

Menschliche Faktoren in Workflow-Management-Systemen

Felix Holz Christoph Gibcke Sven Erdmann Michael Fellmann Birger Lantow ¹

Abstract: Workflow Management Systeme (WfMS) unterstützen Arbeitsabläufe, indem sie die Kontrolle über die Arbeitsflüsse unter Betrachtung notwendiger Ressourcen und eines Ablaufschemas ermöglichen. Der Mensch wird ebenfalls als eine solche Ressource angesehen, der die anfallenden Aufgaben erledigt. Bei der Zuweisung von Aufgaben werden menschliche Faktoren jedoch nur spärlich beachtet. Das Wohlbefinden des Personals, Interessen und Präferenzen sowie soziale Gefüge sind nur wenige Aspekte, die für eine verbesserte Arbeitsverteilung sorgen und sowohl dem Unternehmen als auch dem Mitarbeitenden zu Gute kommen können. Um den Forschungsstand zur Berücksichtigung menschlicher Faktoren in WfMS zu ermitteln, wurde eine strukturierte Literaturanalyse durchgeführt. Die analysierten Studien zeigen, dass die angemessene Zuweisung von Ressourcen mit der meisten Forschungsaktivität bedacht werden. Nichtsdestotrotz unterscheiden sich die Herangehensweisen deutlich. Die Verbesserung von Methoden und Bewertungskriterien sowie ein erhöhtes Maß an Formalisierung seien Schlüsselaspekte, um die Forschung weiter voran zu bringen.

Keywords: Workflow Management System; Business Process Management System; menschliche Faktoren; Ressourcenallokation

1 Einleitung

Die Arbeit steht im Wandel, denn sie ist geprägt vom Informationszeitalter und wird immer weiter vorangetrieben durch die Digitalisierung und technologische Entwicklungen. Die Arbeitnehmer fordern zunehmend eine flexiblere Arbeit, die unabhängig von der Zeit oder dem Ort ist. Außerdem ist erstrebenswert, dass sich die Arbeitsbedingungen ihrer aktuellen persönlichen Lebenssituation anpassen können. In klassischen Workflow Management Systemen (WfMS) wird die Arbeit nach einer vorgegebenen Ablauflogik verteilt, die über ein Prozessmodell spezifiziert wird. In solch starren Konzepten können menschliche Faktoren nur unzureichend abgebildet werden. Die fehlende Berücksichtigung des Menschen durch Kontrollmechanismen von Unternehmen können bei einigen Arbeitnehmern in Über- oder Unterforderung münden. Der Bedarf nach einer flexibleren Arbeitsorganisation ist nicht zuletzt durch die stetig komplexer werdenden Aufgaben zu begründen. So bietet z.B. ein Ticketsystem dem Einzelnen mehr Freiheiten in der Arbeitsgestaltung, wirft auf der anderen Seite aber bezüglich Effizienz und Fairness neue Fragen auf.

Um einen Überblick über den Forschungsstand gewinnen zu können, wie aktuelle Workflow-Management-Systeme menschliche Faktoren berücksichtigen, wird eine systematische

¹ Universität Rostock, Albert-Einstein-Straße 22, 18051 Rostock, Deutschland {felix.holz,christoph.gibcke,sven.erdmann,michael.fellmann,birger.lantow}@uni-rostock.de

Literaturrecherche durchgeführt. Dabei liegen insbesondere die Ermittlung neuer Ansätze zur Arbeitsverteilung und Unterstützung der Zusammenarbeit im Fokus der Untersuchung, insbesondere in welchen Teilbereichen der WfMS diese Ansätze umgesetzt werden. Der Reifegrad des Forschungsgebiets ist ebenfalls von Interesse, nicht zuletzt um Forschungspotentiale zu erheben und einen Ausblick für die zukünftige Entwicklungen zu erhalten.

In Abschnitt 2 werden die Hintergründe von Workflow Management Systemen und Business Process Management Systemen kurz aufgeführt, sowie der Faktor Mensch erläutert. Abschnitt 3 präsentiert die angewendete Forschungsmethode der Literaturrecherche zuzüglich der Forschungsfragen und der Suchstrategie. Darauf folgend wird die gefundene Literatur im Zuge des vierten Abschnittes analysiert, um die Forschungsfragen zu beantworten. Abschnitt 5 fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen und gibt einen Ausblick für künftige Forschungsrichtungen.

2 Hintergrund

Workflow Management Systeme (WfMS) und Business Process Management Systeme (BPMS) dienen der Formalisierung und Unterstützung von betrieblichen Arbeitsabläufen und Geschäftsprozessen. Da die Grenzen zwischen diesen beiden Konzepten nicht eindeutig sind, wurden sie in der Vergangenheit häufig als Synonym wahrgenommen. Im Grunde kann ein WfMS Teil eines BPMS sein. Der Kerngedanke des Workflow Managements liegt in der Kontrolle von Geschäftsprozessen und der Unterstützung der Ausführung einzelner Arbeitsflüsse, unter der Beachtung von Ressourcen und Abhängigkeiten. Der Hauptzweck des WfMS liegt in der „Unterstützung von der Definition, Ausführung, Registrierung und der Kontrolle von Geschäftsprozessen.“ Es ist dafür zuständig, der Arbeitsaufgabe die richtigen Ressourcen zur richtigen Zeit zuzuordnen und die Weiterführung des Prozesses zu gewährleisten. [Re03, S.18] Das Business Process Management beschäftigt sich zusätzlich mit der grundsätzlichen Gestaltung und der Optimierung von Geschäftsprozessen, indem sie über Prozessmodelle formalisiert werden. Innerhalb des Business Process Managements sind insbesondere das Design, die Analyse, die Modellierung, die Implementation sowie die Kontrolle von Geschäftsprozessen von zentraler Bedeutung. [Re03, S.11 f.]

