

Unterstützung von arbeitsplatzintegriertem Lernen in der Produktion durch Assistenz- und Wissensdienste

Carsten Ullrich, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI, Axel Hauser-Ditz, Ruhr-Universität Bochum, Niklas Kreggenfeld, Ruhr-Universität Bochum
Christopher Prinz, Ruhr-Universität Bochum, Christoph Igel, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI

Ein Effekt der Transformation zur Industrie 4.0 ist ein stetiger Anstieg der Komplexität sowohl in der Bedienung sowie Instandhaltung von Anlagen als auch in der Steuerung der Produktionsabläufe. Der gleichzeitig stattfindende sukzessive Rückgang der Anzahl von Produktionsmitarbeitern bei einer zunehmenden Komplexität der Arbeitsprozesse lässt den Informationsbedarf sowie die notwendige berufliche Expertise rasant und in großem Umfang wachsen. Arbeitsplatzintegriertes Lernen ist hier eine Herausforderung, um das notwendige formelle und informelle Wissen und Know-how zu erwerben.

Das Ziel des Verbundprojektes APPsist ist die beteiligungsorientierte Entwicklung einer neuen Generation mobiler, kontextsensitiver und intelligent-adaptiver Assistenzsysteme zur Wissens- und Handlungsunterstützung für die Industrie 4.0. Die KI-basierten Wissens- und Assistenzsysteme ermöglichen arbeitsplatzintegriertes Lernen und unterstützen die Mitarbeiter beim Wissens- und Kompetenzerwerb in der Interaktion mit Maschinen auf dem Shopfloor. Dieser Beitrag zeigt, wie APPsist arbeitsplatzintegriertes Lernen realisiert und erläutert die daraus resultierenden Veränderungen im Arbeitsprozess beispielhaft an zwei Anwendungsfällen (Montage und Instandhaltung). Ein weiterer Schwerpunkt von APPsist liegt in der Konzeption von Prozessen, die die Mitarbeiter systematisch in die Entwicklung und Implementierung des Systems einbinden. Betriebsräte und künftige Systembenutzer werden frühzeitig in den Gestaltungsprozess miteinbezogen.

These zum Thema E-Learning:

KI-basierte Wissens- und Assistenzsysteme ermöglichen neue Formen arbeitsplatzintegrierten Lernens sowie Wissens- und Kompetenzerwerb in der Interaktion mit Maschinen auf dem Shopfloor.

Die Beherrschung der Komplexität und Flexibilität der Industrie 4.0 wird neue Formen der Arbeits- und Lernorganisation erfordern [2, 3]. APPsist hat eine Erweiterung der Handlungsspielräume von Mitarbeitern und eine Aufwertung ihrer Arbeit zum Ziel.

Konkret ruft ein Mitarbeiter das APPsist-System auf einem mobilen Endgerät auf, lässt das System individuell ausgewählte Inhalte und Tätigkeiten vorschlagen und erhält dadurch Unterstützung beim Wissenserwerb und der Durchführung bisher nicht oder wenig beherrschter Tätigkeiten. Dies ermöglicht die Gewinnung von Erfahrungswissen und das Schließen von Wissenslücken.

Ausgehend von dieser Zielsetzung wurde eine technische Plattform entwickelt, die an die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Einsatzortes anpassbar ist, also das Unternehmen oder die Werkhalle [4]. Die APPsist-Plattform setzt sich aus einer Reihe weitgehend unabhängiger, dedizierter Dienste zusammen, welche ereignisbasiert und asynchron agieren: Auslöser für die Verarbeitung und Bereitstellung von Informationen sind Ereignisse, die entweder von Nutzern (zum Beispiel Benutzereingaben), dem Kontext (zum Beispiel Änderungen des Maschinenstatus) oder den Diensten selbst (zum Beispiel basierend auf eingetragenen Regeln) kommen. Zu den zentralen Diensten der APPsist-Plattform gehören:

