

## EINFÜHRUNG

---

### 1.1 PROBLEMSTELLUNG

In Unternehmen aller Branchen beobachten Wissenschaftler eine Abkehr von großgewachsenen, zentralen und hierarchischen Organisationsstrukturen. Stattdessen setzen Betriebe zunehmend auf kleine, dezentrale und flexible Teams, welche in Projektarbeiten neue Produkte entwickeln und Dienstleistungen erbringen [17, S. 15]. Besonders stark nimmt dieser Trend seit Mitte der 1990er Jahre zu [26, S. 8]. Ein Hauptgrund für den Wandel ist die fortschreitende Digitalisierung. Diese ermöglicht kurze Kommunikations- und Entscheidungswege und macht so zentrale und hierarchische Unternehmensstrukturen zunehmend überflüssig. Gleichzeitig ermöglicht sie höhere Kreativität und Flexibilität innerhalb der Organisation [17, S. 17].

Die Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. [14, S. 16] stellte fest, dass ein durchschnittlicher Angestellter in Deutschland im Jahr 2013 mehr als ein Drittel seiner Arbeitszeit mit Projektstätigkeiten verbrachte. Die Organisation erwartet, dass die Projektarbeit in Zukunft einen noch größeren Anteil an der Gesamtarbeitszeit in Anspruch nehmen wird. Mitarbeiter sind folglich nicht mehr über mehrere Jahre hinweg in einer Abteilung des Unternehmens tätig, sondern finden sich immer wieder zu neuen, kurzlebigen Projekten zusammen.

Mit Blick auf diese Entwicklung stellen Malone und Laubacher [17, S. 14] sogar in Frage, ob Unternehmen in ihrer heutigen Form zukünftig überhaupt noch existieren werden. Sie prognostizieren die Entstehung einer "E-Lance Economy". Darunter verstehen sie eine Gesellschaft von elektronisch verbundenen Freiberuflern, welche sie als "e-lancer" bezeichnen. Alle Marktteilnehmer sind in dieser Wirtschaftsform rechtlich selbstständig und finden sich immer wieder zu neuen, temporären Netzwerken zusammen, um gemeinsam an Projekten zu arbeiten.

Auch wenn dieses Szenario noch in ferner Zukunft liegt, zeichnet sich ab, dass die Zusammenstellung von Teams für einzelne Projekte ein immer häufiger stattfindender Prozess in der Wirtschaft sein wird [15, S. 2]. Gleichzeitig zeigen repräsentative Studien, dass die Personalabteilungen deutscher Unternehmen schon heute bei der Besetzung von Stellen überlastet sind [13, S. 244]. So fällt es insbesondere Personalsachbearbeitern bekannter Unternehmen schwer, die hohe Anzahl an Kandidaten zu überblicken. Die HR-Abteilungen weniger bekannter Organisationen verfügen dagegen häufig über zu wenig Angestellte für eine ausreichende Prüfung der Unterlagen [20, S. 8]. Diese Überlastung der Personalabteilungen wird durch fehlende Automatisierungsangebote in Bezug auf die Zusammenführung von Kandidaten und Stellen zusätzlich verschärft [20, S. 15].

## 1.2 ZIELSETZUNG

Durch den fortschreitenden und branchenübergreifenden Wandel von Linien- zu Projektorganisationen besteht die Notwendigkeit, ein IT-System für Personalsachbearbeiter und Projektmanager zu entwickeln. Dieses soll das Ziel verfolgen, passende Mitarbeiter des Unternehmens für offene Projektpositionen zu empfehlen. Die vorliegende Arbeit basiert auf einer Literaturrecherche und beantwortet die folgende Forschungsfrage: "Welche Ansätze existieren nach aktuellem Stand der Forschung zur Implementierung eines IT-Systems für die Empfehlung geeigneter Mitarbeiter für offene Projektpositionen in Unternehmen?"