Jedoch scheint ein Nachteil der bestehenden Systeme dahingehend zu bestehen, dass die Ressource „Mensch“ nicht adäquat abgebildet und somit auch nur mangelhaft berücksichtigt wird. Während Konzepte wie Verantwortlichkeiten bereits Bestandteil der Systeme sind, sind im Menschen etliche Faktoren inbegriffen, die für eine verbesserte Verteilung der Arbeitslast und den optimalen Ablauf der Prozesse hilfreich sind. So bestimmen diese „menschlichen Faktoren“, wie z.B. das Wohlbefinden, die Erschöpfung oder Soziale Gefüge, unter welchen Umständen der Mitarbeiter zu welcher Art der Arbeit bereit ist. [FLW20] Sobald mehr Eigenschaften des Personals berücksichtigt werden, ist zu vermuten, dass auch die Arbeitszufriedenheit steigt. Wenn z.B. bekannt ist, dass ein Mitarbeiter produktiver in der Zusammenarbeit mit bestimmten Kollegen ist, wird eine automatische Zuweisung gemeinsamer Aufgaben positiv wahrgenommen. Insbesondere in immer flexibler werdenden

Arbeitswelten, in denen die Arbeit von hoher Komplexität, Zeitdruck und intensiver Arbeit geprägt ist, nimmt die Bedeutung der Ressource Mensch zu. [GM01]

3 Forschungsmethode

In diesem Beitrag wird eine systematische Literaturrecherche nach den Kriterien von Kitchenham [Ke07] durchgeführt. Nach Kitchenham ist die systematische Literaturrecherche ein Mittel zur Identifizierung, Bewertung und Interpretation von verfügbaren Studien, die für ein bestimmtes Themengebiet oder eine Forschungsfrage relevant sind.

Nach den Kriterien von Kitchenham werden sechs verschiedene Schritte für eine systematische Literaturrecherche definiert. Als erstes wird das vorliegende Problem des Forschungsgebiets beschrieben. Darauf aufbauend werden verschiedene Forschungsfragen für die Arbeit definiert. Im zweiten Schritt werden verschiedene Studien in einem Suchprozess anhand eines Suchstrings identifiziert. Die gefundenen Studien werden im anschließenden dritten Schritt durch Ein- und Ausschlusskriterien bewertet und relevante Studien für den vierten Schritt ausgewählt. Im vierten Schritt findet eine Datenerhebung der übrig gebliebenen Studien statt. Anschließend werden die Daten der Studien analysiert und im letzten Schritt findet eine Interpretation der Ergebnisse statt. [Ke07] Diese Schritte werden im folgenden angewandt.

3.1 Forschungsfragen

Obwohl die Strukturierung der Arbeit durch Faktoren, wie Verfügbarkeit für bestimmte Aufgaben und Verantwortlichkeiten für Produkte oder ganze Prozesse, bereits in BPMS und WfMS Verwendung findet, wird der Faktor Mensch nur sehr abstrahiert betrachtet. Dabei kann die Betrachtung weiterer Faktoren, die mit dem Menschen einhergehen (wie z.B. Präferenzen, Beziehungen, Fertigkeiten oder das Wohlbefinden) für eine Arbeitsverteilung sorgen, welche zum einen die Ressourcen optimal zuordnen kann und zum anderen auch den Mitarbeitern zu Gute kommt. Eine strukturierte Literaturanalyse wird durch Forschungsfragen getrieben, sodass sowohl der Extraktions- als auch der Analyseprozess auf die Beantwortung dieser Fragen gerichtet ist. [Ke07] Ziel dieser Untersuchung liegt darin, den derzeitigen Stand von WfMS und BPMS zu ermitteln, welche menschliche Faktoren betrachten. Von besonderem Interesse ist hierbei die Arbeitsverteilung und die Unterstützung von kooperativem bzw. kollaborativem Arbeiten sowie den Auswirkungen auf das Workflow-Management selbst. Zur Untersuchung von menschlichen Faktoren in WfMS sind demnach die Forschungsfragen in Tabelle 1 zu stellen. Mit FF1 ist festzustellen, welche Forschungsbereiche besonders häufig von den Forschern untersucht wurden. Diese Frage soll auch die Systeme abdecken, die bereits den Menschen als Ressource für die Entscheidungsfindung eingebunden haben und ist bewusst etwas allgemeiner gehalten. Ebenfalls ist die Art der Berücksichtigung menschlicher Faktoren von Interesse. FF2

ermittelt die Forschungspotentiale und Ansätze, die laut der Autoren in Zukunft verfolgt werden sollten. Mit Hilfe dieser Frage kann der aktuelle Forschungsstand und dessen Reifegrad abgeschätzt werden.

FF #	Forschungsfrage
FF1	In welchen Themenbereichen von Workflow-Managementsystemen (WfMS) bzw. Geschäftsprozess-Managementsystemen (BPMS) werden menschliche Faktoren berücksichtigt?
FF2	Welche Themen im Bereich der menschlichen Aspekte in der WfMS bedürfen nach Ansicht der Autoren weitere Forschung?

Tab. 1: Forschungsfragen

3.2 Suchstrategie

Um geeignete Studien für die systematische Literaturrecherche zu finden, wurden verschiedene Schlüsselwörter identifiziert. Dazu wurden auf Grundlage der Forschungsfragen und aus verschiedenen Ausgangsstudien Schlüsselwörter abgeleitet und anschließend verwandte Synonyme gebildet. Die gefundenen Schlüsselwörter wurden nachfolgend durch Testsuchen und Probeüberprüfungen iterativ verfeinert. Tabelle 2 beinhaltet die verwendeten Schlüsselwörter, eingeordnet in abzudeckende Themenbereiche. Das erste Thema umfasst dabei die Basisbegriffe, die verschiedene Bereiche des Workflows beinhalten. Auf diesen Basisbegriffen sollen die zu findenden Studien aufgebaut sein. Das zweite Thema umfasst die Zielgruppe von Personen, die im Workflow beschäftigt sind. Das dritte Thema geht auf die Verteilung der Arbeit der verschiedenen Personen in einem Workflow ein. Das vierte Thema umfasst die persönliche Gestaltung der Arbeit einer Person. Das letzte Thema konzentriert sich auf die weichen Faktoren einer Person, die in einem Workflow arbeitet. Alle Schlüsselwörter eines Bereichs werden mit einem „OR“ Operator verbunden und auf Titel sowie Abstracts angewandt, bei dem fünften Thema werden die Schlüsselwörter zusätzlich im gesamten Dokument gesucht. Jeder der Themenbereiche wurde mit dem „AND“ Operator verknüpft.

