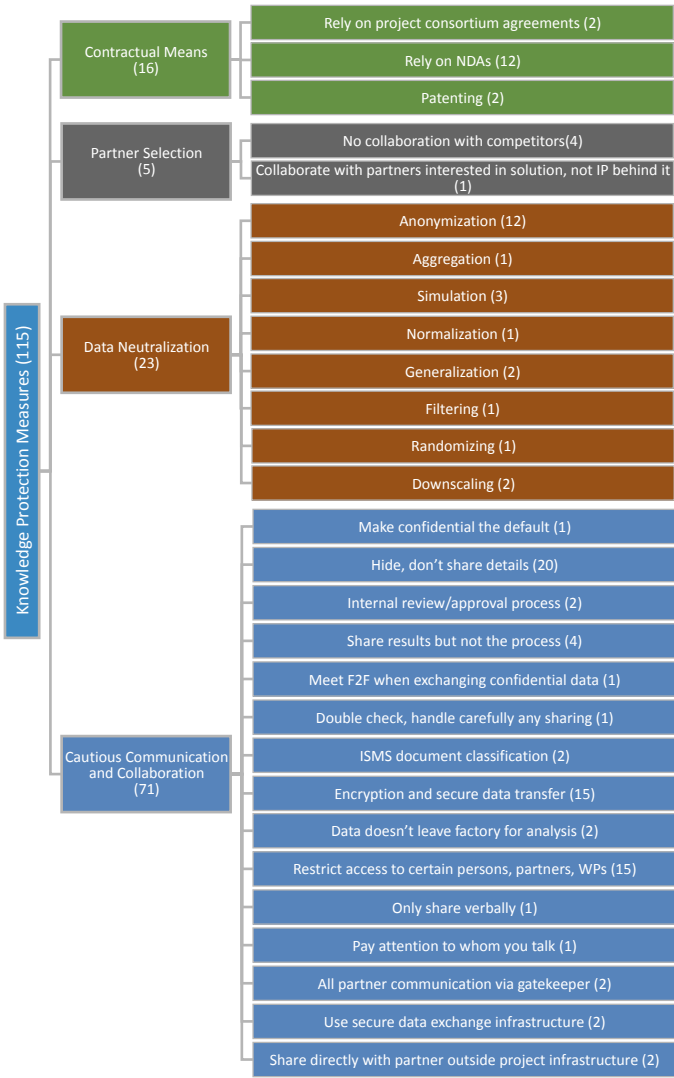


Figure 1: The 27 knowledge protection measures mentioned by the interviewees, grouped along 4 knowledge protection practices.



## 4.3 Towards Classification of Technical Sound Events with Deep Learning Models

Constantin Rieder<sup>35</sup>, Markus Germann<sup>36</sup> and Klaus Peter Scherer<sup>37</sup>

**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

### 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.

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

---

<sup>35</sup> Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Automation and Applied Informatics, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany, Constantin.Rieder@kit.edu

<sup>36</sup> Ibidem, Markus.Germann@kit.edu

<sup>37</sup> Ibidem, Klaus-Peter.Scherer@kit.edu

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].

## 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].

## 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].

## 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.

## 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).

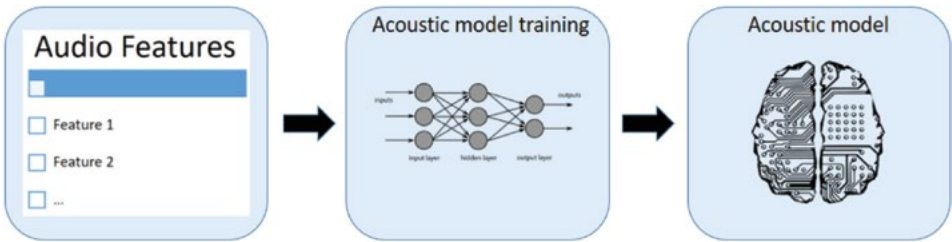


Figure 2: Training the model

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).

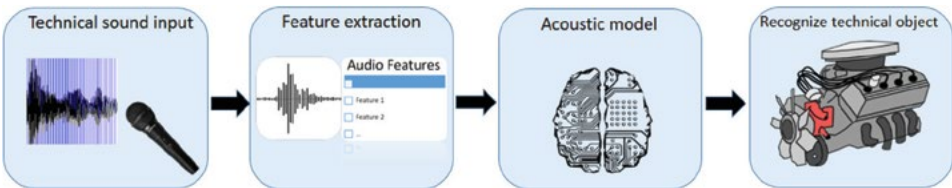


Figure 3: Using the acoustic model to recognize and classify technical objects

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.

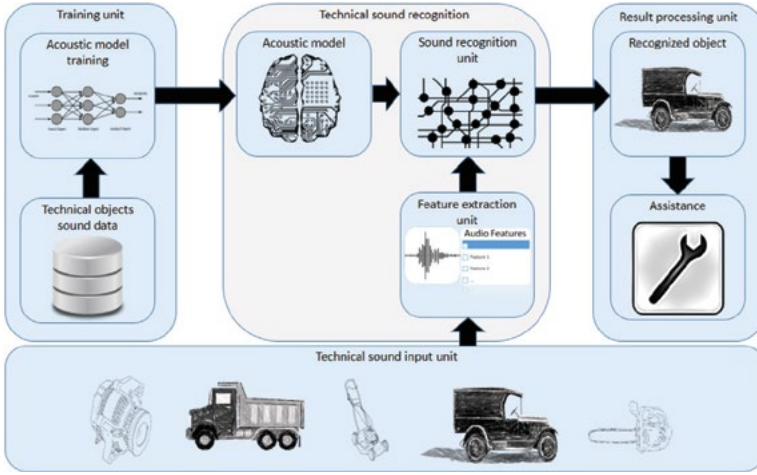


Figure 4: Structure of the mechanical sound recognition system

## First experiments and evaluation

In an experimental setup, different neural networks were trained and evaluated for technical sound recognition. 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 the TensorFlow [Te18] framework:

- Deep bag of frames model (Dbof)
- LSTM (Long Short Term Memory)
- Bidirectional LSTM

The models 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]. The relatively strict Top-1 accuracy (Hit@1-score) was used for the evaluation. This means that the model response (i.e. the one with the highest probability) must be the expected answer. Initially, all classes from the pre-processed data set were selected, trained and evaluated. Based on the first results, the used methods should be furthermore adapted and improved. In addition to the parameterization, the main problem was the large number of classes. Another reason could be the weak labeling of the data set. One successful solution to the problem was to reduce the number of classes in a special manner. The number of classes was restricted by categories such as engine sounds, vehicle sounds and others. The restriction of classes showed a significant improvement and the classifier achieved a high top-1 accuracy after a certain amount of training steps. Fig. 4 summarizes the evaluation

results in a representative manner in relation to the partial corpus for the category engine. Comparable training runs in other categories such as vehicle, mechanisms, tools and other mechanical objects delivered similar results.