- der Maschinen-Informationssdienst, der die Schnittstelle zwischen der Plattform und den Maschinen auf dem Shopfloor aufbaut,
- der Maßnahmendienst, der Nutzern basierend auf Maschinen- und Nutzerkontexten durchzuführende Maßnahmen vorschlägt,
- der Inhalte-Interaktionsdienst, der die Funktionalitäten der verschiedenen Dienste über verschiedene Endgeräte zugänglich macht,
- der Performance-Support-Dienst, welcher die Nutzer durch den Assistenzprozess führt,
- die Prozess-Koordinationsinstanz, welche Assistenzprozesse ausführt und verwaltet und
- der Inhalte-Selektor, welcher die relevanten Lern- und Assistenz-Inhalte auswählt.

Abbildung 1 zeigt die Oberfläche des APPsist-Systems. Der Benutzer befindet sich im Menüpunkt „Anleitungen“ und bekommt daher eine Auswahl von aktuell durchführbaren Maßnahmen angezeigt.

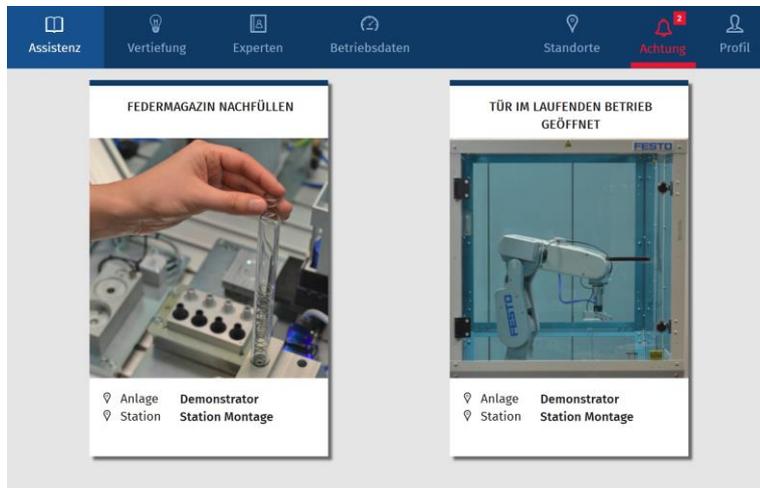


Abbildung 1: Screenshot der Oberfläche des APPsist-Systems

Die Zielsetzung einer intelligent-adaptiven Unterstützung, die also angepasst an den individuellen Nutzer und an die spezifische Maschinenkonfiguration und -situation eine geeignete Unterstützung vorschlägt, erfordert dementsprechend „intelligente“ Dienste. Systeme, die sich mit Hilfe von Methoden der Künstlichen Intelligenz flexibel an individuelle Lernende anpassen, können als konkrete Instanzen eines allgemeinen Entwurfsmusters aufgefasst werden, das auf drei Komponenten basiert: einem Wissensmodell, einem Lernermodell und einem Bildungsmodell. Das Wissensmodell besteht aus dem in Lernobjekte strukturierten und mit Metadaten annotierten Lehr-Lern-Material. Das Lernermodell enthält eine Abschätzung des Wissensstandes, der Eigenschaften, etc., der Lernenden, die als Basis der Personalisierung und individuellen Fortschrittskontrolle dient. Um eine Passung zwischen Wissensmodell und Lernermodell zu erzeugen, verfügen diese Systeme weiterhin über ein Bildungsmodul, in dem didaktisches Wissen in einer Computer-verwendbaren Form (zum Beispiel als Expertensystem) formalisiert ist.

In APPsist wurde die Domäne „Produktion“ modelliert, das heißt die auftretenden Konzepte und deren Zusammenhänge wurden in einer formalen Beschreibungssprache beschrieben und in einer semantischen Datenbank abgelegt.