Mit der Anwendung des resultierenden Suchstrings in der Literaturdatenbank Scopus² konnten 101 Studien identifiziert werden. Für die Eignungsprüfung der Suchergebnisse wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien angewendet:

Einschlusskriterien:

- Es handelt sich um Studien, die in einer Konferenz, in Workshops, Zeitschriften oder Buchteilen veröffentlicht wurden
- Der Artikel wurde zwischen 2009-2019 geschrieben
- Der Artikel wurde in englischer oder deutscher Sprache geschrieben

² www.scopus.com

Thema	Schlüsselwörter
Basisthema	workflow scheduling, workflow technologies, workflow management, workflow system, dynamic work distribution, process-aware, workflow technology, business process, process management, workflow
Zielgruppe	human, roles, employer, worker, user
Verteilung der Arbeit	competence management, employee selection, occupation, work allocation, work distribution, resource allocation, job crafting, employee reward, human resources perspective, human capacities, human oriented, resource requirements, task execution, task performance, human abilities, human resources perspective, competence management
persönliche Gestaltung der Arbeit	personal preference, human resources, life domain balance, human abilities, work satisfaction, work motivation, work life balance, work flexib*, artificial intelligence, work satisfaction, work motivation
weiche Faktoren	empowerment, competency, ability, strength, preference, fairness, behaviour, health

Tab. 2: Auflistung der Schlüsselwörter

- Artikel enthält einen Ansatz, der menschliche Faktoren berücksichtigt

Ausschlusskriterien:

- Bei den gefundenen Artikeln handelt es sich nicht um einen Volltext
- Der Artikel unterliegt Zugangsbeschränkungen
- Der Artikel bezieht sich bei einer Ressourcenzuweisung nicht auf Menschen, sondern auch auf Maschinen
- Der Artikel beschäftigt sich mit einem Verfahren zur Ermittlung eines optimalen Bewerbers für eine Position im Unternehmen

Nach der Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien auf den Abstract der 101 Studien konnten 19 potenzielle Studien als relevant eingestuft werden. Durch die Analyse des Volltextes dieser Dokumente blieben abschließend acht relevante Studien für das Forschungsgebiet übrig. Um prüfen zu können, ob alle Studien für dieses Forschungsgebiet berücksichtigt wurden, wurde im Anschluss bei den acht verbliebenen Studien eine Rückwärtssuche durchgeführt. Dazu wurden deren Referenzen geprüft und passende Titel für das Forschungsgebiet identifiziert. Anschließend werden die Abstracts der Studien geprüft und bei Übereinstimmung mit den Kriterien ebenfalls der Volltext gesichtet. Nach dem Abschluss der Rückwärtssuche konnte das Studienvolumen auf 25 Studien erhöht werden.

4 Analyse der Literatur

Die 25 als relevant eingestuften Studien werden im Zuge dieses Abschnittes auf eine strukturierte Art und Weise aufbereitet und im Hinblick auf die Beantwortung der Forschungsfragen (siehe Tabelle 1) analysiert. Zunächst wird im folgenden Kapitel jedoch das allgemeine Forschungsgeschehen bzw. die Forschungslandschaft beleuchtet, welches aus dem Suchergebnis abgeleitet werden kann. Im Folgenden wird eine Konzeptmatrix nach Webster & Watson [WW02] verwendet, um die Ergebnisse strukturiert darstellen und analysieren zu können. Weitere Tabellen ergänzen die Konzeptmatrix um zusätzliche Auswertungen. Darauf folgend werden die identifizierten und extrahierten Forschungspotentiale präsentiert.

4.1 Überblick des Forschungsgeschehens

Der Suchraum wurde auf zehn Jahre (2009-2019) eingeschränkt, sodass vor allem aktuelle Lösungen die Ergebnismenge befüllen. Obwohl es sich um einen limitierten Zeitraum handelt, ist ein wachsendes Interesse an der Kombination von WfMS und menschlichen Faktoren zu erkennen. So wurden 2012 drei Dokumente verfasst; im Jahre 2016 waren es bereits sechs und 2018 wurden acht Dokumente veröffentlicht. In genau diesen Jahren zeichnet sich eine Ballung der Veröffentlichungen ab, während zwischen diesen „Hochphasen“ das Interesse kurzzeitig einfiel. Ein weiteres Zeichen für - über den gesamten Zeitraum - steigendes Interesse an der Beachtung menschlicher Faktoren ist auch durch ein erhöhtes Maß an Sponsoren zu begründen. Der Anteil der Studien, denen eine Form der Unterstützung zuteil wurden, beträgt 64%. Offenbar soll die Industrie bei der Schaffung attraktiver und flexibler Arbeitsplätze unterstützt werden, unter anderen durch die „Entwicklung Menschenzentrierter Ansätze“³. Das Interesse an einer menschen-zentrierten Ausrichtung von Systemen ausgedrückt in Fördergeldern ist deutlich in den betreffenden Publikationen zu erkennen. Dieser Umstand begünstigt, dass Dokumente einiger Autoren vermehrt auftreten.

Die 25 Studien können in 23 Primärstudien und zwei Sekundärstudien eingeteilt werden. Die Sekundärstudien umfassen eine Literaturübersicht zur Klassifizierung von Personalressourcen [Ar18b] und eine Literaturübersicht zur Taxonomie von Ressourcenallokationskriterien [AMS18]. Der Inhalt der Primärstudien ist jedoch überwiegend theoretischer Natur. 21 Dokumente (84%) befassen sich mit der theoretischen Arbeit, in denen Modelle, Methoden Frameworks oder Algorithmen entwickelt wurden sowie der Forschungsbereich analysiert und diskutiert wurde. In 14 (56%) Fällen wurde die Theorie anhand von Fallstudien und/oder Experimenten validiert. Zusätzlich konnten einzelne Dokumente gefunden werden, die entweder die Methode einer empirische Studie [Sc19] oder einer Umfrage [Ca16] genutzt haben.