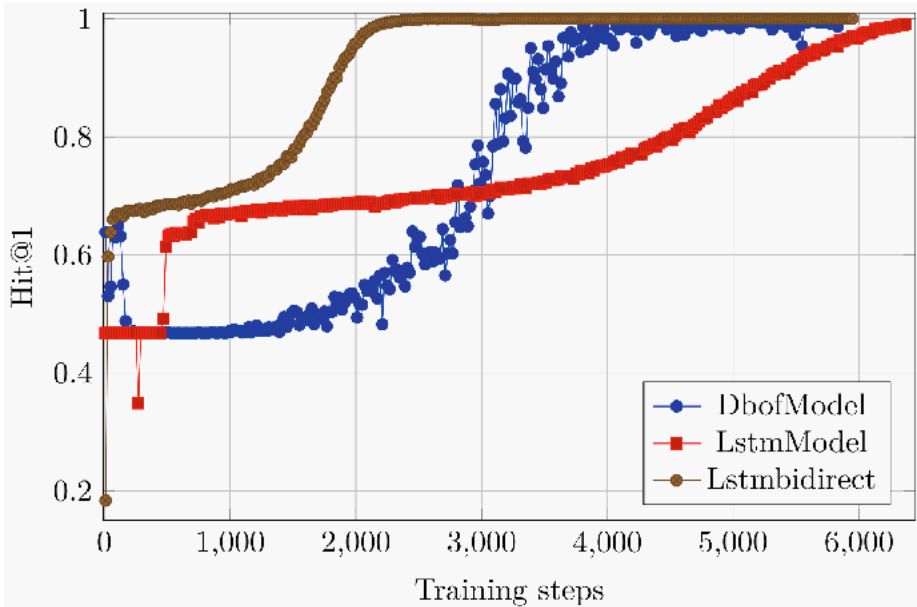


Figure 5: Hit@1 results for category engine

Considering the results of the runs using the reduced corpora, bidirectional LSTM delivered the best performance in the evaluation, followed by the Dbof model and the LSTM model. Overall, the reduction of the entire corpus to certain categories showed significantly better results than the application to all classes. In the next steps of the project, the testing of additional models is planned. The use of multi-level attention models could bring more improvements [Yu18]. The use of ResNet with certain adjustments, as shown by Hershey et.al in [He17], is also in consideration.

## 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.

## 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>



## *GI-Edition Lecture Notes in Informatics*

- P-1 Gregor Engels, Andreas Oberweis, Albert Zündorf (Hrsg.): Modellierung 2001.
- P-2 Mikhail Godlevsky, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications, ISTA'2001.
- P-3 Ana M. Moreno, Reind P. van de Riet (Hrsg.): Applications of Natural Language to Information Systems, NLDB'2001.
- P-4 H. Wörn, J. Mühling, C. Vahl, H.-P. Meinzer (Hrsg.): Rechner- und sensorgestützte Chirurgie; Workshop des SFB 414.
- P-5 Andy Schürr (Hg.): OMER – Object-Oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems.
- P-6 Hans-Jürgen Appelpath, Rolf Beyer, Uwe Marquardt, Heinrich C. Mayr, Claudia Steinberger (Hrsg.): Unternehmen Hochschule, UH'2001.
- P-7 Andy Evans, Robert France, Ana Moreira, Bernhard Rumpe (Hrsg.): Practical UML-Based Rigorous Development Methods – Countering or Integrating the extremists, pUML'2001.
- P-8 Reinhard Keil-Slawik, Johannes Magenheimer (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS'2001.
- P-9 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN Arbeitstagung.
- P-10 Mirjam Minor, Steffen Staab (Hrsg.): 1st German Workshop on Experience Management: Sharing Experiences about the Sharing Experience.
- P-11 Michael Weber, Frank Kargl (Hrsg.): Mobile Ad-Hoc Netzwerke, WMAN 2002.
- P-12 Martin Glinz, Günther Müller-Luschnat (Hrsg.): Modellierung 2002.
- P-13 Jan von Knop, Peter Schirmbacher and Viljan Mahni\_ (Hrsg.): The Changing Universities – The Role of Technology.
- P-14 Robert Tolksdorf, Rainer Eckstein (Hrsg.): XML-Technologien für das Semantic Web – XSW 2002.
- P-15 Hans-Bernd Bludau, Andreas Koop (Hrsg.): Mobile Computing in Medicine.
- P-16 J. Felix Hampe, Gerhard Schwabe (Hrsg.): Mobile and Collaborative Business 2002.
- P-17 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Zukunft der Netze –Die Verletzbarkeit meistern, 16. DFN Arbeitstagung.
- P-18 Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2002.
- P-19 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund.
- P-20 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund (Ergänzungs-band).
- P-21 Jörg Desel, Mathias Weske (Hrsg.): Promise 2002: Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen.
- P-22 Sigrid Schubert, Johannes Magenheimer, Peter Hubwieser, Torsten Brinda (Hrsg.): Forschungsbeiträge zur "Didaktik der Informatik" – Theorie, Praxis, Evaluation.
- P-23 Thorsten Spitta, Jens Borchers, Harry M. Sneed (Hrsg.): Software Management 2002 – Fortschritt durch Beständigkeit
- P-24 Rainer Eckstein, Robert Tolksdorf (Hrsg.): XMIDX 2003 – XML-Technologien für Middleware – Middleware für XML-Anwendungen
- P-25 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Commerce – Anwendungen und Perspektiven – 3. Workshop Mobile Commerce, Universität Augsburg, 04.02.2003
- P-26 Gerhard Weikum, Harald Schöning, Erhard Rahm (Hrsg.): BTW 2003: Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web
- P-27 Michael Kroll, Hans-Gerd Lipinski, Kay Melzer (Hrsg.): Mobiles Computing in der Medizin
- P-28 Ulrich Reimer, Andreas Abecker, Steffen Staab, Gerd Stumme (Hrsg.): WM 2003: Professionelles Wissensmanagement – Erfahrungen und Visionen
- P-29 Antje Düsterhöft, Bernhard Thalheim (Eds.): NLDB'2003: Natural Language Processing and Information Systems
- P-30 Mikhail Godlevsky, Stephen Liddle, Heinrich C. Mayr (Eds.): Information Systems Technology and its Applications
- P-31 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.): BIOSIG 2003: Biometrics and Electronic Signatures, Proceedings of the Special Interest Group on Biometrics and Electronic Signatures, 24. July 2003 in Darmstadt, Germany



- P-32 Peter Hubwieser (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht – INFOS 2003
- P-33 Andreas Geyer-Schulz, Alfred Taudes (Hrsg.): Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft
- P-34 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenber, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 1)
- P-35 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenber, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 2)
- P-36 Rüdiger Grimm, Hubert B. Keller, Kai Rannenber (Hrsg.): Informatik 2003 – Mit Sicherheit Informatik
- P-37 Arndt Bode, Jörg Desel, Sabine Rathmayer, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2003: e-Learning Fachtagung Informatik
- P-38 E.J. Sinz, M. Plaha, P. Neckel (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2003
- P-39 Jens Nedon, Sandra Frings, Oliver Göbel (Hrsg.): IT-Incident Management & IT-Forensics – IMF 2003
- P-40 Michael Rebstock (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2004
- P-41 Uwe Brinkschulte, Jürgen Becker, Dietmar Fey, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle, Thomas Runkler (Edts.): ARCS 2004 – Organic and Pervasive Computing
- P-42 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Economy – Transaktionen und Prozesse, Anwendungen und Dienste
- P-43 Birgitta König-Ries, Michael Klein, Philipp Obreiter (Hrsg.): Persistence, Scalability, Transactions – Database Mechanisms for Mobile Applications
- P-44 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): Security, E-Learning, E-Services
- P-45 Bernhard Rumpe, Wolfgang Hesse (Hrsg.): Modellierung 2004
- P-46 Ulrich Flegel, Michael Meier (Hrsg.): Detection of Intrusions of Malware & Vulnerability Assessment
- P-47 Alexander Prosser, Robert Krimmer (Hrsg.): Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society
- P-48 Anatoly Doroshenko, Terry Halpin, Stephen W. Liddle, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-49 G. Schiefer, P. Wagner, M. Morgenstern, U. Rickert (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven
- P-50 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 1) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-51 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 2) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-52 Gregor Engels, Silke Seehusen (Hrsg.): DELFI 2004 – Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-53 Robert Giegerich, Jens Stoye (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics – GCB 2004
- P-54 Jens Borchers, Ralf Kneuper (Hrsg.): Softwaremanagement 2004 – Outsourcing und Integration
- P-55 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): E-Science und Grid Ad-hoc-Netze Medienintegration
- P-56 Fernand Feltz, Andreas Oberweis, Benoit Otjacques (Hrsg.): EMISA 2004 – Informationssysteme im E-Business und E-Government
- P-57 Klaus Turowski (Hrsg.): Architekturen, Komponenten, Anwendungen
- P-58 Sami Beydeda, Volker Gruhn, Johannes Mayer, Ralf Reussner, Franz Schweiggert (Hrsg.): Testing of Component-Based Systems and Software Quality
- P-59 J. Felix Hampe, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Rannenber, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Business – Processes, Platforms, Payments
- P-60 Steffen Friedrich (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für informatische Bildung
- P-61 Paul Müller, Reinhard Gotzhein, Jens B. Schmitt (Hrsg.): Kommunikation in verteilten Systemen
- P-62 Federrath, Hannes (Hrsg.): „Sicherheit 2005“ – Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit
- P-63 Roland Kaschek, Heinrich C. Mayr, Stephen Liddle (Hrsg.): Information Systems – Technology and its Applications