Dieses Modell dient als eindeutiges und festgelegtes Vokabular der Kommunikation

der Dienste und als Grundlage für die intelligenten Entscheidungsprozesse der adaptiven Dienste. So kann beispielsweise der Maßnahmendienst über generische Anfragen an die semantische Datenbank die für den aktuellen Kontext relevanten Maßnahmen bestimmen.

Das Lernermodell enthält Informationen darüber, wie oft ein Benutzer mit einem Konzept des Domänenmodells interagiert hat, das heißt wie oft ein Assistenzschritt gestartet, abgebrochen und beendet wurde, wie oft ein Lerninhalt oder Dokument angesehen wurde, und wie oft ein Produktionsgegenstand verwendet wurde. Zusätzlich werden weitere relevante Benutzerinformation gespeichert, nämlich die Arbeitsplatzgruppe des Mitarbeiters, Freigaben (welche Tätigkeiten der Mitarbeiter durchführen darf), ob er/sie sich aktuell in der Haupttätigkeit (beispielsweise der Montage) oder Nebentätigkeit "Lernzeit" befindet und welches die Entwicklungsziele sind. Das Modell geht davon aus, dass Entwicklungsziele in Zielvereinbarungsgesprächen zwischen Mitarbeiter und Führungskraft festgelegt werden. Entwicklungsziele können konkrete Inhalte, und/oder eine neue Beschäftigungsgruppe und/oder Produktionsgegenstände beinhalten.

Das Bildungsmodell realisiert die Adaptivität bezogen auf die Dimensionen "Zeithorizont" und "Art der Unterstützung". Der Zeithorizont umfasst die beiden Werte „aktueller Zustand“ (der Mitarbeiter soll bei einer durch den momentan geltenden Zustand bedingten Arbeit unterstützt werden) und „Entwicklungsperspektive“ (der Mitarbeiter wird beim Erreichen eines langfristigen Zieles unterstützt). Der erste Fall ist beispielsweise eine Reaktion auf konkret auftretende Probleme im Betrieb: Meldet eine Maschine, dass ein benötigter Werkstoff (zum Beispiel Loctite) nicht mehr in ausreichendem Maße vorhanden ist, so wird der Mitarbeiter darauf hingewiesen und bekommt passende Maßnahmen im APPsist-System angezeigt. Im zweiten Fall geschieht die Unterstützung bezogen auf die im Mitarbeitergespräch vereinbarten Entwicklungsziele. So kann das APPsist-System Inhalte und Maßnahmen bezogen auf langfristige Entwicklungsperspektiven vorschlagen. Die Art der Unterstützung kann in einer Assistenz bestehen, das heißt bei der konkreten Durchführung einer Tätigkeit wie dem Wechseln von Werkstoffen oder in der Bereitstellung von Inhalten.

2 Betriebliche Anwendungsfälle

2.1 Hintergrund/Motivation

Zu Demonstrations- und Validierungszwecken wurden im APPSist Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit industriellen Anwendungspartnern verschiedene Anwendungsszenarien entwickelt. Diese wurden bewusst so definiert, dass sie hinsichtlich der relevanten Parameter "Zielgruppe" und "Komplexität" deutlich variieren, um so die Leistungsfähigkeit und Breitenwirksamkeit des APPSist-Systems zu verdeutlichen.

Zur Darstellung der erweiterten Befähigung zur Ausführung zusätzlicher Tätigkeiten (zum Beispiel einfache Instandhaltung) wurde ein Anwendungsszenario ausgewählt, bei dem der Wechsel eines Werkstoffs in einer teilautomatisierten Montagelinie nicht mehr durch eine Fachkraft (zum Beispiel Mechatroniker), sondern durch eine dort tätige angelernte Montagekraft (Zielgruppe) mithilfe von Assistenz (geringe Komplexität) durchgeführt werden soll. Die Zielsetzung dabei ist es, an- oder ungelernete Mitarbeiter/Innen dazu zu befähigen, diesen Prozess selbstständig und effizient durchzuführen. Durch diese Umverteilung von Aufgaben und Verantwortlichkeiten sollen Anlagenstillstände reduziert und somit Kosten eingespart werden. **Angelernte Kräfte können mittels der Assistenz flexibler eingesetzt werden (horizontale Aufgabenintegration) und Fachkräfte können zu einem höheren Zeitanteil Aufgaben mit höheren Anforderungen bearbeiten (vertikale Aufgabenintegration).**