³ https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_orientations-he-strategic-plan_122019.pdf S.14

4.2 Aufteilung der Konzeptmatrix

Die Beantwortung der FF1 „In welchen Themenbereichen von WfMS bzw. BPMS werden menschliche Faktoren berücksichtigt?“ zielt darauf ab, diejenigen Aspekte der WfMS-Forschung zu ermitteln, die menschliche Faktoren berücksichtigen. Die Datenanalyse soll Schlüsse darauf zulassen können, in welchen Bereichen die Beachtung menschlicher Faktoren am sinnvollsten erscheint. Um die Ergebnisse inhaltlich strukturieren zu können, wurden sie in einer Konzeptmatrix nach Webster & Watson strukturiert. Dies erleichtert ebenfalls den Analyseschritt, sodass z.B. verstärktes Interesse in einem Themenbereich ersichtlich wird. [WW02] In Tabelle 3 sind die Dokumente nach dem Erscheinungsjahr absteigend sortiert. Zusätzlich wird das Hauptthema, mit welchem sich der entsprechende Artikel befasst, in der zweiten Spalte der Konzeptmatrix aufgeführt. Dies ist mit den recht unterschiedlichen Ansätzen zu begründen, die beschrieben wurden. Weitere Bestandteile des Inhalts der Literatur werden in vier Kategorien aufgespalten, von denen jede unterschiedliche Ausprägungen vorweisen kann.

Der thematische Bestandteil System ist in Workflow, Business Prozess und Sonstige gegliedert. Es wird damit eine Auskunft darüber gegeben, welche Art von System in dem jeweiligen Dokument behandelt wurde. Es ist zu sehen, dass nur sieben (28%) Dokumente WfMS behandeln, ganze 18 (72%) dagegen ein BPMS. Ein Grund dafür kann die Beziehung zwischen den beiden Systemen sein, da das WfMS oftmals ein Teil von BPMS ist; Beziehungsweise kann ein BPMS die Funktionalität besitzen, einen Workflow zu generieren. Sonstige Systeme sind sieben mal (28%) in den Dokumenten vertreten, dazu gehören z.B. Crowdsourcing-Plattformen. Dieses Anwendungssystem weist einige Unterschiede zum WfMS oder BPMS auf, die zu Grunde liegenden Mechanismen sind dennoch ähnlich. Bei diesem System wird zur Erfüllung einer Aufgabe ein (Bearbeitungs-)Aufruf an ein Netzwerk von potentiellen Bearbeitern gestellt. Diese können daraufhin entscheiden ob sie die Aufgabe annehmen und erledigen. Beim WfMS oder BPMS ist der Bearbeiter oftmals ein Teil des Unternehmens und hat eher eine eingeschränkte Wahlmöglichkeit. Somit kommen weitere Systemkategorien in Frage, um die Behandlung eines Workflows mit menschlichen Faktoren in Einklang zu bringen, insbesondere da die dedizierten WfMS vergleichsweise selten vorkamen.

Der thematische Bestandteil Mensch ist in Individuell und Kollektiv gegliedert. Mit diesem Bestandteil ist zu ermitteln, ob das System kollaborative Unterstützungsmöglichkeiten bietet, oder das Individuum als Einzelnes betrachtet wird. Die Auswertung zeigt, dass 19 (76%) Dokumente nur das Individuum und zehn (40%) eine Gruppe von Menschen betrachten. Ein Grund dafür kann die höhere Komplexität bei der Abbildung von Gruppen sein. Neben den Faktoren der Einzelpersonen müssen zusätzlich bspw. gruppendynamische Effekte mit einbezogen werden.

Der thematische Bestandteil Perspektive ist in Organisation und Mensch gegliedert. Es soll die Frage beantworten, aus welcher Perspektive die Autoren die Thematik betrachten. Entweder aus betriebswirtschaftlicher/organisationaler oder Menschen-zentrierten Sicht.

Die Perspektive der Organisation ist bspw. geprägt von Zeit, Kosten und Leistung. Der Faktor Mensch wird hingegen in Arbeitszeit, Arbeitslast, Fähigkeiten, Erfahrung, usw. gemessen. Dem gegenüber steht eine menschen-zentrierte Perspektive in der bspw., auf die Gesundheit, Emotionen oder das Wohlbefinden Beachtung findet. Die Auswertung vom thematischen Bestandteil Perspektive zeigt, dass 21 (84%) Arbeiten eher eine organisational- und sieben (28%) eine menschen-zentrierte Perspektive einnehmen. Ein möglicher Zusammenhang kann zu den o.g. Sponsoren gefunden werden. Im Allgemeinen sind die Interessengruppen der behandelten Forschung eher Unternehmen, weshalb eine Tendenz zu einer organisational-zentrierten Perspektive besteht. Es sei denn bspw. eine staatliche bzw. überstaatliche Instanz stellt Forschungsmittel für eine „menschen-zentrierte Perspektive“ bereit.

Der thematische Bestandteil Ressource ist in Allokation und Inhalt gegliedert. Der Bestandteil soll die Frage klären, ob sich das Dokument mit der Allokation von Ressourcen oder mit deren inhaltlichen Auseinandersetzung befasst. Mit dieser Aufteilung ist zu ermitteln, ob der Fokus der Publikation eher auf die Mechanismen oder den Entwurf der Verteilung gerichtet ist oder ob diese zur Beschreibung, Konzeption oder Definition von Ressourcen bspw. dem Personal oder der Arbeitsaufgabe beiträgt.

21 (84%) Dokumente richten den Fokus auf die Verteilung von Ressourcen bspw. in Form von Arbeitsaufgaben oder Personal. Acht (32%) Dokumente behandeln die Ressource inhaltlich, bspw. welche Information über eine Ressource benötigt werden um mit dem System einen Nutzen zu generieren.