Es wird angemerkt, dass sich vergleichsweise wenige Veröffentlichungen explizit mit der Entwicklung von Systemen zur Empfehlung von Mitarbeitern für Projektpositionen beschäftigen. Ein wesentlich größerer Forschungsbereich ist das Vorschlagen von Personen für Stellen im Allgemeinen. Beide Arten von Systemen sind jedoch technologisch gleich konzipiert. Aus diesem Grund bezieht die vorliegende Literaturrecherche auch Werke mit ein, welche sich mit der Empfehlung von Personen für Stellen im Allgemeinen befassen. Der Fokus der vorliegenden Ausarbeitung liegt ausschließlich auf der Empfehlung von Mitarbeitern, welche aufgrund ihrer Fähigkeiten zu denen in einem Projekt gesuchten Kompetenzen kompatibel sind. Weitere Forschungsschwerpunkte wie die Transferierung unstrukturierter Bewerbungsdaten in semantische Fähigkeiten oder die automatisierte Aktualisierung von Kompetenz-Datenbanken werden in dieser Arbeit nicht thematisiert.

## STAND DER FORSCHUNG

### 2.1 GRUNDLAGEN

Die im Rahmen dieser Literaturrecherche untersuchten Arbeiten setzen voraus, dass die Fähigkeiten der Mitarbeiter und die für die Stelle benötigten Kompetenzen in einer strukturierten Form vorliegen. Die gängigste Darstellungsart ist dabei eine Matrix, welche über boolsche Werte oder Bewertungen die Ausprägungen der Fähigkeiten jedes Mitarbeiters erfasst [1, S. 11f.]. Beispiele für Fähigkeits-Matrizen mit boolschen Werten sind in Abbildung 2.1 dargestellt.

	Java	MySQL	Hadoop	...
Doe, Jane	1	1	0	...
Doe, John	1	0	1	...
...	...	...	...	...

	Java	MySQL	Hadoop	...
Projekt 1	1	1	1	...
Projekt 2	0	0	1	...
...	...	...	...	...

Abbildung 2.1: Beispiele für Matrixdarstellungen von Fähigkeiten

Zahlreiche Wissenschaftler in der Literatur sind sich einig, dass für die Auswahl geeigneter Kandidaten ein einfacher boolscher Abgleich zwischen gesuchten und vorhandenen Fähigkeiten in den Matrizen eine unzureichende Lösung ist [2, S. 1][7, S. 1][23, S. 2] und der Komplexität der Aufgabe nicht gerecht wird [15, S. 1]. So kritisieren beispielsweise Gertner, Lubar und Lavender [9, S. 1f.], dass bei einem solchen Ansatz Synonyme und verwandte Fähigkeit nicht in die Suche einbezogen werden.

Aus diesen Gründen ist der gängige Ansatz in der Literatur, ein sogenanntes "Empfehlungssystem" zu implementieren. Im englischsprachigen Raum ist dieser Begriff unter der Bezeichnung "Recommender System" verbreitet und wurde erstmals im Jahr 1997 von Resnick und Varian [21] geprägt. Ein Empfehlungssystem verfolgt das Ziel, für eine große Menge von Elementen vorherzusagen, wie gut diese für die Anfrage eines Nutzers geeignet sind und sie in der entsprechenden Reihenfolge zu sortieren [1, S. 3]. Dabei entfällt für den Anwender die Notwendigkeit der manuellen Suche [11, S. 1]. In der Literatur existieren verschiedene Vorschläge, wie Empfehlungssysteme für die vorliegende Problemstellung implementiert werden können. Ein Ansatz ist die Umsetzung eines wissensbasierten Systems.