Zur Betrachtung der komplexeren Assistenz zur Reduzierung der Bearbeitungszeit und Qualitätserhöhung / Fehlervermeidung wurde ein Anwendungsszenario im Vorrichtungsbau gewählt, bei dem komplexe Montagetätigkeiten im Vorrichtungsbau durch Fachkräfte (zum Beispiel Industriemechaniker, Elektrotechniker) mittels Assistenzsystemen unterstützt werden. Im Gegensatz zum ersten Anwendungsszenario bilden hier hochqualifizierte Mitarbeiter die Zielgruppe. Die Komplexität dieses Prozesses liegt hier in der hohen Individualität der zu montierenden Vorrichtungen (mechanische-, pneumatische- und elektronische Komponenten). Diese sind modular aufgebaut, unterscheiden sich jedoch im Detail je nach Kundenanforderung signifikant, sodass eine kundenbezogene Beschreibung der korrelierenden Montagetätigkeiten erfolgen muss. **Letztendlich sollen so Verschwendungen sowie Fehler im Prozess und somit auch die benötigte**

Montagezeit reduziert und die Qualität der Prozesse erhöht werden.

Für die Bereitstellung von Assistenz ist es zunächst erforderlich, die jeweiligen Prozesse eindeutig und nachvollziehbar zu beschreiben. Die Prozessaufnahme erfolgt in workshoporientierten Meetings, an denen im Wesentlichen die Experten für den zu definierenden Prozess teilnehmen. Diese können je nach Prozess und Unternehmensgröße durch Fachkräfte, Führungskräfte und Geschäftsführer repräsentiert werden. Als Prozessbeschreibungssprache kommt die Business Process Model and Notation (BPMN) zum Einsatz [1]. Definiert werden die jeweiligen relevanten Prozessschritte in unterschiedlichen, zielgruppenorientierten Detaillierungsstufen.

Die zu beschreibenden Prozesse werden zunächst in einer Maßnahme (oberste Ebene) definiert. Die Maßnahme setzt sich aus verschiedenen Aktivitäten zusammen, welche somit die zweite Ebene darstellen. Diese lassen sich wiederum weiter in eine Folge von Aktionen (dritte Ebene) untergliedern. Die dritte Ebene setzt sich aus elementaren Schritten zusammen. Diese maximal dreistufige Detaillierung gewährleistet zum einen die Übersichtlichkeit der Prozessstruktur, zum anderen ermöglicht sie aber auch, Mitarbeitern im Rahmen der Assistenzgebung Informationen in unterschiedlicher Granularität und somit Assistenz für unterschiedliche Fähigkeitsstufen bereitstellen zu können. Um die Prozesse schließlich für die Verwendung im Assistenzsystem aufzubereiten, werden den einzelnen Prozessschritten auf allen Ebenen Assistenzinhalte zugeordnet. Diese bestehen im Wesentlichen aus einem Text, der dem Mitarbeiter Informationen darüber liefert, was im entsprechenden Schritt getan werden muss. Hinzu kommen je nach Prozessschritt auch notwendige Warnsymbole, Hinweise sowie unterstützende Fotos, Videos, Modelle oder technische Zeichnungen. Je nach Anwendungsfall sind hier auch AR-Inhalte (Augmented Reality) möglich.

2.2 Beispiele des arbeitsplatzintegrierten Lernens in APPSist

Um die verschiedenen Arten der Unterstützung arbeitsplatzintegrierten Lernens, die durch das APPSist-System möglich sind, zu veranschaulichen, wird im Folgenden davon ausgegangen, dass sich der angelernte Montagemitarbeiter in der Nebentätigkeit „Lernzeit“ und die Fachkraft in der Haupttätigkeit befindet.