Dokument	Thema	S			M		P		R	
		Workflow	Business Prozess	Sonstige	Individuell	Kollektiv	Organisation	Mensch	Allokation	Inhalt
[Hs11]	Ganzheitliche Multi-Agenten-Systeme (HMS)	✓		✓		✓	✓		✓	
[KRR12]	Mensch-zentriertes prozessorientiertes Informationssystem (HC-PAIS)	✓			✓	✓		✓		✓
[CRR12]	Verantwortungsmanagement mit RACI-Matrizen		✓		✓		✓		✓	
[Ni12]	Bayes-Selecton-Rule(BSR)-Algorithmus		✓		✓		✓		✓	
[Ca13]	Benutzerpräferenzmodell		✓		✓			✓	✓	✓
[KDS13]	Kompatibilitätsmatrix für Akteure	✓				✓	✓	✓	✓	
[Xu14]	Personaleinsatzplanung mit Klassifikationsmodell	✓					✓		✓	
[VG15]	Dynamische Rollenauflösung		✓		✓		✓		✓	
[Wi15]	Naive-Bayes-Selecton-Rule(NBSR)-Algorithmus		✓		✓		✓		✓	
[Ca16]	Ressourcenzuweisung und -priorisierung mit Studienergebnissen von Crowdsourcing-Plattformen			✓	✓		✓		✓	✓
[SGD16]	Kontextbewusstes kollaboratives Filterungssystem		✓		✓	✓	✓		✓	
[SGK16]	Explorative Prozess-Mining-Techniken				✓	✓	✓		✓	
[UP16]	Spezifische Aufgabenmerkmale; menschliche und soziale Aspekte von Ressourcen		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
[Wi16]	Zeitnahe und menschenzentrierte Ressourcenzuweisung mit dem Naive-Bayes-Modell		✓		✓		✓		✓	
[Ar16]	Prozess-Mining		✓	✓	✓		✓		✓	
[AMS17]	Ressourcen-Ranglisten		✓			✓	✓		✓	
[Ar18b]	Studie zur Personalallokation und Prozess-Mining	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
[Er18]	Spezifizierung der Fleischmann Taxonomie		✓		✓			✓		✓
[AMS18]	Taxonomie von Ressourcenallokationskriterien		✓		✓	✓	✓			✓
[UPV18]	Konzept des psychologischen Profils		✓		✓		✓	✓		✓
[Ta18]	Optimale-Ressourcen-Allokations(ORA)-Modell für kooperative Aufgabenplanung		✓			✓			✓	
[Ar18a]	Rahmenwerk: Multi-Faktoren-Kriterien		✓				✓		✓	
[AAA18b]	Ressourcenbewusste Geschäftsprozess-Simulation (RBPSim)	✓	✓	✓	✓		✓		✓	
[AAA18a]	Ressourcenbewusste Geschäftsprozess-Simulation (RBPSim), Verfeinerung der Beziehungen zwischen den Workflow-Ressourcenmustern	✓	✓	✓	✓		✓		✓	
[Sc19]	Aufgabenempfehlungssystem			✓	✓		✓		✓	✓
Summe:		7	18	7	19	10	21	7	21	8

Tab. 3: Hauptthema und inhaltliche Bestandteile der relevanten Dokumente, kategorisiert nach System (S), Mensch (M), Perspektive (P) und Ressource (R).

4.3 WfMS-Themenbereiche mit Berücksichtigung menschlicher Faktoren

Die Einteilung innerhalb der Konzeptmatrix erreicht eine formelle Strukturierung, der eigentliche Inhalt lässt sich jedoch weiter verfeinern. Tabelle 4 zeigt thematische Verdichtungen, die während der Volltextanalyse aufgetreten sind. Den größten Anteil mit 14 (56%) Studien behandelt die „Zuweisung von Ressourcen“, wobei unterschieden werden kann, ob Aufgaben dem Personal gegeben werden oder ob das Personal Aufgaben zum Bearbeiten erhält. Mit zehn Studien (40%) in diesem Segment beschäftigt sich der Großteil mit der Zuweisung des Personals an bestimmte Aufgaben. Dabei werden verschiedene Konzepte angewendet, wie z.B. die Erstellung eines psychologischen Profils [UPV18] oder die Erstellung eines Benutzerpräferenzmodells [Ca13]. Drei (12%) Studien beschäftigen sich mit der „Empfehlung von Aufgaben“, „Zuordnung von Teams“ oder die „Simulation von Geschäftsprozessen“ unter Beachtung der Ressourcen sind mit jeweils zwei (8%) Studien vorhanden. Im ersten Segment behandeln die Studien eine optimale Kooperation und Kompatibilität zwischen Akteuren, das zweite hingegen die Anreicherung des BPSim-Standards um weitere Ressourcenspezifikationen. Die restlichen Studien verteilen sich thematisch, wobei sich diese grob wie in der Konzeptmatrix (Tabelle 3) anhand der Ressource (Allokation oder Inhalt) und der Perspektive (Organisation oder Mensch) einordnen lassen.

Forschungsaktivität	Dokumente
Zuweisung von Ressourcen	[Ar18b], [KRR12], [Er18], [Ca13], [SGK16], [AMS18], [UPV18], [UP16], [Ta18], [Wi15], [Xu14], [Wi16], [Ni12], [Ar16]
Empfehlung von Aufgaben	[Sc19], [SGD16], [Ar18a]
Zuordnung von Teams	[KDS13], [AMS17]
ressourcenbewusste Geschäftsprozess-Simulation	[AAA18b], [AAA18a]
Ansatz zur Rollenauflösung	[VG15]
Unterstützung des Ressourcenmanagements	[Ca16]
Beschreibung von Arbeitsabläufen	[Hs11]
Verwaltung von Personalverantwortung	[CRR12]