## 2.2 WISSENSBASIERTE EMPFEHLUNGSSYSTEME

Bei einem wissensbasierten Empfehlungssystem werden die Schlüsselwörter der Matrizen aus Abbildung 2.1 um weiteres Domänenwissen angereichert, welches in die Suche einbezogen wird [1, S. 168f.]. So erweitert beispielsweise die Anwendung SAP R/3 Human Resources die Kompetenzen der hinterlegten Kandidaten um eine Fähigkeiten-Ontologie [16, S. 2]. Bianchini, Antonellis und Melchiori [4, S. 3] stellen bei solch semantischen Ansätzen eine hohe Genauigkeit der Resultate fest, bemängeln jedoch die Flexibilität der Suchverfahren. Obwohl diese Systeme sowohl Synonyme als auch Abhängigkeiten berücksichtigen, werden Mitarbeiter in den Ergebnissen nur ausgegeben, wenn sie die Suchanfrage exakt erfüllen. Aus diesem Grund implementierten Fazel-Zarandi und Fox [8, S. 4ff.] ein wissensbasiertes Empfehlungssystem, welches neben einer hohen Genauigkeit zusätzliche Flexibilität gewährleisten sollte. Für dieses Vorhaben entwickelten die Wissenschaftler eine Ontologie, welche die Fähigkeiten der Mitarbeiter sehr feingranular erfasst. Einzelne Kompetenzen müssen dabei über mehrere Einträge spezifiziert werden. Mit diesem Ansatz erreichten Fazel-Zarandi und Fox [8, S. 11f.] ihr Ziel, ein genaues und zugleich flexibles wissensbasiertes Empfehlungssystem zu implementieren. Jedoch erscheint die Pflege der Fähigkeiten in der Ontologie derart aufwändig, dass in Frage gestellt werden muss, ob Mitarbeiter ein solches System zuverlässig im Unternehmensalltag pflegen würden. So beobachteten Dave et al. [5, S. 2] in anderen, manuell gepflegten Job-Ontologien, dass Informationen über Fähigkeiten häufig nicht aktuell gehalten werden.

Sofern die Ergebnisse nicht vollständiger Präzision unterliegen müssen, ziehen Wissenschaftler daher die Entwicklung flexiblerer Empfehlungssysteme den wissensbasierten Ansätzen vor. Meist entstehen dabei Implementierungen im Bereich des kollaborativen oder inhaltsbasierten Filterns.

## 2.3 KOLLABORATIVES UND INHALTSBASIERTES FILTERN

Empfehlungssysteme im Bereich des kollaborativen oder inhaltsbasierten Filterns nutzen die Daten zusätzlicher Mitarbeiter und Projekte zur Bestimmung von Vorschlägen [1, S. 8].

Implementierungen auf Basis des kollaborativen Filterns fokussieren die Daten anderer Mitarbeiter. Dabei werden dem Anwender Stellen empfohlen, für welche sich auch andere Nutzer interessieren, die ihm ähnlich sind [18, S. 3]. Diese Art von Empfehlungssystem ist für die vorliegende Problemstellung jedoch ungeeignet, da hier Mitarbeiter für Projekte empfohlen werden sollen und nicht umgekehrt. Dieses Problem identifizierten auch Gertner, Lubar und Lavender [9, S. 2]. Um dennoch ein System auf Basis des kollaborativen Filterns entwickeln zu können, entwarfen die Forscher einen fiktiven "Pseudo-Mitarbeiter". Diesem wiesen sie alle für das Projekt relevanten Fähigkeiten zu. Über Ähnlichkeitsmaße wurden die Angestellten ausgewählt, welche die höchste Übereinstimmung mit dem Pseudo-Mitarbeiter vorwei-

sen konnten. Zu diesem Ansatz muss kritisch angemerkt werden, dass es sich entgegen der Angabe der Wissenschaftler nicht um kollaboratives, sondern um inhaltsbasiertes Filtern handelt.

Beim inhaltsbasierten Filtern werden Mitarbeiter für Projekte empfohlen, welche in ihren Fähigkeiten eine möglichst hohe Übereinstimmung mit den im Projekt benötigten Kompetenzen aufweisen [1, S. 139]. So verwendeten Gertner, Lubar und Lavender [9, S. 2] zwar einen Pseudo-Mitarbeiter, dieser stellte jedoch lediglich eine Repräsentation der im Projekt geforderten Fähigkeiten da.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgten auch Kurdija et al. [12, S. 6ff.]. Diese stellten die Fähigkeiten der Mitarbeiter und die im Projekt benötigten Kompetenzen in Form von Vektoren dar. Auch hier wurden über Ähnlichkeitsalgorithmen diejenigen Kandidaten ausgewählt, welche die höchste Übereinstimmung mit den gesuchten Fähigkeiten aufweisen konnten.