- P-64 Peter Liggesmeyer, Klaus Pohl, Michael Goedicke (Hrsg.): Software Engineering 2005
- P-65 Gottfried Vossen, Frank Leymann, Peter Lockemann, Wolffried Stucky (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web
- P-66 Jörg M. Haake, Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian (Hrsg.): DeLFI 2005: 3. deutsche e-Learning Fachtagung Informatik
- P-67 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 1)
- P-68 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 2)
- P-69 Robert Hirschfeld, Ryszard Kowalczyk, Andreas Polze, Matthias Weske (Hrsg.): NODe 2005, GSEM 2005
- P-70 Klaus Turowski, Johannes-Maria Zaha (Hrsg.): Component-oriented Enterprise Application (COAE 2005)
- P-71 Andrew Torda, Stefan Kurz, Matthias Rarey (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics 2005
- P-72 Klaus P. Jantke, Klaus-Peter Fähnrich, Wolfgang S. Wittig (Hrsg.): Marktplatz Internet: Von e-Learning bis e-Payment
- P-73 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): "Heute schon das Morgen sehen"
- P-74 Christopher Wolf, Stefan Lucks, Po-Wah Yau (Hrsg.): WEWoRC 2005 – Western European Workshop on Research in Cryptology
- P-75 Jörg Desel, Ulrich Frank (Hrsg.): Enterprise Modelling and Information Systems Architecture
- P-76 Thomas Kirste, Birgitta König-Ries, Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Informationssysteme – Potentiale, Hindernisse, Einsatz
- P-77 Jana Dittmann (Hrsg.): SICHERHEIT 2006
- P-78 K.-O. Wenkel, P. Wagner, M. Morgens-tern, K. Luzi, P. Eisermann (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel
- P-79 Bettina Biel, Matthias Book, Volker Gruhn (Hrsg.): Softwareengineering 2006
- P-80 Mareike Schoop, Christian Huemer, Michael Rebstock, Martin Bichler (Hrsg.): Service-Oriented Electronic Commerce
- P-81 Wolfgang Karl, Jürgen Becker, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle (Hrsg.): ARCS'06
- P-82 Heinrich C. Mayr, Ruth Breu (Hrsg.): Modellierung 2006
- P-83 Daniel Huson, Oliver Kohlbacher, Andrei Lupas, Kay Nieselt and Andreas Zell (eds.): German Conference on Bioinformatics
- P-84 Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-85 Witold Abramowicz, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Business Information Systems
- P-86 Robert Krimmer (Ed.): Electronic Voting 2006
- P-87 Max Mühlhäuser, Guido Rößling, Ralf Steinmetz (Hrsg.): DELFI 2006: 4. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-88 Robert Hirschfeld, Andreas Polze, Ryszard Kowalczyk (Hrsg.): NODe 2006, GSEM 2006
- P-90 Joachim Schelp, Robert Winter, Ulrich Frank, Bodo Rieger, Klaus Turowski (Hrsg.): Integration, Informationslogistik und Architektur
- P-91 Henrik Stormer, Andreas Meier, Michael Schumacher (Eds.): European Conference on eHealth 2006
- P-92 Fernand Feltz, Benoît Otjacques, Andreas Oberweis, Nicolas Poussing (Eds.): AIM 2006
- P-93 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 1
- P-94 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 2
- P-95 Matthias Weske, Markus Nüttgens (Eds.): EMISA 2005: Methoden, Konzepte und Technologien für die Entwicklung von dienstbasierten Informationssystemen
- P-96 Saartje Brockmans, Jürgen Jung, York Sure (Eds.): Meta-Modelling and Ontologies
- P-97 Oliver Göbel, Dirk Schadt, Sandra Frings, Hardo Hase, Detlef Günther, Jens Nedon (Eds.): IT-Incident Mangament & IT-Forensics – IMF 2006

- P-98 Hans Brandt-Pook, Werner Simonsmeier und Thorsten Spitta (Hrsg.): Beratung in der Softwareentwicklung – Modelle, Methoden, Best Practices
- P-99 Andreas Schwill, Carsten Schulte, Marco Thomas (Hrsg.): Didaktik der Informatik
- P-100 Peter Forbrig, Günter Siegel, Markus Schneider (Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik
- P-101 Stefan Böttinger, Ludwig Theuvsen, Susanne Rank, Marlies Morgenstern (Hrsg.): Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten
- P-102 Otto Spaniol (Eds.): Mobile Services and Personalized Environments
- P-103 Alfons Kemper, Harald Schöning, Thomas Rose, Matthias Jarke, Thomas Seidl, Christoph Quix, Christoph Brochhaus (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW 2007)
- P-104 Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Rainer Malaka, Can Türker (Hrsg.): MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme
- P-105 Wolf-Gideon Bleek, Jörg Raasch, Heinz Züllighoven (Hrsg.): Software Engineering 2007
- P-106 Wolf-Gideon Bleek, Henning Schwentner, Heinz Züllighoven (Hrsg.): Software Engineering 2007 – Beiträge zu den Workshops
- P-107 Heinrich C. Mayr, Dimitris Karagiannis (eds.): Information Systems Technology and its Applications
- P-108 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (eds.): BIOSIG 2007: Biometrics and Electronic Signatures
- P-109 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.): INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 1
- P-110 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.): INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 2
- P-111 Christian Eibl, Johannes Magenheimer, Sigrid Schubert, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2007: 5. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-112 Sigrid Schubert (Hrsg.): Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis
- P-113 Sören Auer, Christian Bizer, Claudia Müller, Anna V. Zhdanova (Eds.): The Social Semantic Web 2007 Proceedings of the 1<sup>st</sup> Conference on Social Semantic Web (CSSW)
- P-114 Sandra Frings, Oliver Göbel, Detlef Günther, Hardo G. Hase, Jens Nedon, Dirk Schadt, Arslan Brömme (Eds.): IMF2007 IT-incident management & IT-forensics Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on IT-Incident Management & IT-Forensics
- P-115 Claudia Falter, Alexander Schliep, Joachim Selbig, Martin Vingron and Dirk Walther (Eds.): German conference on bioinformatics GCB 2007
- P-116 Witold Abramowicz, Leszek Maciszek (Eds.): Business Process and Services Computing 1<sup>st</sup> International Working Conference on Business Process and Services Computing BPSC 2007
- P-117 Ryszard Kowalczyk (Ed.): Grid service engineering and management The 4<sup>th</sup> International Conference on Grid Service Engineering and Management GSEM 2007
- P-118 Andreas Hein, Wilfried Thoben, Hans-Jürgen Appelrath, Peter Jensch (Eds.): European Conference on ehealth 2007
- P-119 Manfred Reichert, Stefan Strecker, Klaus Turowski (Eds.): Enterprise Modelling and Information Systems Architectures Concepts and Applications
- P-120 Adam Pawlak, Kurt Sandkuhl, Wojciech Cholewa, Leandro Soares Indrusiak (Eds.): Coordination of Collaborative Engineering - State of the Art and Future Challenges
- P-121 Korbinian Hermann, Bernd Bruegge (Hrsg.): Software Engineering 2008 Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-122 Walid Maalej, Bernd Bruegge (Hrsg.): Software Engineering 2008 - Workshopband Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