Tab. 4: Forschungsaktivitäten der Dokumente

4.4 Forschungspotentiale

In diesem Abschnitt wird eruiert, welche Themen laut der Autoren weiterer Forschung bedürfen. Tabelle 5 zeigt die zentralen Aussagen der Studien, welche die Autoren über künftige Forschung getroffen haben. Ein Überblick über empfohlene Bestandteile für „Human-Centered Process Aware Information Systems“ (HC-PAIS) wurde bereits von [KRR12] gegeben. Die zukünftigen Forschungsthemen sind dabei unterteilt in „Einbindung des Benutzers in das Design“, „Benutzerunterstützung“, „Vorschriften, Risiko, Verwaltung“, „Datenschutz“, „Darstellung“ und „Auswertung“. Obwohl der Beitrag aus dem Jahr 2012 stammt, ist dieser auch heute noch wegweisend für die weitere Erforschung des Themas. Aus der Gesamtschau der zukünftigen Forschungsthemen kann abgeleitet werden, dass

es weiterer Konzepte bedarf, um den Menschen in einem System abzubilden. Es scheint noch keine Einigkeit darüber zu herrschen, welche Aspekte bei der Verteilung von Personal einen Nutzen generieren. So wird noch in Dokumenten aus dem Jahr 2018 bspw. die Identifizierung der Haupttreiber bzw. der Schlüsselaspekte für zukünftige Forschung im Bereich der Personalallokation als notwendig angegeben [Ar18b]. In einem weiteren Beitrag aus diesem Jahr wird von „speziellen Fähigkeiten“ geschrieben, die benötigt werden um einen klaren Nutzen aus dem System zu ziehen [AMS18]. In einem weiteren Beitrag wird gefordert die Wirksamkeit von Ressourcenzuweisungskriterien zu überprüfen [Ta18]. Werden die Ressourcen als Aufgaben verstanden, so wird aus dem jüngsten Beitrag ein interessanter zukünftiger Forschungsbereich aufgezeigt, um die Probleme bei der Abbildung der Personalressource zu vermeiden. Dort sollen semantische Ähnlichkeitsmerkmale von Aufgabenbeschreibungen genutzt werden, um ein Aufgabempfehlungsschemata zu generieren [Sc19].

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Betrachtung der zukünftigen Forschungsthemen liegt in dem Reifegrad der Technologie. Die bislang untersuchten Ansätze scheinen noch auf einem einfachen, grundlegenden Niveau zu sein. So wird in [Ca13] und [AMS17] explizit die Unterstützung „komplexer Szenarien“ angesprochen. Obwohl zwischen den Arbeiten mehrere Jahre liegen, scheint das Problem „eine komplexe Anwendung zu unterstützen“ noch gegenwärtig zu sein. Ein Grund für die mangelnde Unterstützung komplexer Szenarien kann in [Ar18b] gefunden werden. Diese ist aus dem Jahr 2018 und nennt den Bedarf an Algorithmen, Werkzeugen und Kriterien zur Bewertung von Ressourcen und Prozessdomänen. Es erweckt den Anschein, als seien grundsätzliche Ansätze zu der Verteilung von Ressourcen in Form von Personal oder Aufgaben erforscht worden. Allerdings scheint der Reifegrad der Technologie noch unzureichend zu sein, um die verschiedenen Anforderungen zur Integration des Faktors Mensch zu berücksichtigen. Erschwerend in dieser Situation ist die Erhebung, der Umgang und die Verarbeitung von personenbezogenen Daten, insbesondere beim Datenschutz. Eine Lösung für sensible Daten kann bspw. Edge-Computing bieten, wo die persönlichen Daten im Besitz des Eigentümers verbleiben und trotzdem verarbeitet werden können. Es wird deutlich, dass die Komplexität von Systemen drastisch steigt, sobald der Faktor Mensch integriert werden soll.

Insgesamt lassen sich die künftigen Forschungsthemen in drei grobe Richtungen einteilen, um bessere Ergebnisse erzielen zu können. Zum ersten besteht der Wunsch nach mehr *Formalisierung*. Somit sollen menschliche Fähigkeiten und Entwicklungsziele [KRR12], die Zusammenarbeit selbst [KDS13], Aufgaben [UP16] oder Kontextinformationen [SGK16] genauer spezifiziert werden, um die Verfügung stehenden Ressourcen genauer verarbeiten zu können. Weiterhin besteht in [AMS18] der Bedarf nach der Formalisierung der Ressourcenzuweisungskriterien. Dies entspricht dem zweiten Forschungspotential, der *Verbesserung und Erweiterung der Bewertungskriterien* für die Zuweisung von (menschlichen) Ressourcen. So sprechen z.B. [Ar16] und [Ar18a] von der Erweiterung des Ressourcenwürfels um weitere Dimensionen. Das dritte und höchste Forschungspotential liegt in der *Verbesserung bzw. Erweiterung des Methodenportfolios* zur Bewertung und Allokation der Ressourcen.

Hervorzuheben ist, dass in [SGD16] eine zu hohe Menge an benötigten Daten bemängelt wurde, um ein passables Ergebnis zu erzielen. Da viele unterschiedliche Ansätze verfolgt wurden, ist zu schließen, dass die Entwicklung eines Standards zur Berücksichtigung menschlicher Faktoren in WfMS noch in entfernter Zukunft liegt. Um dies zu bekräftigen, ist nur in einem Paper von einer tatsächlichen Evaluation der ermittelten Konzepte die Rede [AMS18].