Fordert der Montagemitarbeiter Frank Müller Assistenz an, werden die im

Lernermodell abgelegten Entwicklungsziele herangezogen: Die Führungskraft hat bemerkt, dass der Herr Müller über erhebliches technisches Geschick verfügt. So hat Herr Müller in den letzten Wochen unterstützt durch die APPsist-Assistenz erfolgreich verschiedene Werkstoffe gewechselt. Es wurde daher vereinbart, dass der Mitarbeiter sich strategisch auf die Übernahme weiterer Instandhaltungsaufgaben vorbereiten soll. Ihm werden also vom APPsist-System weitere, etwas komplexere Maßnahmen zur Instandhaltung wie beispielsweise "Problem bei Schraubenzufuhr beheben" vorgeschlagen. Wählt er eine Maßnahme aus, kann er diese geleitet von der Assistenz beispielsweise an einer Lerninsel oder in einer Lernfabrik vorab simulieren.

Wählt hingegen die Fachkraft Sabine Meyer Unterstützung durch Assistenz in der Haupttätigkeit aus, werden ihr auf den aktuellen Kontext bezogene Maßnahmen vorgeschlagen, in diesem Fall beispielsweise "pneumatische Komponenten montieren". Fordert Frau Meyer Inhalte an, dann werden für die momentane Situation relevante Dokumente ausgewählt, zum Beispiel der pneumatische Schaltplan für den spezifischen Kunden oder Lerninhalte zur pneumatischen Montage.

Im Falle von Herrn Müller werden bei der Inhaltsanforderung vereinbarte Inhalte wie beispielsweise Informationen über das Unternehmen, das Produkt und den Produktionsprozess, und hinsichtlich der Entwicklungsziele relevanten Inhalte (Beschreibung der Aufgaben eines Instandhalters, etc.) angezeigt.

2.3 Veränderungen im Arbeitsprozess durch die Einführung des Assistenzsystems

In derzeitigen Pilotszenarien lassen sich bereits Tendenzen für die Veränderung von Tätigkeiten und der Organisation von Arbeit ausmachen. Bei der Darstellung der Veränderungen wird zunächst der oben beschriebene Anwendungsfall der Assistenz für einfache Instandhaltungstätigkeiten (Wechsel eines Werkstoffs) in einer teilautomatisierten Montagelinie in den Vordergrund gestellt.

Personalbedarf / Übertragung von Tätigkeiten zwischen Arbeitsplätzen und betrieblichen Funktionen: Im konkreten Anwendungsfall werden einzelne Tätigkeiten der vorbeugenden Instandhaltung vom Anlagenführer (Facharbeit) auf die Anlagenbediener (angelernte Montagemitarbeiter) übertragen. Diese werden mittels Assistenz in die Lage versetzt, ausgewählte komplexere Tätigkeiten auszuführen.

Hierbei handelt es sich weiterhin um standardisierbare Routinetätigkeiten. Ihre Ausführung umfasst jedoch im Unterschied zur kurz getakteten Routinetätigkeit am Montagearbeitsplatz mehr Arbeitsschritte und diese fallen vergleichsweise selten, beispielsweise im Abstand von mehreren Tagen, an.