- P-123 Michael H. Breitner, Martin Breunig, Elgar Fleisch, Ley Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Technologien, Prozesse, Marktfähigkeit  
Proceedings zur 3. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2008)
- P-124 Wolfgang E. Nagel, Rolf Hoffmann, Andreas Koch (Eds.)  
9<sup>th</sup> Workshop on Parallel Systems and Algorithms (PASA)  
Workshop of the GI/ITG Special Interest Groups PARS and PARVA
- P-125 Rolf A.E. Müller, Hans-H. Sundermeier, Ludwig Theuvsen, Stephanie Schütze, Marlies Morgenstern (Hrsg.)  
Unternehmens-IT:  
Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde  
Referate der 28. GIL Jahrestagung
- P-126 Rainer Gimnich, Uwe Kaiser, Jochen Quante, Andreas Winter (Hrsg.)  
10<sup>th</sup> Workshop Software Reengineering (WSR 2008)
- P-127 Thomas Kühne, Wolfgang Reisig, Friedrich Steimann (Hrsg.)  
Modellierung 2008
- P-128 Ammar Alkassar, Jörg Siekmann (Hrsg.)  
Sicherheit 2008  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 4. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
2.-4. April 2008  
Saarbrücken, Germany
- P-129 Wolfgang Hesse, Andreas Oberweis (Eds.)  
Sigsand-Europe 2008  
Proceedings of the Third AIS SIGSAND European Symposium on Analysis, Design, Use and Societal Impact of Information Systems
- P-130 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
1. DFN-Forum Kommunikationstechnologien Beiträge der Fachtagung
- P-131 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
3<sup>rd</sup> International Conference on Electronic Voting 2008  
Co-organized by Council of Europe, Gesellschaft für Informatik und E-Voting, CC
- P-132 Silke Seehusen, Ulrike Lucke, Stefan Fischer (Hrsg.)  
DeLFI 2008:  
Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-133 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)  
INFORMATIK 2008  
Beherrschbare Systeme – dank Informatik Band 1
- P-134 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)  
INFORMATIK 2008  
Beherrschbare Systeme – dank Informatik Band 2
- P-135 Torsten Brinda, Michael Fothe, Peter Hubwieser, Kirsten Schlüter (Hrsg.)  
Didaktik der Informatik –  
Aktuelle Forschungsergebnisse
- P-136 Andreas Beyer, Michael Schroeder (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics GCB 2008
- P-137 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)  
BIOSIG 2008: Biometrics and Electronic Signatures
- P-138 Barbara Dinter, Robert Winter, Peter Chamoni, Norbert Gronau, Klaus Turowski (Hrsg.)  
Synergien durch Integration und Informationslogistik  
Proceedings zur DW2008
- P-139 Georg Herzwurm, Martin Mikusz (Hrsg.)  
Industrialisierung des Software-Managements  
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik
- P-140 Oliver Göbel, Sandra Frings, Detlef Günther, Jens Nedon, Dirk Schadt (Eds.)  
IMF 2008 - IT Incident Management & IT Forensics
- P-141 Peter Loos, Markus Nüttgens, Klaus Turowski, Dirk Werth (Hrsg.)  
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2008)  
Modellierung zwischen SOA und Compliance Management
- P-142 R. Bill, P. Korduan, L. Theuvsen, M. Morgenstern (Hrsg.)  
Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung
- P-143 Peter Liggesmeyer, Gregor Engels, Jürgen Münch, Jörg Dörr, Norman Riegel (Hrsg.)  
Software Engineering 2009  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

- P-144 Johann-Christoph Freytag, Thomas Ruf, Wolfgang Lehner, Gottfried Vossen (Hrsg.)  
Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW)
- P-145 Knut Hinkelmann, Holger Wache (Eds.)  
WM2009: 5th Conference on Professional Knowledge Management
- P-146 Markus Bick, Martin Breunig, Hagen Höpfner (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Entwicklung, Implementierung und Anwendung  
4. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2009)
- P-147 Witold Abramowicz, Leszek Maciaszek, Ryszard Kowalczyk, Andreas Speck (Eds.)  
Business Process, Services Computing and Intelligent Service Management  
BPSC 2009 · ISM 2009 · YRW-MBP 2009
- P-148 Christian Erfurth, Gerald Eichler, Volkmar Schau (Eds.)  
9<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems  
I<sup>2</sup>CS 2009
- P-149 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
2. DFN-Forum  
Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-150 Jürgen Münch, Peter Liggesmeyer (Hrsg.)  
Software Engineering  
2009 - Workshopband
- P-151 Armin Heinzl, Peter Dadam, Stefan Kirm, Peter Lockemann (Eds.)  
PRIMIUM  
Process Innovation for  
Enterprise Software
- P-152 Jan Mendling, Stefanie Rinderle-Ma, Werner Esswein (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures  
Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Int'l Workshop EMISA 2009
- P-153 Andreas Schwill, Nicolas Apostolopoulos (Hrsg.)  
Lernen im Digitalen Zeitalter  
DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik
- P-154 Stefan Fischer, Erik Maehle, Rüdiger Reischuk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2009  
Im Focus das Leben
- P-155 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)  
BIOSIG 2009:  
Biometrics and Electronic Signatures  
Proceedings of the Special Interest Group on Biometrics and Electronic Signatures
- P-156 Bernhard Koerber (Hrsg.)  
Zukunft braucht Herkunft  
25 Jahre »INFOS – Informatik und Schule«
- P-157 Ivo Grosse, Steffen Neumann, Stefan Posch, Falk Schreiber, Peter Stadler (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics  
2009
- P-158 W. Claudepein, L. Theuvsen, A. Kämpf, M. Morgenstern (Hrsg.)  
Precision Agriculture  
Reloaded – Informationsgestützte Landwirtschaft
- P-159 Gregor Engels, Markus Luckey, Wilhelm Schäfer (Hrsg.)  
Software Engineering 2010
- P-160 Gregor Engels, Markus Luckey, Alexander Pretschner, Ralf Reussner (Hrsg.)  
Software Engineering 2010 –  
Workshopband  
(inkl. Doktorandensymposium)
- P-161 Gregor Engels, Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr (Hrsg.)  
Modellierung 2010
- P-162 Maria A. Wimmer, Uwe Brinkhoff, Siegfried Kaiser, Dagmar Lück-Schneider, Erich Schweighofer, Andreas Wiebe (Hrsg.)  
Vernetzte IT für einen effektiven Staat  
Gemeinsame Fachtagung  
Verwaltungsinformatik (FTVI) und  
Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2010
- P-163 Markus Bick, Stefan Eulgem, Elgar Fleisch, J. Felix Hampe, Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Rannenberg (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme  
Technologien, Anwendungen und  
Dienste zur Unterstützung von mobiler  
Kollaboration
- P-164 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2010: Biometrics and Electronic Signatures  
Proceedings of the Special Interest Group on Biometrics and Electronic Signatures