5 Fazit

Das Forschungsthema „Wie der menschliche Faktor in Workflow-Management-Systemen berücksichtigt wird“ unterliegt einem schwankendem, aber dennoch steigendem Forschungsinteresse. Ein Grund für die Schwankungen kann die relativ geringe Anzahl der Forschenden sein. Entsprechende Förderprogramme haben sich jedoch als ein Mittel gezeigt, die Forschung für mensch-zentrierte WfMS zu unterstützen, um die starren Strukturen an die flexibler werdende Arbeitswelt anzupassen. Die in diesem Beitrag durchgeführte Literaturrecherche konnte die Forschungslandschaft kartieren und Erkenntnisse in Bezug auf den aktuellen Forschungsstand generieren sowie Zielrichtungen und Forschungspotentiale identifizieren. Die thematische Ausrichtung von der Mehrheit der Dokumente wurde für den Kontext der BPMS verfasst, ist auf das Individuum bezogen, hat eine organisational-zentrierte Perspektive und behandelt die Verteilung und Zuweisung von Ressourcen. Ebenfalls scheinen sich Crowdsourcing-Plattformen zu eignen, insbesondere was Empfehlungen von individuellen Aufgaben anbelangt; dies weicht von der Idee der zentralen Prozesskontrolle und Ressourcenzuordnung ab und überlässt dem Mitarbeiter mehr Entscheidungsgewalt zur Arbeitsgestaltung. Bereiche der kollaborativen Aufgabenfindung können somit zukunftsweisende Aspekte bieten, um WfMS zu erweitern. Die Literaturanalyse zeigt weiterhin, dass thematische Schwerpunkte in der Ressourcenzuweisung, der Zuordnung von Teams sowie der Empfehlung von Aufgaben vorherrschen. Davon zu unterscheidende Themen werden in der Literatur nur vereinzelt abgedeckt. Eine einheitliche Vorstellung zur Berücksichtigung menschlicher Faktoren existiert somit nicht. Dies schlägt sich ebenso in der Menge unterschiedlicher Algorithmen und Herangehensweisen nieder. Es sei jedoch anzumerken, dass lediglich eine Literaturdatenbank (Scopus) verwendet wurde, wenngleich die Ergebnismenge durch die Anwendung einer Rückwärtssuche deutlich angereichert werden konnte.

Ein offenkundiger Problembereich scheint der geringe Reifegrad der Technologien zu sein, welche die Komplexität möglicher Anwendungsszenarien einschränkt. Dies ist auch damit begründet, dass nur ein Autor eine Evaluation als notwendig ansah. Dieser Eindruck wird durch die dürftige Integration bzw. Abbildung des Faktors „Mensch“ verstärkt. Eine treffende Formalisierung der Ressourcen wäre für bessere Einbindung des Personals ebenfalls unerlässlich. Einige Autoren sehen weiterhin den Kontext und die Situation der Menschen als eine weitere sinnvolle Ergänzung zur Ressourcenallokation [SGK16]. Durch den starken Fokus der gefundenen Literatur auf theoretische Arbeiten und die mangelnde Erprobung in

Dokument	Forschungsthemen
[KRR12]	- Entwicklung von Konzepten menschlicher Fähigkeiten wie z.B. Erfahrung, Fertigkeiten und Qualifikation, um diese dann in das System zu implementieren. - Außerdem sollten auch die Entwicklungsziele der Nutzer berücksichtigt werden.
[CRR12]	- Die Nutzung der RASCI-Matrizen auf das Ressourcenmanagement erweitern.
[Ni12]	Eine dynamische Version der Bayes'schen Auswahlregel (BSR), die es erlaubt in einem laufenden Arbeitsprozess die Ressourcen zu wechseln. Bspw. bei umsatzstarken Ressourcen die ab einem bestimmten Zeitpunkt im Prozess nicht mehr notwendig bzw. in einem anderen Prozess dringender benötigt werden.
[Ca13]	Das Ressourcenmodell soll erweitert werden, um komplexere Fälle abzudecken.
[KDS13]	Es bedarf einer genaueren Modellierung der Zusammenarbeit, insbesondere der beeinflussenden Faktoren.
[Xu14]	Die halbautomatische Methode der Workflow-Personalzuweisung soll durch die Berücksichtigung der Beziehungen zwischen den Zusweisungsprozeduren und Wichtungsparmeter der Beziehungen verbessert werden.
[Wi15]	Es soll der Ressourcentransfer zwischen Aktivitäten berücksichtigt werden.
[Ca16]	Eine breitere Klassifizierung von Crowdsourcing-Plattformen wird angestrebt.
[SGD16]	Die speicherbasierte- soll durch eine modellbasierte-kollaborative Filterung ersetzt werden, die robuster auch mit wenig verfügbaren Daten arbeitet.
[SGK16]	Es wird eine Taxonomie für Prozessausführungsprotokolle gefordert, um die Ableitung von Kontextinformationen zu verbessern.
[UP16]	Es sollen die Aufgaben (individuell oder kollaborativ) jedes organisatorischen Prozesses charakterisiert werden, um menschliche Ressourcen zu finden, die in der Lage sind diese auszuführen.
[Wi16]	Es soll der Ressourcentransfer zwischen Aktivitäten berücksichtigt werden.
[Ar16]	Es sollen neue Dimensionen in den Ressourcenwürfel aufgenommen werden, um die Analyse zu verbessern.
[AMS17]	- Es sollen komplexere Szenarien unterstützt werden. - Die Bestimmung der Teams soll mittels der Erstellung von Heuristiken umgesetzt werden, um eine schnellere und günstige Berechnung umzusetzen.
[Ar18b]	- Bei der Personalallokation im BPM ist Forschung zur Identifizierung der Haupttreiber bzw. der Schlüsselaspekte notwendig. - Außerdem Algorithmen, Werkzeuge und Kriterien zu Bewertung der Ressourcen und Prozessdomänen.
[Er18]	- Die Risiken welche mit den Aufgaben verbunden sind, sollen berücksichtigt werden. - Neben allgemeinen Faktoren wie Fähigkeiten, Erfahrungen, Präferenzen und Berechtigungen, sollen insbesondere spezielle Fähigkeiten aufgenommen werden, um den Nutzen des Systems zu gewährleisten.
[AMS18]	- Es gilt die Wirksamkeit der Ressourcenzuweisungskriterien zu überprüfen. - Formalisierung der Ressourcenzuweisungskriterien.
[Ta18]	Es wird die Planung der Ressourcenallokation für kooperative Aufgaben aus der Perspektive der Ressourcenauslastung angestrebt.
[Ar18a]	- Einführung neuer Dimensionen in den Ressourcenwürfel. - Die Einbeziehung der Kontrollfluss-Perspektive.
[Sc19]	Mittels semantischer Ähnlichkeitsmerkmale aus der Aufgabenbeschreibung, sollen Aufgabenempfehlungsschemata erstellt werden.