Solche, auf Ähnlichkeitsberechnungen basierende Implementierung, werden als "speicherbasierte Ansätze" bezeichnet. Darüber hinaus existieren auch "modellbasierte Ansätze", welche Verfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens und des Data Minings zur Generierung von Empfehlungen verwenden [1, S. 9]. So entwickelten beispielsweise Zhu et al. [28, S. 5ff.] ein Empfehlungssystem auf Basis eines neuronalen Netzes, welches die Eignung einer Person für eine Stelle aus vergangenen Bewerbungsdaten vorhersagt.

Ob eine speicher- oder modellbasierte Implementierung geeigneter ist, muss im Einzelfall entschieden werden. Wang et al. [25, S. 4] stellen diesbezüglich fest, dass speicherbasierte Ansätze in der Praxis häufig wesentlich einfacher umzusetzen sind, da weniger Parameter aufeinander abgestimmt werden müssen. Modellbasierte Ansätze benötigen dafür eine kürzere Berechnungszeit, welche laut Pirasteh, Hwang und Jung [19, S. 2] insbesondere bei steigender Datenmenge vorteilhaft ist. Außerdem bieten modellbasierte Verfahren einen einfacheren Umgang mit dem Cold Start- und dem Sparse Data-Problem [25, S. 4].

## 2.4 COLD START- UND SPARSE DATA-PROBLEM

Algorithmen im Bereich des kollaborativen bzw. inhaltsbasierten Filterns setzen voraus, dass ausreichend Fähigkeits-Daten der Mitarbeiter vorhanden sind. Verfügt ein Angestellter ausschließlich über Fähigkeiten, welche kein anderer Mitarbeiter besitzt oder welche für kein Projekt exklusiv ausgeschrieben sind, wird dieser von den bisher vorgestellten Verfahren im Empfehlungsprozess nicht berücksichtigt. Dieses Phänomen wird als "Cold Start"-Problem bezeichnet [22, S. 1]. Um ihm entgegenzuwirken, ist in der Literatur die Implementierung hybrider Verfahren verbreitet. Diese kombinieren Ansätze des kollaborativen und inhaltsbasierten Filterns innerhalb eines Systems [15, S. 8]. So konnten beispielsweise Yang et al. [27, S. 8] nachweisen, dass sie durch die Implementierung eines hybriden Verfahrens die Empfehlungen bei Stellensuchen verbessern konnten. Al-Otaibi und Ykhlef [3, S. 16] zeigten, dass deren hybrides Job-Empfehlungssystem trotz der Kombinati-

on von kollaborativem und inhaltsbasiertem Filtern eine nach wie vor sehr hohe Performance aufweisen konnte.

Neben dem Cold Start sollten Empfehlungssysteme auch eine Lösung für das Sparse Data-Problem bieten. Dieses bezeichnet das Phänomen, dass in der Praxis für einen Großteil der Fähigkeiten nur sehr wenige Bewertungen vorliegen [1, S. 8]. So stellten Gertner, Lubar und Lavender [9, S. 3] bei der Implementierung ihres Projekt-Empfehlungssystems fest, dass über die Hälfte der ca. 17.000 vergebenen Fähigkeiten von nur je einem Mitarbeiter angegeben wurden. Um auch bei einer solch geringen Datendichte Empfehlungen generieren zu können, schlugen einige Wissenschaftler auch hier die Implementierung hybrider Verfahren vor [19, S. 3].

Malinowski, Weitzel und Keim [15, S. 1] kritisieren jedoch, dass auch ein hybrides Empfehlungssystem nicht ausreicht, um Mitarbeiter für Projekte zu empfehlen. Deren Einschätzung zu Folge ist die Implementierung eines bilateralen Empfehlungssystems notwendig.