- P-165 Gerald Eichler, Peter Kropf, Ulrike Lechner, Phayung Meesad, Herwig Unger (Eds.)  
10<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS) – Jubilee Edition 2010 –
- P-166 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
3. DFN-Forum Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-167 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
4<sup>th</sup> International Conference on Electronic Voting 2010  
co-organized by the Council of Europe, Gesellschaft für Informatik and E-Voting.CC
- P-168 Ira Diethelm, Christina Dörge, Claudia Hildebrandt, Carsten Schulte (Hrsg.)  
Didaktik der Informatik  
Möglichkeiten empirischer Forschungsmethoden und Perspektiven der Fachdidaktik
- P-169 Michael Kerres, Nadine Ojstersek, Ulrik Schroeder, Ulrich Hoppe (Hrsg.)  
DeLFI 2010 - 8. Tagung der Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik e.V.
- P-170 Felix C. Freiling (Hrsg.)  
Sicherheit 2010  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
- P-171 Werner Esswein, Klaus Turowski, Martin Juhrisch (Hrsg.)  
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2010)  
Modellgestütztes Management
- P-172 Stefan Klink, Agnes Koschmider, Marco Mevius, Andreas Oberweis (Hrsg.)  
EMISA 2010  
Einflussfaktoren auf die Entwicklung flexibler, integrierter Informationssysteme  
Beiträge des Workshops der GI-Fachgruppe EMISA  
(Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung)
- P-173 Dietmar Schomburg, Andreas Grote (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics 2010
- P-174 Arslan Brömme, Torsten Eymann, Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel, Paul Schmücker (Hrsg.)  
perspeGktive 2010  
Workshop „Innovative und sichere Informationstechnologie für das Gesundheitswesen von morgen“
- P-175 Klaus-Peter Fährnich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2010  
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik  
Band 1
- P-176 Klaus-Peter Fährnich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2010  
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik  
Band 2
- P-177 Witold Abramowicz, Rainer Alt, Klaus-Peter Fährnich, Bogdan Franczyk, Leszek A. Maciaszek (Eds.)  
INFORMATIK 2010  
Business Process and Service Science – Proceedings of ISSS and BPSC
- P-178 Wolfram Pietsch, Benedikt Krams (Hrsg.)  
Vom Projekt zum Produkt  
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik (WI-MAW), Aachen, 2010
- P-179 Stefan Gruner, Bernhard Rumpe (Eds.)  
FM+AM'2010  
Second International Workshop on Formal Methods and Agile Methods
- P-180 Theo Härder, Wolfgang Lehner, Bernhard Mitschang, Harald Schöning, Holger Schwarz (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW)  
14. Fachtagung des GI-Fachbereichs „Datenbanken und Informationssysteme“ (DBIS)
- P-181 Michael Clasen, Otto Schätzel, Brigitte Theuvsen (Hrsg.)  
Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft, Fokus: Moderne Weinwirtschaft
- P-182 Ronald Maier (Hrsg.)  
6<sup>th</sup> Conference on Professional Knowledge Management  
From Knowledge to Action
- P-183 Ralf Reussner, Matthias Grund, Andreas Oberweis, Walter Tichy (Hrsg.)  
Software Engineering 2011  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-184 Ralf Reussner, Alexander Pretschner, Stefan Jähnichen (Hrsg.)  
Software Engineering 2011  
Workshopband  
(inkl. Doktorandensymposium)



- P-185 Hagen Höpfner, Günther Specht, Thomas Ritz, Christian Bunse (Hrsg.)  
MMS 2011: Mobile und ubiquitäre Informationssysteme Proceedings zur 6. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2011)
- P-186 Gerald Eichler, Axel Küpper, Volkmar Schau, Hacène Fouchal, Herwig Unger (Eds.)  
11<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS)
- P-187 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
4. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, Beiträge der Fachtagung 20. Juni bis 21. Juni 2011 Bonn
- P-188 Holger Rohland, Andrea Kienle, Steffen Friedrich (Hrsg.)  
DeLFI 2011 – Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. 5.–8. September 2011, Dresden
- P-189 Thomas, Marco (Hrsg.)  
Informatik in Bildung und Beruf INFOS 2011  
14. GI-Fachtagung Informatik und Schule
- P-190 Markus Nüttgens, Oliver Thomas, Barbara Weber (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2011)
- P-191 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2011  
International Conference of the Biometrics Special Interest Group
- P-192 Hans-Ulrich Heiß, Peter Pepper, Holger Schlingloff, Jörg Schneider (Hrsg.)  
INFORMATIK 2011  
Informatik schafft Communities
- P-193 Wolfgang Lehner, Gunther Piller (Hrsg.)  
IMDM 2011
- P-194 M. Clasen, G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung Fokus Forstwirtschaft
- P-195 Neeraj Suri, Michael Waidner (Hrsg.)  
Sicherheit 2012  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 6. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
- P-196 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2012  
Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference of the Biometrics Special Interest Group
- P-197 Jörn von Lucke, Christian P. Geiger, Siegfried Kaiser, Erich Schweighofer, Maria A. Wimmer (Hrsg.)  
Auf dem Weg zu einer offenen, smarten und vernetzten Verwaltungskultur  
Gemeinsame Fachtagung Verwaltungsinformatik (FTVI) und Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2012
- P-198 Stefan Jähnichen, Axel Küpper, Sahin Albayrak (Hrsg.)  
Software Engineering 2012  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-199 Stefan Jähnichen, Bernhard Rumpe, Holger Schlingloff (Hrsg.)  
Software Engineering 2012  
Workshopband
- P-200 Gero Mühl, Jan Richling, Andreas Herkersdorf (Hrsg.)  
ARCS 2012 Workshops
- P-201 Elmar J. Sinz Andy Schürr (Hrsg.)  
Modellierung 2012
- P-202 Andrea Back, Markus Bick, Martin Breunig, Key Poustchi, Frédéric Thiesse (Hrsg.)  
MMS 2012: Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme
- P-203 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
5. DFN-Forum Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-204 Gerald Eichler, Leendert W. M. Wienhofen, Anders Kofod-Petersen, Herwig Unger (Eds.)  
12<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS 2012)
- P-205 Manuel J. Kripp, Melanie Volkamer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
5<sup>th</sup> International Conference on Electronic Voting 2012 (EVOTE2012)  
Co-organized by the Council of Europe, Gesellschaft für Informatik und E-Voting.CC
- P-206 Stefanie Rinderle-Ma, Mathias Weske (Hrsg.)  
EMISA 2012  
Der Mensch im Zentrum der Modellierung
- P-207 Jörg Desel, Jörg M. Haake, Christian Spannagel (Hrsg.)  
DeLFI 2012: Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V.  
24.–26. September 2012

- P-208 Ursula Goltz, Marcus Magnor, Hans-Jürgen Appelrath, Herbert Matthies, Wolf-Tilo Balke, Lars Wolf (Hrsg.)  
INFORMATIK 2012
- P-209 Hans Brandt-Pook, André Fleer, Thorsten Spitta, Malte Wattenberg (Hrsg.)  
Nachhaltiges Software Management
- P-210 Erhard Plödereder, Peter Dencker, Herbert Klenk, Hubert B. Keller, Silke Spitzer (Hrsg.)  
Automotive – Safety & Security 2012  
Sicherheit und Zuverlässigkeit für automobile Informationstechnik
- P-211 M. Clasen, K. C. Kersebaum, A. Meyer-Aurich, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft  
Erhebung - Verarbeitung - Nutzung  
Referate der 33. GIL-Jahrestagung  
20. – 21. Februar 2013, Potsdam
- P-212 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2013  
Proceedings of the 12th International Conference of the Biometrics Special Interest Group  
04.–06. September 2013  
Darmstadt, Germany
- P-213 Stefan Kowalewski, Bernhard Rumpe (Hrsg.)  
Software Engineering 2013  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-214 Volker Markl, Gunter Saake, Kai-Uwe Sattler, Gregor Hackenbroich, Bernhard Mitschang, Theo Härder, Veit Köppen (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW) 2013  
13. – 15. März 2013, Magdeburg
- P-215 Stefan Wagner, Horst Lichter (Hrsg.)  
Software Engineering 2013  
Workshopband  
(inkl. Doktorandensymposium)  
26. Februar – 1. März 2013, Aachen
- P-216 Gunter Saake, Andreas Henrich, Wolfgang Lehner, Thomas Neumann, Veit Köppen (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW) 2013 – Workshopband  
11. – 12. März 2013, Magdeburg
- P-217 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
6. DFN-Forum Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung  
03.–04. Juni 2013, Erlangen
- P-218 Andreas Breiter, Christoph Rensing (Hrsg.)  
DeLFI 2013: Die 11 e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
8. – 11. September 2013, Bremen
- P-219 Norbert Breier, Peer Stechert, Thomas Wilke (Hrsg.)  
Informatik erweitert Horizonte  
INFOS 2013  
15. GI-Fachtagung Informatik und Schule  
26. – 28. September 2013
- P-220 Matthias Horbach (Hrsg.)  
INFORMATIK 2013  
Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt  
16. – 20. September 2013, Koblenz
- P-221 Maria A. Wimmer, Marijn Janssen, Ann Macintosh, Hans Jochen Scholl, Efthimios Tambouris (Eds.)  
Electronic Government and Electronic Participation  
Joint Proceedings of Ongoing Research of IFIP EGOV and IFIP ePart 2013  
16. – 19. September 2013, Koblenz
- P-222 Reinhard Jung, Manfred Reichert (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2013)  
St. Gallen, Switzerland  
September 5. – 6. 2013
- P-223 Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel (Hrsg.)  
Open Identity Summit 2013  
10. – 11. September 2013  
Kloster Banz, Germany
- P-224 Eckhart Hanser, Martin Mikusz, Masud Fazal-Baqaie (Hrsg.)  
Vorgehensmodelle 2013  
Vorgehensmodelle – Anspruch und Wirklichkeit  
20. Tagung der Fachgruppe Vorgehensmodelle im Fachgebiet Wirtschaftsinformatik (WI-VM) der Gesellschaft für Informatik e.V.  
Lörrach, 2013
- P-225 Hans-Georg Fill, Dimitris Karagiannis, Ulrich Reimer (Hrsg.)  
Modellierung 2014  
19. – 21. März 2014, Wien
- P-226 M. Clasen, M. Hamer, S. Lehnert, B. Petersen, B. Theuvsen (Hrsg.)  
IT-Standards in der Agrar- und Ernährungswirtschaft Fokus: Risiko- und Krisenmanagement  
Referate der 34. GIL-Jahrestagung  
24. – 25. Februar 2014, Bonn