Tab. 5: Ausblick und künftige Forschungsthemen der Studien.

der Praxis, begründet sich ein weiteres Forschungspotential im Bereich der in der Praxis eingesetzten WfMS und dessen Evaluation. Schlussendlich befindet sich die Arbeitswelt im Wandel zu einer deutlich flexibleren Umgebung, sodass auch die Arbeitsunterstützung flexibler spezifiziert werden sollte. Zur Beachtung weicher Faktoren sind erste Konzepte bekannt, eine Ausarbeitung dieser ist jedoch notwendig.

Literatur

- [AAA18a] Afifi, N.; Awad, A.; Abdelsalam, H. M.: Extending BPSim based on workflow resource patterns. 2018.
- [AAA18b] Afifi, N.; Awad, A.; Abdelsalam, H. M.: RBPSim: A resource-aware extension of BPSim using workflow resource patterns. In: CEUR Workshop Proceedings. Bd. 2072, S. 32–39, 2018.
- [AMS17] Arias, M.; Munoz-Gama, J.; Sepúlveda, M.: A multi-criteria approach for team recommendation. 2017.
- [AMS18] Arias, M.; Munoz-Gama, J.; Sepúlveda, M.: Towards a taxonomy of human resource allocation criteria. 2018.
- [Ar16] Arias, M.; Rojas, E.; Munoz-Gama, J.; Sepúlveda, M.: A framework for recommending resource allocation based on process mining. 2016.
- [Ar18a] Arias, M.; Munoz-Gama, J.; Sepúlveda, M.; Miranda, J. C.: Human resource allocation or recommendation based on multi-factor criteria in on-demand and batch scenarios. *European Journal of Industrial Engineering* 12/3, S. 364–404, 2018.
- [Ar18b] Arias, M.; Saavedra, R.; Marques, M. R.; Munoz-Gama, J.; Sepúlveda, M.: Human resource allocation in business process management and process mining: A systematic mapping study. *Management Decision* 56/2, S. 376–405, 2018.
- [Ca13] Cabanillas, C.; García, J. M.; Resinas, M.; Ruiz, D.; Mendling, J.; Ruiz-Cortés, A.: Priority-based human resource allocation in business processes. 2013.
- [Ca16] Cabanillas, C.: Exploring human resource management in crowdsourcing platforms. 2016.
- [CRR12] Cabanillas, C.; Resinas, M.; Ruiz-Cortés, A.: Automated resource assignment in BPMN models using RACI matrices. 2012.
- [Er18] Erasmus, J.; Vanderfeesten, I.; Traganos, K.; Jie-A-Looi, X.; Kleingeld, A.; Grefen, P.: A method to enable ability-based human resource allocation in business process management systems. 2018.

- [FLW20] Fellmann, M.; Lambusch, F.; Weigelt, O.: Human Energy in Organizations: Theoretical Foundations and IT-Based Assessment. In (Harris, D.; Li, W.-C., Hrsg.): Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Mental Workload, Human Physiology, and Human Energy. Springer International Publishing, Cham, S. 127–140, 2020.
- [GM01] Green, F.; McIntosh, S.: The intensification of work in Europe. Labour Economics 8/2, S. 291–308, 2001, ISSN: 09275371.
- [Hs11] Hsieh, F. .-.: Collaborative workflow management in holonic multi-agent systems. 2011.
- [KDS13] Kumar, A.; Dijkman, R.; Song, M.: Optimal resource assignment in workflows for maximizing cooperation. 2013.
- [Ke07] Keele, S. et al.: Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, Techn. Ber., Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE, 2007.
- [KRR12] Kabicher-Fuchs, S.; Recker, J.; Rinderle-Ma, S.: Workshop on Human-Centric Process-Aware Information Systems: HC-PAIS. 2012.
- [Ni12] Nisafani, A.; Wibisono, A.; Kim, S.; Bae, H.: Bayesian Selection Rule for Human-Resource Selection in Business Process Management Systems. The Journal of Society for e-Business Studies 17/, S. 53–74, 2012.
- [Re03] Reijers, H. A.: Design and Control of Workflow Processes: Business Process Management for the Service Industry. Springer, Berlin und Heidelberg, 2003, ISBN: 9783540366157.
- [Sc19] Schnitzer, S.; Neitzel, S.; Schmidt, S.; Rensing, C.: Results of a survey about the perceived task similarities in micro task crowdsourcing systems. 2019.
- [SGD16] Sindhgatta, R.; Ghose, A.; Dam, H. K.: Context-aware recommendation of task allocations in service systems. 2016.
- [SGK16] Sindhgatta, R.; Ghose, A.; Khanh, H.: Context-Aware analysis of past process executions to aid resource allocation decisions. 2016.
- [Ta18] Tan, W.; Zhao, L.; Xie, N.; Tang, A.; Hu, X.; Tang, S.: Methods for optimal resource allocation on cooperative task scheduling in cross-organizational business process. 2018.
- [UP16] Uahi, R.; Pereira, J. L.: Task allocation in Business Processes supported by BPMS: Optimization perspectives. In: Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI. Bd. 2016-July, 2016.
- [UPV18] Uahi, R.; Pereira, J. L.; Varajão, J.: Improving work allocation practices in business processes supported by BPMS. 2018.
- [VG15] Vanderfeesten, I.; Grefen, P.: Advanced dynamic role resolution in business processes. 2015.

- [Wi15] Wibisono, A.; Nisafani, A. S.; Bae, H.; Park, Y. .-.: On-the-fly performance-aware human resource allocation in the business process management systems environment using Naïve Bayes. 2015.
- [Wi16] Wibisono, A.; Nisafani, A. S.; Bae, H.; Park, Y. .-.: A dynamic and human-centric resource allocation for managing business process execution. *International Journal of Industrial Engineering : Theory Applications and Practice* 23/4, S. 270–282, 2016.
- [WW02] Webster, J.; Watson, R. T.: Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS quarterly*/, S. xiii–xxiii, 2002.
- [Xu14] Xu, R.; Liu, X.; Xie, Y.; Yuan, D.; Yang, Y.: A Gaussian fields based mining method for semi-automating staff assignment in workflow application. In: *ACM International Conference Proceeding Series*. S. 178–182, 2014.