

KI-basierte Assistenzsysteme in betrieblichen Lernprozessen

Gergana Vladova und Norbert Gronau,
Universität Potsdam und Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft

Assistenzsysteme finden im Kontext der digitalen Transformation immer mehr Einsatz. Sie können Beschäftigte in industriellen Produktionsprozessen sowohl in der Anlern- als auch in der aktiven Arbeitsphase unterstützen. Kompetenzen können so arbeitsplatz- und prozessnah sowie bedarfsorientiert aufgebaut werden. In diesem Beitrag wird der aktuelle Forschungsstand zu den Einsatzmöglichkeiten dieser Assistenzsysteme diskutiert und mit Beispielen illustriert. Es werden unter anderem auch Herausforderungen für den Einsatz aufgezeigt. Am Ende des Beitrags werden Potenziale für die zukünftige Nutzung von AS in industriellen Lernprozessen und für die Forschung identifiziert.

Künstliche Intelligenz (KI) wird heute in verschiedenen Prozessen des Lernens und der Wissensvermittlung eingesetzt – um Lernergebnisse zu bewerten, Empfehlungen zu geben, Lernlücken zu schließen oder das Lernen an individuelle Bedürfnisse anzupassen. Es wird davon ausgegangen, dass die Rolle der KI beim menschlichen Lernen zunehmen wird, dass die KI die Aufgaben eines Wissensvermittlers übernehmen und auch in der Lage sein wird, die kreativen sowie sozio-emotionalen Aspekte des Lernens zu unterstützen. Dies ist eine vielversprechende Erwartung, jedoch auch mit unterschiedlichen Herausforderungen in allen Bildungskontexten verbunden, unter anderem, da Lernen ein sozialer Prozess ist, bei welchem zwischenmenschliche Kommunikation eine wichtige Rolle spielt.

Dieser Beitrag widmet sich speziell Lernprozessen in Unternehmen und der Rolle der KI innerhalb dieser, mit Fokus auf dem Einsatz von kognitiven Assistenzsystemen (AS). Kognitive AS finden in Form unterschiedlicher Artefakte Anwendung im Arbeitsprozess – mobile Endgeräte wie Tablets, stationäre Displays mit interaktiver Visualisierung, Wearables wie Datenbrillen oder als Pick-by-light. Sie bieten Potenziale für die arbeitsintegrierte Kompetenzentwicklung, indem sie

bedarfsgerecht relevante Informationen zur Verfügung stellen und das Erlernen neuer Aufgaben begleiten [1, 2]. Der Einsatz kognitiver AS bewirkt keine Substitution der Beschäftigten, sondern eine Veränderung menschlicher Tätigkeiten in der Produktion, mit dem Ziel, fehlende menschliche Fähigkeiten zu kompensieren [1], die Entscheidungsfindung der MitarbeiterInnen zu unterstützen oder sie bei manuellen Tätigkeiten anzuleiten.

Die großen aktuellen Veränderungen in der industriellen Welt wurden durch Industrie 4.0 und der Smart Factory verursacht [3]. Menschen, Maschinen und Produkte werden vernetzt und bilden zusammen ein neues Produktionssystem, in dem Informationen und Wissen schneller und effizienter ausgetauscht werden. Verschiedene Ansätze kognitiver Assistenz können in einem solchen Kontext identifiziert werden. Digitale Informationsassistenzsysteme, virtuelles Training zur Vermittlung von Handlungsabläufen und Handlungswissen und Entwicklung spezifischer Fähigkeiten mithilfe spezifischer Trainingsszenarios [4], Augmented- und Virtual-Reality-Assistenz und IT-basierte Wissenstransfersysteme, die das Lernen direkt adressieren, können als Beispiele genannt werden. Die MitarbeiterInnen werden hauptsächlich als aktive Konsumierende und

AI-Based Assistance Systems in Corporate Learning Processes

Assistance systems are being used increasingly in the context of digital transformation. They can support employees in industrial production processes both in the learning phase and in the active work phase. In this way, competencies can be built up in a way that is close to the workplace and the process as well as demand-oriented. This paper discusses the current state of research on the possible applications of these assistance systems and illustrates them with examples. Among other things, the current challenges are also highlighted. At the end of the paper, focal points for the future development of AI in industrial learning processes and research on this are identified.