- P-227 Wilhelm Hasselbring,  
Nils Christian Ehmke (Hrsg.)  
Software Engineering 2014  
Fachtagung des GI-Fachbereichs  
Softwaretechnik  
25. – 28. Februar 2014  
Kiel, Deutschland
- P-228 Stefan Katzenbeisser, Volkmar Lotz,  
Edgar Weippl (Hrsg.)  
Sicherheit 2014  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 7. Jahrestagung des  
Fachbereichs Sicherheit der  
Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
19. – 21. März 2014, Wien
- P-229 Dagmar Lück-Schneider, Thomas  
Gordon, Siegfried Kaiser, Jörn von  
Lucke, Erich Schweighofer, Maria  
A. Wimmer, Martin G. Löhe (Hrsg.)  
Gemeinsam Electronic Government  
ziel(gruppen)gerecht gestalten und  
organisieren  
Gemeinsame Fachtagung  
Verwaltungsinformatik (FTVI) und  
Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI)  
2014, 20.-21. März 2014 in Berlin
- P-230 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2014  
Proceedings of the 13<sup>th</sup> International  
Conference of the Biometrics Special  
Interest Group  
10. – 12. September 2014 in  
Darmstadt, Germany
- P-231 Paul Müller, Bernhard Neumair,  
Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek  
(Hrsg.)  
7. DFN-Forum  
Kommunikationstechnologien  
16. – 17. Juni 2014  
Fulda
- P-232 E. Plödereder, L. Grunske, E. Schneider,  
D. Ull (Hrsg.)  
INFORMATIK 2014  
Big Data – Komplexität meistern  
22. – 26. September 2014  
Stuttgart
- P-233 Stephan Trahasch, Rolf Plötzner, Gerhard  
Schneider, Claudia Gayer, Daniel Sassiat,  
Nicole Wöhrle (Hrsg.)  
DeLFI 2014 – Die 12. e-Learning  
Fachtagung Informatik  
der Gesellschaft für Informatik e.V.  
15. – 17. September 2014  
Freiburg
- P-234 Fernand Feltz, Bela Mutschler, Benoît  
Otjacques (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information  
Systems Architectures  
(EMISA 2014)  
Luxembourg, September 25-26, 2014
- P-235 Robert Giegerich,  
Ralf Hofestädt,  
Tim W. Nattkemper (Eds.)  
German Conference on  
Bioinformatics 2014  
September 28 – October 1  
Bielefeld, Germany
- P-236 Martin Engstler, Eckhart Hanser,  
Martin Mikusz, Georg Herzwurm (Hrsg.)  
Projektmanagement und  
Vorgehensmodelle 2014  
Soziale Aspekte und Standardisierung  
Gemeinsame Tagung der Fachgruppen  
Projektmanagement (WI-PM) und  
Vorgehensmodelle (WI-VM) im  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik der  
Gesellschaft für Informatik e.V., Stuttgart  
2014
- P-237 Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel (Hrsg.)  
Open Identity Summit 2014  
4.–6. November 2014  
Stuttgart, Germany
- P-238 Arno Ruckelshausen, Hans-Peter  
Schwarz, Brigitte Theuvsen (Hrsg.)  
Informatik in der Land-, Forst- und  
Ernährungswirtschaft  
Referate der 35. GIL-Jahrestagung  
23. – 24. Februar 2015, Geisenheim
- P-239 Uwe Aßmann, Birgit Demuth, Thorsten  
Spitta, Georg Püschel, Ronny Kaiser  
(Hrsg.)  
Software Engineering & Management  
2015  
17.-20. März 2015, Dresden
- P-240 Herbert Klenk, Hubert B. Keller, Erhard  
Plödereder, Peter Dencker (Hrsg.)  
Automotive – Safety & Security 2015  
Sicherheit und Zuverlässigkeit für  
automobile Informationstechnik  
21.–22. April 2015, Stuttgart
- P-241 Thomas Seidl, Norbert Ritter,  
Harald Schöning, Kai-Uwe Sattler,  
Theo Härder, Steffen Friedrich,  
Wolfram Wingerath (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business,  
Technologie und Web (BTW 2015)  
04. – 06. März 2015, Hamburg

- P-242 Norbert Ritter, Andreas Henrich, Wolfgang Lehner, Andreas Thor, Steffen Friedrich, Wolfram Wingerath (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW 2015) – Workshopband  
02. – 03. März 2015, Hamburg
- P-243 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
8. DFN-Forum  
Kommunikationstechnologien  
06.–09. Juni 2015, Lübeck
- P-244 Alfred Zimmermann, Alexander Rossmann (Eds.)  
Digital Enterprise Computing (DEC 2015)  
Böblingen, Germany June 25-26, 2015
- P-245 Arslan Brömme, Christoph Busch, Christian Rathgeb, Andreas Uhl (Eds.)  
BIOSIG 2015  
Proceedings of the 14th International Conference of the Biometrics Special Interest Group  
09.–11. September 2015  
Darmstadt, Germany
- P-246 Douglas W. Cunningham, Petra Hofstedt, Klaus Meer, Ingo Schmitt (Hrsg.)  
INFORMATIK 2015  
28.9.-2.10. 2015, Cottbus
- P-247 Hans Pongratz, Reinhard Keil (Hrsg.)  
DeLFI 2015 – Die 13. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
1.–4. September 2015  
München
- P-248 Jens Kolb, Henrik Leopold, Jan Mendling (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures  
Proceedings of the 6th Int. Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures, Innsbruck, Austria  
September 3-4, 2015
- P-249 Jens Gallenbacher (Hrsg.)  
Informatik  
allgemeinbildend begreifen  
INFOS 2015 16. GI-Fachtagung Informatik und Schule  
20.–23. September 2015
- P-250 Martin Engstler, Masud Fazal-Baqaie, Eckhart Hanser, Martin Mikusz, Alexander Volland (Hrsg.)  
Projektmanagement und Vorgehensmodelle 2015  
Hybride Projektstrukturen erfolgreich umsetzen  
Gemeinsame Tagung der Fachgruppen Projektmanagement (WI-PM) und Vorgehensmodelle (WI-VM) im Fachgebiet Wirtschaftsinformatik der Gesellschaft für Informatik e.V., Elmshorn 2015
- P-251 Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel, Raik Kuhlisch, Jan Ziesing (Eds.)  
Open Identity Summit 2015  
10.–11. November 2015  
Berlin, Germany
- P-252 Jens Knoop, Uwe Zdun (Hrsg.)  
Software Engineering 2016  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik  
23.–26. Februar 2016, Wien
- P-253 A. Ruckelshausen, A. Meyer-Aurich, T. Rath, G. Recke, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft  
Fokus: Intelligente Systeme – Stand der Technik und neue Möglichkeiten  
Referate der 36. GIL-Jahrestagung  
22.-23. Februar 2016, Osnabrück
- P-254 Andreas Oberweis, Ralf Reussner (Hrsg.)  
Modellierung 2016  
2.–4. März 2016, Karlsruhe
- P-255 Stefanie Betz, Ulrich Reimer (Hrsg.)  
Modellierung 2016 Workshopband  
2.–4. März 2016, Karlsruhe
- P-256 Michael Meier, Delphine Reinhardt, Steffen Wendzel (Hrsg.)  
Sicherheit 2016  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 8. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
5.–7. April 2016, Bonn
- P-257 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
9. DFN-Forum  
Kommunikationstechnologien  
31. Mai – 01. Juni 2016, Rostock