## 2.5 BILATERALE EMPFEHLUNGSSYSTEME

Die Idee des bilateralen Empfehlungssystems basiert auf der Arbeit von Jeffrey R. Edwards, einem Forscher im Bereich des organisationalen Verhaltens [16, S. 3]. Edwards [6, S. 2ff.] untersuchte, unter welchen Bedingungen eine Person grundsätzlich für eine Stelle geeignet ist. Dabei stellte er fest, dass neben der Befähigung des Mitarbeiters für eine bestimmte Position auch dessen Wünsche bzw. Bedürfnisse zur vorgesehenen Stelle passen müssen. Diese zweite Ebene muss laut Malinowski et al. [16, S. 1] ebenfalls von Empfehlungssystemen berücksichtigt werden. Betrachtet ein solches System neben den Anforderungen des Personalsachbearbeiters an die Fähigkeiten des Mitarbeiters auch die Wünsche des Angestellten, sprechen die Wissenschaftler von einem bilateralen Empfehlungssystem.

Es ist festzustellen, dass der Wunsch des Mitarbeiters in der Literatur nicht einheitlich interpretiert wird. So entwickelten Gupta und Garg [10, S. 1ff.] ein bilaterales Empfehlungssystem auf Basis von Data Mining-Technologien. Die Wissenschaftler verstehen dabei unter dem Wunsch des Nutzers dessen Präferenz für ein bestimmtes Gehalt oder die Bekanntheit eines potenziellen Arbeitgebers. Malinowski et al. [16, S. 4ff.] interpretieren den Wunsch des Nutzers dagegen als dessen Präferenz für bestimmte Stellenprofile.

Allgemein ist festzustellen, dass zu bilateralen Empfehlungssystemen bislang nur sehr wenig Literatur existiert [24, S. 2f.].

## FAZIT UND AUSBLICK

---

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in der Literatur eine große Anzahl an Ansätzen existieren, Empfehlungssysteme für die Besetzung von Projektstellen mit Mitarbeitern zu implementieren. Welche Art von System am geeignetsten ist, muss im Einzelfall je nach Anforderungen der Domäne entschieden werden. So erzielen wissensbasierte Empfehlungssysteme eine sehr hohe Genauigkeit in den Resultaten, bieten aber nur durch aufwendige Erweiterungen Flexibilität in der Suche. Speicherbasierte Ansätze im Bereich des kollaborativen und inhaltsbasierten Filterns sorgen für eine höhere Flexibilität, sind jedoch anfällig für einen Cold Start und das Sparse Data-Problem. Um diese zu lösen, empfehlen verschiedene Wissenschaftler die Umsetzung hybrider oder modellbasierter Verfahren. Die Implementierung solcher Systeme ist jedoch wesentlich aufwendiger.

Kritisch ist zu bemerken, dass ein Großteil der vorliegenden Publikationen ausschließlich Empfehlungssysteme behandeln, welche sich entweder an Personalsachbearbeiter oder an Stellensuchende richten. Die Entwicklung bilateraler Empfehlungssysteme ist dagegen ein weitgehend unerforschtes Fachgebiet. Diese Art von Implementierungen beachten neben den im Projekt benötigten Fähigkeiten auch die Wünsche bzw. Bedürfnisse der Mitarbeiter. Um welche Art von Wünschen es sich dabei handelt, wird in der Literatur nicht einheitlich interpretiert.