Keywords:

AI, cognitive assistance systems, corporate learning processes, further training



Dr. Gergana Vladova ist Postdoktorandin am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme an der Universität Potsdam und Leiterin der Forschungsgruppe „Bildung und Weiterbildung“ in der digitalen Gesellschaft am Weizenbaum-Institut für die Vernetzte Gesellschaft in Berlin.



Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gronau ist Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme sowie Direktor des Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 an der Universität Potsdam.

gergana.vladova@wi.uni-potsdam.de
<https://lswi.de>, <https://weizenbaum-institut.de>

Bild 1: Einsatz von Datenbrillen in der Produktion.



Anbietende von Informationen gesehen, das System kann sie auf unterschiedliche Weise unterstützen, um den Herausforderungen bei der Arbeit in neuen, flexiblen und datenreichen Umgebungen zu begegnen [5-7]. Die Vorteile für Unternehmen bei dem Einsatz von AS sind z. B. die direkte Steuerung sowie Optimierung der Arbeitstätigkeiten und Arbeitsleistung der MitarbeiterInnen (auch der gering qualifizierten oder der flexibel einsetzbaren LeiharbeiterInnen), die Anpassung der Arbeitsprozesse an neue Verfahren und sich ändernde Produkte sowie der flexible Personaleinsatz [8].

Einsatz von Assistenzsystemen in unternehmerischen Lernprozessen

Die zahlreichen Assistenzsysteme für den Unternehmenskontext lassen sich im Allgemeinen in physische Assistenzsysteme (Systeme, die den Arbeiter bei der körperlichen Arbeit unterstützen), sensorische Assistenzsysteme (Systeme, die Daten sammeln und bereitstellen) und kognitive Systeme unterteilen [9]. Der Bereich der kognitiven AS stellt ein zentrales Forschungsinteresse im Kontext von unternehmerischen Lernprozessen dar. Dabei können die Systeme aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden: Sie unterstützen die MitarbeiterInnen in der Fabrik der Zukunft, definieren jedoch gleichzeitig neue Anforderungen an diese, die mit neuen Fähigkeiten und Kompetenzen verbunden sind [3].

Gleichzeitig sind die Systeme (paradoxiertweise) auch dafür nutzbar, um die MitarbeiterInnen

dabei zu begleiten, diese Fähigkeiten zu erlernen. Der Schwerpunkt des Lernens mit AS liegt insbesondere auf effektiver Wiederholung mit dem langfristigen Ziel, die Auseinandersetzung mit einer Aufgabe und somit die Erfahrung und das allgemeine Verständnis der ArbeiterInnen für diese oder verwandte Aufgaben zu erweitern [7]. Assistenz und Lernen in der Fertigung werden sich z. B. immer ähnlicher, wobei sowohl die anfängliche Leistungserbringung bei einer ungewohnten Aufgabe als auch die Entwicklung von für die dauerhafte effektive Lösung dieser Aufgabe notwendigen Fähigkeiten wichtig sind.

[10] analysieren in diesem Kontext in einer Studie den Einfluss der Anweisungen durch das System auf die anfängliche sowie auf die langfristige Leistung der MitarbeiterInnen, wobei insbesondere die Art der Anweisung untersucht wird. Sie erläutern, dass konkrete Arbeitsanweisungen am Anfang eines Lernprozesses den Beschäftigten von Nutzen sein können, da sie unter anderem spezifische Schrittbeschreibungen liefern und die allgemeinen Schrittbeschreibungen durch Beispiele ergänzen oder spezifische Ziele vorgeben. Allerdings können die konkreten Anweisungen den Lernprozess auch negativ beeinflussen, ähnlich wie ein Navigationssystem, welches jede nachfolgende Handlung zum Ziel vorgibt und somit selbstständiges Denken und Verinnerlichung des Wegs dorthin unnötig macht. Allgemeine Schrittbeschreibungen sind weiterhin laut [10] im Rahmen einer Arbeitsanweisung für die erste Durchführung weniger geeignet, da zu diesem Zeitpunkt die größte Herausforderung darin besteht, die konkreten Arbeitsschritte zu verstehen und verinnerlichen. Hilfreich für den Lernprozess sind diese allgemeine Schrittbeschreibungen, wenn die Vermittlung eines Verständnisses für den gesamten Prozess und nicht für seine einzelnen Schritte das Lernziel bilden.