- P-258 Dieter Hertweck, Christian Decker (Eds.)  
Digital Enterprise Computing (DEC 2016)  
14.–15. Juni 2016, Böblingen
- P-259 Heinrich C. Mayr, Martin Pinzger (Hrsg.)  
INFORMATIK 2016  
26.–30. September 2016, Klagenfurt
- P-260 Arslan Brömme, Christoph Busch,  
Christian Rathgeb, Andreas Uhl (Eds.)  
BIOSIG 2016  
Proceedings of the 15th International  
Conference of the Biometrics Special  
Interest Group  
21.–23. September 2016, Darmstadt
- P-261 Detlef Rätz, Michael Breidung, Dagmar  
Lück-Schneider, Siegfried Kaiser, Erich  
Schweighofer (Hrsg.)  
Digitale Transformation: Methoden,  
Kompetenzen und Technologien für die  
Verwaltung  
Gemeinsame Fachtagung  
Verwaltungsinformatik (FTVI) und  
Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2016  
22.–23. September 2016, Dresden
- P-262 Ulrike Lucke, Andreas Schwill,  
Raphael Zender (Hrsg.)  
DeLFI 2016 – Die 14. E-Learning  
Fachtagung Informatik  
der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
11.–14. September 2016, Potsdam
- P-263 Martin Engstler, Masud Fazal-Baqaie,  
Eckhart Hanser, Oliver Linsen, Martin  
Mikusz, Alexander Volland (Hrsg.)  
Projektmanagement und  
Vorgehensmodelle 2016  
Arbeiten in hybriden Projekten: Das  
Sowohl-als-auch von Stabilität und  
Dynamik  
Gemeinsame Tagung der Fachgruppen  
Projektmanagement (WI-PM) und  
Vorgehensmodelle (WI-VM) im  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik  
der Gesellschaft für Informatik e.V.,  
Paderborn 2016
- P-264 Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel,  
Christian H. Schunck, Maurizio Talamo  
(Eds.)  
Open Identity Summit 2016  
der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
13.–14. October 2016, Rome, Italy
- P-265 Bernhard Mitschang, Daniela  
Nicklas, Frank Leymann, Harald  
Schöning, Melanie Herschel, Jens  
Teubner, Theo Härder, Oliver Kopp,  
Matthias Wieland (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business,  
Technologie und Web (BTW 2017)  
6.–10. März 2017, Stuttgart
- P-266 Bernhard Mitschang, Norbert Ritter,  
Holger Schwarz, Meike Klettke, Andreas  
Thor, Oliver Kopp, Matthias Wieland  
(Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business,  
Technologie und Web (BTW 2017)  
Workshopband  
6.–7. März 2017, Stuttgart
- P-267 Jan Jürjens, Kurt Schneider (Hrsg.)  
Software Engineering 2017  
21.–24. Februar 2017, Hannover
- P-268 A. Ruckelshausen, A. Meyer-Aurich,  
W. Lentz, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Informatik in der Land-, Forst- und  
Ernährungswirtschaft  
Fokus: Digitale Transformation –  
Wege in eine zukunftsfähige  
Landwirtschaft  
Referate der 37. GIL-Jahrestagung  
06.–07. März 2017, Dresden
- P-269 Peter Dencker, Herbert Klenk, Hubert  
Keller, Erhard Plödereder (Hrsg.)  
Automotive – Safety & Security 2017  
30.–31. Mai 2017, Stuttgart
- P-270 Arslan Brömme, Christoph Busch,  
Antitza Dantcheva, Christian Rathgeb,  
Andreas Uhl (Eds.)  
BIOSIG 2017  
20.–22. September 2017, Darmstadt
- P-271 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut  
Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
10. DFN-Forum Kommunikations-  
technologien  
30. – 31. Mai 2017, Berlin
- P-272 Alexander Rossmann, Alfred  
Zimmermann (eds.)  
Digital Enterprise Computing  
(DEC 2017)  
11.–12. Juli 2017, Böblingen

- P-273 Christoph Igel, Carsten Ullrich,  
Martin Wessner (Hrsg.)  
BILDUNGSRÄUME  
DeLFI 2017  
Die 15. e-Learning Fachtagung Informatik  
der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
5. bis 8. September 2017, Chemnitz
- P-274 Ira Diethelm (Hrsg.)  
Informatische Bildung zum Verstehen  
und Gestalten der digitalen Welt  
13.–15. September 2017, Oldenburg
- P-275 Maximilian Eibl, Martin Gaedke (Hrsg.)  
INFORMATIK 2017  
25.–29. September 2017, Chemnitz
- P276 Alexander Volland, Martin Engstler,  
Masud Fazal-Baqaie, Eckhart Hanser,  
Oliver Linssen, Martin Mikusz (Hrsg.)  
Projektmanagement und  
Vorgehensmodelle 2017  
Die Spannung zwischen dem Prozess  
und den Menschen im Projekt  
Gemeinsame Tagung der Fachgruppen  
Projektmanagement und  
Vorgehensmodelle im Fachgebiet  
Wirtschaftsinformatik der  
Gesellschaft für Informatik e.V.  
in Kooperation mit der Fachgruppe  
IT-Projektmanagement der GPM e.V.,  
Darmstadt 2017
- P-277 Lothar Fritsch, Heiko Roßnagel,  
Detlef Hühnlein (Hrsg.)  
Open Identity Summit 2017  
5.–6. Oktober 2017, Karlstad, Sweden
- P-278 Arno Ruckelshausen,  
Andreas Meyer-Aurich, Karsten Borchard,  
Constanze Hofacker, Jens-Peter Loy,  
Rolf Schwerdtfeger,  
Hans-Hennig Sundermeier, Helga Floto,  
Brigitte Theuvsen (Hrsg.)  
Informatik in der Land-, Forst- und  
Ernährungswirtschaft  
Referate der 38. GIL-Jahrestagung  
26.–27. Februar 2018, Kiel
- P-279 Matthias Tichy, Eric Bodden,  
Marco Kuhrmann, Stefan Wagner,  
Jan-Philipp Steghöfer (Hrsg.)  
Software Engineering und Software  
Management 2018  
5.–9. März 2018, Ulm
- P-280 Ina Schaefer, Dimitris Karagiannis,  
Andreas Vogelsang, Daniel Méndez,  
Christoph Seidl (Hrsg.)  
Modellierung 2018  
21.–23. Februar 2018, Braunschweig
- P-281 Hanno Langweg, Michael Meier, Bernhard  
C. Witt, Delphine Reinhardt (Hrsg.)  
Sicherheit 2018  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
25.–27. April 2018, Konstanz
- P-282 Arslan Brömme, Christoph Busch,  
Antitza Dantcheva, Christian Rathgeb,  
Andreas Uhl (Eds.)  
BIOSIG 2018  
Proceedings of the 17th International  
Conference of the Biometrics Special  
Interest Group  
26.–28. September 2018  
Darmstadt, Germany
- P-283 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut  
Reiser, Gabi Dreo Rodosek (Hrsg.)  
11. DFN-Forum Kommunikations-  
technologien  
27.–28. Juni 2018, Günzburg
- P-284 Detlef Krömker, Ulrik Schroeder (Hrsg.)  
DeLFI 2018 – Die 16. E-Learning  
Fachtagung Informatik  
10.–12. September 2018, Frankfurt a. M.
- P-285 Christian Czarnecki, Carsten Brockmann,  
Eldar Sultanow, Agnes Koschmider,  
Annika Selzer (Hrsg.)  
Workshops der INFORMATIK 2018 -  
Architekturen, Prozesse, Sicherheit und  
Nachhaltigkeit  
26.–27. September 2018, Berlin
- P-286 Martin Mikusz, Alexander Volland, Martin  
Engstler, Masud Fazal-Baqaie, Eckhart  
Hanser, Oliver Linssen (Hrsg.)  
Projektmanagement und  
Vorgehensmodelle 2018  
Der Einfluss der Digitalisierung auf  
Projektmanagementmethoden und  
Entwicklungsprozesse  
Düsseldorf 2018