Darüber hinaus ist zu beobachten, dass Personalsachbearbeiter in den bilateralen Systemen der vorliegenden Arbeiten meist explizit die für ein Projekt geforderten Fähigkeiten spezifizieren können. Keine der untersuchten Implementierungen lässt eine vergleichbare Spezifikation gewünschter Kompetenzen auf Seiten der Angestellten zu. So wird bei den betrachteten Systemen das mögliche Bedürfnis des Mitarbeiters, neue Fähigkeiten zu erlernen und praktisch anzuwenden, nicht berücksichtigt. Angestellte werden ausschließlich nach den Fähigkeiten ausgewählt, welche sie bereits beherrschen. Aus diesem Grund wird für eine folgende Arbeit empfohlen, ein weiteres bilaterales Empfehlungssystem zu entwickeln. In diesem sollten die Mitarbeiter neben ihren bestehenden Fähigkeiten auch Kompetenzen einpflegen können, welche sie in Zukunft erwerben bzw. vertiefen möchten. Personalsachbearbeiter könnten ein solches System zur Besetzung von Projektstellen und gleichzeitig zur strategischen Weiterbildung ihrer Angestellten verwenden. Aus Sicht der Mitarbeiter ist zu erwarten, dass eine derartige Implementierung die Zufriedenheit und die Motivation in den Projektarbeiten nachhaltig steigert.

## LITERATUR

---

- [1] C. C. Aggarwal. *Recommender Systems: The Textbook*. Springer, 2016.
- [2] S. T. Al-Otaibi und M. Ykhlef. "Job Recommendation Systems for Enhancing E-recruitment Process". In: *Proceedings of the International Conference on Information and Knowledge Engineering (IKE)*. Hrsg. von H. R. Arabnia, L. Deligiannidis und R. R. Hashemi. The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering und Applied Computing (WorldComp). Las Vegas, Nevada: CSREA Press, 2012, S. 7.
- [3] S. Al-Otaibi und M. Ykhlef. "Hybrid immunizing solution for job recommender system". In: *Frontiers of Computer Science* 11 (3 Juni 2017), S. 511–527.
- [4] D. Bianchini, V. D. Antonellis und M. Melchiori. "Flexible Semantic-Based Service Matchmaking and Discovery". In: *World Wide Web* 11.2 (Jan. 2008), S. 227–251.
- [5] V. S. Dave, B. Zhang, M. Al Hasan, K. AlJadda und M. Korayem. "A Combined Representation Learning Approach for Better Job and Skill Recommendation". In: *Proceedings of the 27th ACM International Conference on Information and Knowledge Management*. CIKM '18. Torino, Italy: Association for Computing Machinery, 2018, S. 1997–2005.
- [6] J. R. Edwards. "Person-Job Fit: A Conceptual Integration, Literature Review, and Methodological Critique". In: *International Review of Industrial and Organizational Psychology*. Hrsg. von C. Cooper und I. T. Robertson. Wiley, 1991. Kap. 8, S. 283–357.
- [7] F. Faerber, T. Weitzel und T. Keim. "An Automated Recommendation Approach to Selection in Personnel Recruitment". In: *AMCIS 2003 Proceedings*. 302. 2003, S. 2329–2339.
- [8] M. Fazel-Zarandi und M. Fox. "Semantic Matchmaking for Job Recruitment: An Ontology-Based Hybrid Approach". In: *Proceedings of the 8th International Semantic Web Conference*. Bd. 525. 01. 2009.
- [9] A. Gertner, S. Lubar und B. Lavender. *Recommendations to Support Staffing Decisions*. Techn. Ber. AD1107776. Bedford, MA: Mitre Corporation, 2014.
- [10] A. Gupta und D. Garg. "Applying data mining techniques in job recommender system for considering candidate job preferences". In: *2014 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*. 2014, S. 1458–1465.