Die Erkenntnisse dieser Studie decken sich mit den Ergebnissen eines Experiments, das den Transfer von 1) allgemeinen, prozessbezogenen Informationen sowie von 2) spezifischem Aufgabenwissen im Verlauf der individuellen Lernprozesse von MitarbeiterInnen untersucht [11]. Im Rahmen dieses Experiments wurde in einer Lernfabrik ein hochautomatisierter Arbeitsprozess simuliert, bei dem Assistenzsysteme den Teilnehmenden genau mitteilen, welche Tätigkeiten sie wann auszuführen haben. Untersucht wurde die Frage, ob die gute allgemeine Kenntnis des gesamten Arbeitsprozesses einen Einfluss auf die Produktivität und Qualität hat im Vergleich zur vom Gesamtprozessverständnis isolierten Kenntnis der lediglich einzelnen Arbeitsschritte.

Literatur

- [1] Apt, W.; Bovenschulte, M.; Hartmann, E. A.; Wischmann, S.: Forschungsbericht 463. Foresight-Studie, „Digitale Arbeitswelt“. Berlin 2016.
- [2] Senderek, R.; Geisler, K.: Assistenzsysteme zur Lernunterstützung in der Industrie 4.0. In: Proceedings der Pre-Conference Workshops der 13. E-Learning Fachtagung Informatik. 2015.
- [3] Rauch, E.; Linder, C.; Dallasega, P.: Anthropocentric perspective of production before and within Industry 4.0. In: Computers & Industrial Engineering 139 (2020), S. 105644.
- [4] Behringer, N.; Bertram, J.; Buder, J.; Deimann, M.; Erlach, C.; Hesse, F. W.; ... & Wessel, D. (2014). Weiterbildung gestalten: Unterstützung durch Trainings, Technologie und Werkzeuge. In: Wissenskollektion (pp. 123-191). Springer Gabler, Wiesbaden.
- [5] Paelke, V. (2014). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0 environment. Emerging technology and factory automation (ETFA), annual conference of the IEEE (2014), S. 1-4.
- [6] Rauh, S.; Zsebedits, D.; Tamplon, E.; Bolch, S.; Meixner, G.: Using Google Glass for mobile maintenance and calibration tasks in the AUDI A8 production line. In: Emerging technologies & factory automation (ETFA), IEEE 20th conference (2015), S. 1-4.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass digitale Assistenzsysteme zwar ein praxisnahes Lernen ermöglichen können, aber die Gefahr besteht, dass das ganzheitliche Wissen über den Arbeitsprozess selbst verloren geht. Dies kann sich negativ auf die Arbeitsleistung, Motivation und Zufriedenheit der Mitarbeitenden auswirken.

Ebenso mit Blick auf dem Erlernen der unternehmerischen Prozessen diskutieren [12] einen effizienten Ansatz, in welchem ein prozessbezogenes lokales und ein globales AS verbunden werden. Hier wird das Assistenzsystem zur Prozessanalyse entlang von Produktionsketten in Industrie 4.0-Umgebungen eingesetzt. Lokale Assistenten, verbunden mit Maschinenmodulen, lernen und analysieren die Produktionsprozesse mit Methoden der KI. Ihre Ergebnisse werden von dem globalen Assistenzsystem genutzt, um einen integrierten Überblick über die gesamte Produktionskette zu erhalten. Auf diese Weise kann das globale System Informationen über Fehler und mögliche Ursachen an die Anwender weitergeben und so lange Produktionsstillstände mithilfe von Ursachenanalysen vermeiden.

[13] erörtern das Potenzial eines intelligenten Assistenzsystems zur Unterstützung des Planers bei der Umweltverträglichkeitsprüfung in der Auftragsfertigung in dezentralen Fertigungsnetzwerken sowie bei der Entscheidungsfindung in der Produktionsplanung. Fertigungsprozesse werden immer komplexer und die zu analysierenden Datenmengen nehmen stets zu. Die MitarbeiterInnen werden mit der Herausforderung der Prozessüberwachung, Datenanalyse und Fehlererkennung bei immer steigender Komplexität konfrontiert. Dies führt zu einer verzögerten Problemerkennung, kurzen Wartungsintervallen und unzureichender Nutzung von Optimierungspotenzialen [14]. Selbstlernende Assistenzsysteme können komplexe Fertigungsprozesse beobachten und automatisch Fehler, Anomalien und Optimierungsbedarf erkennen [14]. [15] diskutieren im gleichen Zusammenhang ein Konzept und ein Demonstrator eines Assistenzsystems, welches das Ziel hat, Arbeitsabläufe durch die Beobachtung mehrerer Experten zu erlernen und die erlernten Arbeitsablaufmodelle auf unerfahrene Benutzende zu übertragen. Assistenzsysteme können darüber hinaus zur Erkennung und Reduzierung von Fehlern eingesetzt werden, indem sie direkt lernen, welches Verhalten die Fehler verursacht. Schnellere Zykluszeiten, mehr Zuverlässigkeit, geringere Fehlerquote und Rückverfolgbarkeit in Echtzeit sind die wichtigsten Vorteile dieser AS für Unternehmen [9].