- P-287 A. Meyer-Aurich, M. Gandorfer, N. Barta, A. Gronauer, J. Kantelhardt, H. Floto (Hrsg.)  
Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft  
Fokus: Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe in kleinstrukturierten Regionen – ein Widerspruch in sich?  
Referate der 39. GIL-Jahrestagung  
18.–19. Februar 2019, Wien
- P-288 Arno Pasternak (Hrsg.)  
Informatik für alle  
18. GI-Fachtagung  
Informatik und Schule  
16.-18. September 2019 in Dortmund
- P-289 Torsten Grust, Felix Naumann, Alexander Böhm, Wolfgang Lehner, Jens Teubner, Meike Klettke, Theo Härder, Erhard Rahm, Andreas Heuer, Holger Meyer (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW 2019)  
4.–8. März 2019 in Rostock
- P-290 Holger Meyer, Norbert Ritter, Andreas Thor, Daniela Nicklas, Andreas Heuer, Meike Klettke (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW 2019)  
Workshopband  
4.–8. März 2019 in Rostock
- P-291 Michael Räckers, Sebastian Halsbenning, Detlef Rätz, David Richter, Erich Schweighofer (Hrsg.)  
Digitalisierung von Staat und Verwaltung  
Gemeinsame Fachtagung  
Verwaltungsinformatik (FTVI) und  
Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2019  
6.–7. März 2019 in Münster
- P-292 Steffen Becker, Ivan Bogicevic, Georg Herzwurm, Stefan Wagner (Hrsg.)  
Software Engineering and Software Management 2019  
18.–22. Februar 2019 in Stuttgart
- P-293 Heiko Roßnagel, Sven Wagner, Detlef Hühnlein (Hrsg.)  
Open Identity Summit 2019  
28.–29. März 2019  
Garmisch-Partenkirchen
- P-294 Klaus David, Kurt Geihs, Martin Lange, Gerd Stumme (Hrsg.)  
INFORMATIK 2019  
50 Jahre Gesellschaft für Informatik – Informatik für Gesellschaft  
23.–26. September 2019 in Kassel
- P-295 Claude Draude, Martin Lange, Bernhard Sick (Hrsg.)  
INFORMATIK 2019  
50 Jahre Gesellschaft für Informatik – Informatik für Gesellschaft  
Workshop-Beiträge  
23.–26. September 2019 in Kassel
- P-296 Arslan Brömmel, Christoph Busch, Antitza Dantcheva, Christian Rathgeb, Andreas Uhl (Eds.)  
BIOSIG 2019  
Proceedings of the 18th International Conference of the Biometrics Special Interest Group  
18.–20. September 2019  
Darmstadt, Germany
- P-297 Niels Pinkwart, Johannes Konert (Hrsg.)  
DELFI 2019 –Die 17. Fachtagung  
Bildungstechnologien  
16.–19. September 2019 in Berlin
- P-298 Oliver Linssen, Martin Mikusz, Alexander Volland, Enes Yigitbas, Martin Engstler, Masud Fazal-Baqaie, Marco Kuhmann (Hrsg.)  
Projektmanagement und  
Vorgehensmodelle 2019 –Neue  
Vorgehensmodelle in Projekten – Führung, Kulturen und Infrastrukturen im Wandel  
1Gemeinsame Tagung der Fachgruppen  
Projektmanagement (WI-PM),  
Vorgehensmodelle (WI-VM) und Software  
Produktmanagement (WI-ProdM) im  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik der  
Gesellschaft für Informatik e.V.  
in Kooperation mit der Fachgruppe  
IT-Projektmanagement der GPM e.V.,  
Lörrach 2019

- P-299 M. Gandorfer, A. Meyer-Aurich, H. Bernhardt, F. X. Maidl, G. Fröhlich, H. Floto (Hrsg.)  
Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft  
Fokus: Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier  
Referate der 40. GIL-Jahrestagung  
17.–18. Februar 2020,  
Campus Weihenstephan
- P-300 Michael Felderer, Wilhelm Hasselbring, Rick Rabiser, Reiner Jung (Hrsg.)  
Software Engineering 2020  
24.–28. Februar 2020  
Innsbruck, Austria
- P-301 Delphine Reinhardt, Hanno Langweg, Bernhard C. Witt, Mathias Fischer (Hrsg.)  
Sicherheit 2020  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
17.–20. März 2020, Göttingen
- P-302 Dominik Bork, Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr (Hrsg.)  
Modellierung 2020  
19.–21. Februar 2020, Wien
- P-303 Peter Heisig, Ronald Orth, Jakob Michael Schönborn, Stefan Thalmann (Hrsg.)  
Wissensmanagement in digitalen Arbeitswelten: Aktuelle Ansätze und Perspektiven  
18.–20.03.2019, Potsdam
- P-304 Heinrich C. Mayr, Stefanie Rinderle-Ma, Stefan Strecker (Hrsg.)  
40 Years EMISA  
Digital Ecosystems of the Future: Methodology, Techniques and Applications  
May 15.–17. 2019  
Tutzing am Starnberger See
- P-305 Heiko Roßnagel, Christian H. Schunck, Sebastian Mödersheim, Detlef Hühnlein (Hrsg.)  
Open Identity Summit 2020  
26.–27. May 2020, Copenhagen

The titles can be purchased at:

**Köllen Druck + Verlag GmbH**

Ernst-Robert-Curtius-Str. 14 · D-53117 Bonn

Fax: +49 (0)228/9898222

E-Mail: [druckverlag@koellen.de](mailto:druckverlag@koellen.de)



Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

publishes this series in order to make available to a broad public recent findings in informatics (i.e. computer science and information systems), to document conferences that are organized in co-operation with GI and to publish the annual GI Award dissertation.

Broken down into

- seminars
- proceedings
- dissertations
- thematics

current topics are dealt with from the vantage point of research and development, teaching and further training in theory and practice. The Editorial Committee uses an intensive review process in order to ensure high quality contributions.

The volumes are published in German or English.

Information: <http://www.gi.de/service/publikationen/lni/>

ISSN 1617-5468

ISBN 978-3-88579-697-8

Knowledge Management in Digital Work Environments - State of the Art and Outlook" was the main subject of the 10<sup>th</sup> Conference Professional Knowledge Management with a wide range of topics from different perspectives and disciplines. On the occasion of the 20<sup>th</sup> anniversary of this GI conference, the developments to date were discussed and an outlook for the future was given. This volume contains contributions from the peer-reviewed main program, including papers from academia and industry