- [11] B. Heap, A. Krzywicki, W. Wobcke, M. Bain und P. Compton. "Combining Career Progression and Profile Matching in a Job Recommender System". In: *PRICAI 2014: Trends in Artificial Intelligence*. Hrsg. von D.-N. Pham und S.-B. Park. Cham: Springer International Publishing, 2014, S. 396–408.
- [12] A. S. Kurdija, P. Afric, L. Sikic, B. Plejic, M. Silic, G. Delac, K. Vladimir und S. Srbljic. "Building Vector Representations for Candidates and Projects in a CV Recommender System". In: *Artificial Intelligence and Mobile Services – AIMS 2020*. Bd. 12401. Springer International Publishing, Sep. 2020, S. 17–29.
- [13] T. Kuster. "Personalbeschaffung". In: *Praxiswissen Personalcontrolling: Erfolgreiche Strategien und interdisziplinäre Ansätze für die Ressource Mensch*. Hrsg. von J. Stierle, K. Glasmachers und H. Siller. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017, S. 227–249.
- [14] *Makroökonomische Vermessung der Projektstätigkeit in Deutschland*. Techn. Ber. GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e. V., Okt. 2015.
- [15] J. Malinowski, T. Weitzel und T. Keim. "Decision support for team staffing: An automated relational recommendation approach". In: *Decision Support Systems* 45.3 (2008). Special Issue Clusters, S. 429–447.
- [16] J. Malinowski, T. Keim, O. Wendt und T. Weitzel. "Matching People and Jobs: A Bilateral Recommendation Approach". In: *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06)*. Bd. 6. 2006, S. 137c–137c.
- [17] T. W. Malone und R. J. Laubacher. "The Dawn of the E-Lance Economy". In: *Electronic Business Engineering*. Hrsg. von A.-W. Scheer und M. Nüttgens. Physica, 1999, S. 13–24.
- [18] J. Mendez und J. Bulanadi. "Job matcher: A web application job placement using collaborative filtering recommender system". In: *International Journal of Research Studies in Education* 9 (Juli 2020), S. 103–120.
- [19] P. Pirasteh, D. Hwang und J. E. Jung. "Weighted Similarity Schemes for High Scalability in User-Based Collaborative Filtering". In: *Mobile Networks and Applications* 20.4 (Aug. 2015), S. 497–507.
- [20] *Rekrutierungsprozesse auf dem Prüfstand*. Techn. Ber. Hays PLC, 2013.
- [21] P. Resnick und H. R. Varian. "Recommender Systems". In: *Commun. ACM* 40.3 (März 1997), S. 56–58.
- [22] A. I. Schein, A. Popescul, L. H. Ungar und D. M. Pennock. "Methods and Metrics for Cold-Start Recommendations". In: *Proceedings of the 25th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. SIGIR '02. Tampere, Finland: Association for Computing Machinery, 2002, S. 253–260.

- [23] A. Singh, C. Rose, K. Visweswariah, V. Chenthamarakshan und N. Kambhatla. "PROSPECT: A System for Screening Candidates for Recruitment". In: *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Information and Knowledge Management*. CIKM '10. Toronto, ON, Canada: Association for Computing Machinery, 2010, S. 659–668. ISBN: 9781450300995.
- [24] Z. Siting, H. Wenxing, Z. Ning und Y. Fan. "Job recommender systems: A survey". In: *2012 7th International Conference on Computer Science Education (ICCSE)*. 2012, S. 920–924.
- [25] J. Wang, J. Pouwelse, J. Fokker, A. P. de Vries und M. J. T. Reinders. "Personalization on a peer-to-peer television system". In: *Multimedia Tools and Applications* 36 (1 Jan. 2008), S. 89–113.
- [26] R. Whittington, A. Pettigrew, S. Peck, E. Fenton und M. Conyon. "Change and Complementarities in the New Competitive Landscape: A European Panel Study, 1992–1996". In: *Organization Science* 10.5 (Okt. 1999), S. 583–600.
- [27] S. Yang, M. Korayem, K. AlJadda, T. Grainger und S. Natarajan. "Combining content-based and collaborative filtering for job recommendation system: A cost-sensitive Statistical Relational Learning approach". In: *Knowledge-Based Systems* 136 (2017), S. 37–45.
- [28] C. Zhu, H. Zhu, H. Xiong, C. Ma, F. Xie, P. Ding und P. Li. "Person-Job Fit: Adapting the Right Talent for the Right Job with Joint Representation Learning". In: *ACM Trans. Manage. Inf. Syst.* 9.3 (Sep. 2018).