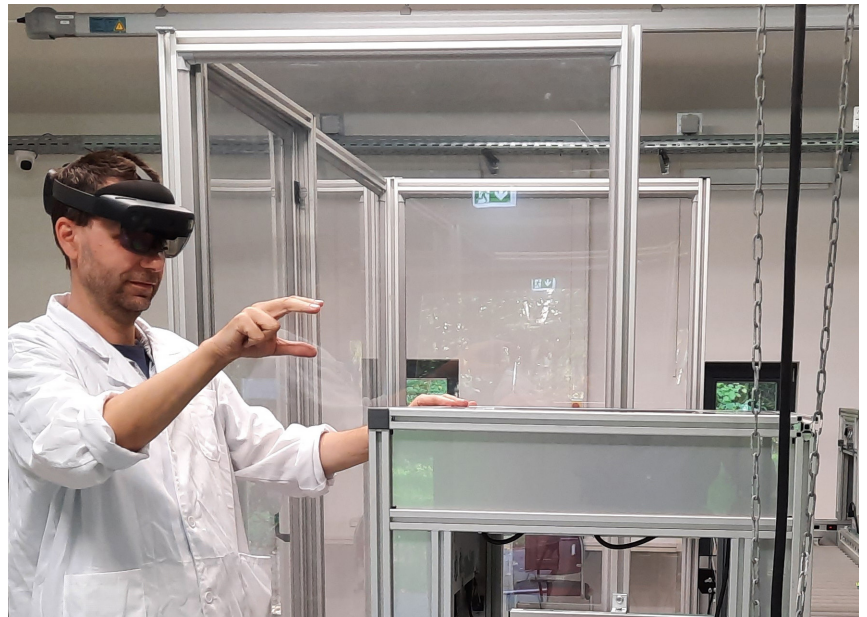


Bild 2: Lernen in simulierten Produktionsumgebungen.

[16] und [17] beschreiben weitere spezifische Vorteile der AS – technische Assistenz kann Beschäftigten mit Behinderungen helfen, sicher zu arbeiten und ihre Aufgaben stressfrei zu erledigen. [18] untersuchen im gleichen Kontext den Einsatz von AR-fähigen Assistenzsystemen, die auf die individuellen Bedürfnisse von Arbeitnehmern mit unterschiedlichen kognitiven und physischen Fähigkeiten in einem industriellen Kontext zugeschnitten sind, und weisen darauf hin, dass die Implementierung dieser Assistenzsysteme nutzer- und wertorientiertes Systemdesign und Change-Management-Strategien, insbesondere Information und Partizipation, beinhalten sollte.

[22] sehen den Menschen aufgrund seiner kognitiven Fähigkeiten generell als überlegen an, während Maschinen repetitive, stark belastende Aufgaben mit hoher Präzision und Zuverlässigkeit viel besser ausführen können. Kognitive Systeme haben dabei das Potenzial, die bestmögliche Unterstützung bei minimaler notwendiger Unterbrechung zu bieten.

Herausforderungen für den Einsatz von Assistenzsystemen

Wie in jedem anderen Kontext, ist auch der Einsatz von KI in unternehmerischen Lernprozessen mit Risiken und Herausforderungen verbunden. Nachfolgend wird auf drei relevanten hingewiesen.

Der aktuelle Entwicklungsstand der Technik bildet die Grundlage für die zielgerichtete Nutzung eines AS. Ziel des Einsatzes von AS ist es, die Interaktion zwischen Menschen und technischen Systemen zu verbessern und den

- [7] Gorecky, D.; Mura, K.; Arlt, F.: A vision on training and knowledge sharing applications in future factories. In: IFAC Proceedings Volumes 46 (2013) 15, S. 90-97.
- [8] Kuhlmann, M.; Splett, B.; Wiegrefe, S.: Montagearbeit 4.0? Eine Fallstudie zu Arbeitswirkungen und Gestaltungsperspektiven digitaler Werkerführung. WSI-Mitteilungen, 71 (2018) 3, S. 182-188.
- [9] Romero, D.; Stahre, J.; Wuest, T.; Noran, O.; Bernus, P.; Fast-Berglund, Å.; Gorecky, D.: Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. In: proceedings of the international conference on computers and industrial engineering (CIE46). Tianjin, China 2016.
- [10] Eiriksdottir, E.; Catrambone, R.: Procedural instructions, principles, and examples: How to structure instructions for procedural tasks to enhance performance, learning, and transfer. In: Human factors 53 (2011) 6, S. 749-770.
- [11] Vladova, G.; Wotschack, P.; de Paiva Lareiro, P.; Gronau, N.; Thim, C.: Lernen mit Assistenzsystemen-Vorlauter Aufgaben den Prozess nicht sehen?. Industrie 4.0 Management 36 (2020) 3, S. 16-20.
- [12] Barig, B.; Balzereit, K.: Assistance systems for industry 4.0 environments. In: 17th embedded world Conference, 2019.

Gesamtprozess robuster, flexibler und effizienter zu gestalten. Die Erfüllung dieser anspruchsvollen Aufgaben hängt in hohem Maße von der Entwicklung der Technik ab.

Die KI-Systeme, die derzeit allgemein in der Bildung eingesetzt werden, verbessern bereits genutzte Technologien, indem sie den Lernenden personalisierte Lerneinheiten, abgeleitet von ihren Lernmustern, ihrem Wissen und ihrem Interesse anbieten. Die zweite große Herausforderung – **der verantwortungsvolle Einsatz** – wirft jedoch ethische Fragen auf, da die KI eine große Menge an Daten und (sensiblen) Informationen benötigt. Darüber hinaus soll der Einsatz der KI im Lernprozess theoretisch und pädagogisch fundiert gestaltet werden [19, 20]. Durch diese Herausforderungen können postulierte Ziele wie die Personalisierung des Lernens zurzeit nur bedingt erreicht werden. Insbesondere die Frage, welche Eigenschaften der Lernenden berücksichtigt werden müssen und wie sie erfasst werden können, ist in Forschung und Praxis noch nicht ausreichend beantwortet.

Die dritte Herausforderung adressiert konkret die **Implementierung der AS in die unternehmerischen Prozesse**. Um ihre Aufgaben intelligent und erfolgreich erfüllen zu können, benötigen Assistenzsysteme entsprechende Informationen. Diese finden sich z. B. in Produktionsdatenmanagementsystemen, wobei die Formalisierung und Externalisierung von prozeduralem und konzeptionellem Wissen eine große Herausforderung für Organisationen bleiben [21]. Als eine Einschränkung für den Einsatz von KI-basierten Assistenzsystemen betonen [18] die Qualität der Implementierungsstrategie. Das Vertrauen der NutzerInnen in die Leistungsfähigkeit des Systems hängt u. a. von der Zufriedenheit mit der Kommunikation und mit dem System ab. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu überwinden, besteht darin, die NutzerInnen während der Einführungs- und Schulungsphase für die Veränderung zu sensibilisieren. Die Fähigkeiten und Kompetenzen der MitarbeiterInnen, die mit der Technik zusammenarbeiten, sind entscheidend für den erfolgreichen Einsatz.

Zusammenfassende Überlegungen

Eine wichtige Rolle der (KI-basierten) Assistenzsysteme ist es, MitarbeiterInnen dabei zu unterstützen fehler- und stressfrei zu arbeiten und neue Wissen und Kompetenzen zu erwerben.

Wenn unternehmerische Lernprozesse in den Mittelpunkt stehen, sollen die spezifischen Merkmale erwachsener Lernender berücksichtigt werden. Im Unterschied zu jüngeren Lernenden, lernen Erwachsene selbstverantwortlicher und ihr Lernprozess richtet sich viel mehr nach ihren eigenen Vorstellungen darüber, was notwendig und wichtig für sie ist. Aus diesem Grund ist es bei der Gestaltung geeigneter Lernangebote wichtig, individuelle Vorstellungen, Wissensstand und Bedürfnissen zu adressieren [23], damit die Motivation zum Lernen gesteigert wird. Jede Einführung einer neuen Technologie ist weiterhin zum Scheitern verurteilt, wenn Sicherung der Akzeptanz und begleitendes Veränderungsmanagement nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Gleichzeitig sind die organisationalen Ziele nicht zu vernachlässigen – das Management von Humanressourcen und das Wissen über die übergeordneten strategischen Zielen des Unternehmens sind gleichermaßen gefragt, wenn neue Systeme und neue (Lern)Prozesse eingeführt werden, und neue Kompetenzen notwendig sind. Wenn AS in die arbeits- und lernunterstützenden Prozesse Einsatz finden, wird eine sehr heterogene Lerngruppe im Unternehmen betroffen – bezogen auf Bedürfnisse, Vorwissen, Kenntnisse und Akzeptanz im Umgang mit neuen Medien. Dabei ist der Aufbau von Kompetenzen bei den MitarbeiterInnen entscheidend, die als Kombination von arbeitsplatzrelevantem Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten, mit Werten, Eigenschaften und motivationalen Dispositionen beschrieben werden können.

Neben dem direkten Einsatz in Unternehmen, können Lernprozesse mit AS in Lernfabriken in realen Umgebungen entwickelt und getestet werden. Insbesondere für Entscheidungsfindung in Prozessen können in diesen simulierten Umgebungen im Vergleich zu realen Situationen ohne Risiken Szenarien für die Zusammenwirkung von Mensch und AS erprobt werden.

Diese Arbeit wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 16DII127 („Deutsches Internet-Institut“) gefördert.

Schlüsselwörter:

KI, kognitive Assistenzsysteme, betriebliche Lernprozesse, Weiterbildung

- [13] Minhas, S. U. H.; Berger, U.: Development of Intelligent Assistance System to Support Eco-efficient Planning. In: KEOD (2012), S. 331-334.
- [14] Windmann, S.; Maier, A.; Niggemann, O.; Frey, C.; Bernardi, A.; Gu, Y.; Kraus, R.: Big data analysis of manufacturing processes. In: Journal of Physics: Conference Series 659 (2015) 1, S. 012055.
- [15] Bleser, G.; Damen, D.; Behera, A.; Hendeby, G.; Mura, K.; Miezal, M.; Stricker, D.: Cognitive learning, monitoring and assistance of industrial workflows using egocentric sensor networks. In: PLoS one 10 (2015) 6, S. e0127769.
- [16] Aksu, V.; Jenderny, S.; Kroll, B.; Röcker, C.: A digital assistance system providing step-by-step support for people with disabilities in production tasks. In: International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Cham 2018.
- [17] Drolshagen, S.; Pfingsthorn, M.; Gliesche, P.; Hein, A.: Acceptance of Industrial Collaborative Robots by People With Disabilities in Sheltered Workshops. In: Frontiers in Robotics and AI 7 (2021), S. 173.
- [18] Neumann, A.; Strenge, B.; Uhlich, J. C.; Schlicher, K. D.; Maier, G. W.; Schalkwijk, L.; Schack, T.: AVIKOM: towards a mobile audiovisual cognitive assistance system for modern manufacturing and logistics. In: Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (2020), S. 1-8.
- [19] ang, S.; Ogata, H.; Matsui, T.; Chen, N.: 2021. Human-Centered Artificial Intelligence in Education: Seeing the invisible through the visible. Computer and Education: Artificial Intelligence, 2, 100008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100008>
- [20] Renz, A., & Vladova, G. (2021). Rein-vigorating the Discourse on Human-Centered Artificial Intelligence in Educational Technologies. Technology Innovation Management Review, 11(5).
- [21] Aehnelt, M.; Bader, S.: Information Assistance for Smart Assembly Stations. In: ICAART 2 (2015) S. 143-150.
- [22] Chacón, A.; Angulo, C.; Ponsa, P.: Developing Cognitive Advisor Agents for Operators in Industry 4.0. In: New Trends in the Use of Artificial Intelligence for the Industry 4.0 (2020), S. 127.
- [23] Illeris, K. (2003). Workplace learning and learning theory. Journal of workplace learning, 15(4). 167-178. doi.org/10.1108/13665620310474615.