Durch die Übertragung von Tätigkeiten an die Montagemitarbeiter sinkt für diese insgesamt der Anteil monotoner (Montage)Arbeiten. Gleichzeitig nimmt der Komplexitätsgrad der Tätigkeit zu und es werden mehr problemlösende und kontrollierende Tätigkeiten übernommen. Dies bedeutet jedoch nicht automatisch, dass die Erweiterung von Tätigkeiten auch mit einem erhöhten Maß an Selbstbestimmung am Arbeitsplatz einhergeht, da die erweiterten Aufgaben und Problemlösungen jeweils mehr oder weniger strikt durch das System vorgegeben werden. Hier kommt es auf die konkrete Ausgestaltung des APPsist-Systems an. Zu erwarten ist zudem, dass auch Prozesse der Selbstoptimierung der Montagemitarbeiter durch das System unterstützt werden. Auch dürfte die Kooperation zwischen den Einzelarbeitsplätzen in der Montagelinie und zwischen den unterschiedlichen Funktionsbereichen zunehmen, da durch den Einsatz des mobilen Systems mehr Abstimmungsprozesse anfallen: Abstimmung hinsichtlich der Frage, wer die konkrete Maßnahme ausführen soll, Wissensaustausch über von Kollegen/Innen hinterlegte Erfahrungsberichte, Kontaktaufnahme mit Technikern bei Störungen etc.

Mit der Übertragung von Tätigkeiten auf die Montagemitarbeiter werden auch Effekte für andere Mitarbeitergruppen entstehen. **Es wird insgesamt eine aufwertende Verschiebung im Tätigkeitsgefüge angestrebt (Fahrstuhleffekt).** So soll etwa der Maschinenführer künftig einzelne Aufgaben übernehmen, die bisher beispielsweise den Instandhaltern vorbehalten waren - etwa die Beseitigung von vergleichsweise häufig auftretenden mechanischen Störungen. Die Instandhalter wiederum erhalten zusätzliche Aufgaben in einem zunehmend technisierten Umfeld (perspektivisch steigender Automatisierungsgrad). Letztlich fallen auch zusätzliche Arbeiten bei der Pflege des Assistenzsystems an. Zum einen entsteht zusätzlicher Arbeitsaufwand für die Generierung neuer Unterstützungsszenarien, die zunächst maschinenlesbar in BPMN modelliert werden müssen. Zum anderen ist zu erwarten, dass bei breitflächiger Implementierung des Systems auch ein erhöhter Instandhaltungsbedarf für das System selbst entsteht. Insgesamt werden durch den Einsatz des Assistenzsystems die Tätigkeiten an den Montagearbeitsplätzen wie auch auf der

Ebene des Anlagenführers und des Wartungspersonals tendenziell anspruchsvoller. Eindeutige Beschäftigungseffekte für die unterschiedlichen betrieblichen Funktionen lassen sich derzeit noch nicht prognostizieren.

Qualifizierungsbedarf und Qualifizierungsmöglichkeiten: Das Assistenzsystem ist für den Benutzer selbsterklärend und wird in dieser Hinsicht umfangreich mit ausgewählten Mitarbeitern des Pilotbereichs getestet und optimiert. Ein unmittelbarer Qualifizierungsbedarf für die Handhabung des Systems ergibt sich auf dieser Ebene zunächst nicht. Dessen ungeachtet ist allein schon aus arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen heraus eine Unterweisung in die Systemhandhabung und die assistierten Prozesse nötig. Hierzu gehört auch, die Mitarbeiter über die Rahmenbedingungen des Systemeinsatzes (beispielsweise Regelungen zum Datenschutz, zur Leistungskontrolle etc.) sowie über den grundsätzlichen Aufbau der verwandten Modelle (Transparenz darüber, welche Daten wozu verwendet werden und welche Folgen ein bestimmtes Nutzerverhalten hat) zu informieren.

Für die im Beispiel beschriebenen Fachkräfte im Vorrichtungsbau ergibt sich bezüglich der Veränderungen ihrer Tätigkeiten ein anderes Bild. **Hier zeichnet sich weniger eine komplett neue Tätigkeitsstruktur mit gänzlich neuen Anforderungen, sondern vielmehr eine Optimierung und Unterstützung der bestehenden Arbeitsabläufe ab.** Durch die Verfügbarkeit der richtigen Inhalte und Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort können ineffiziente Abläufe reduziert werden. So müssen beispielsweise Schaltpläne nicht mehr zentral auf einem Bildschirm neben dem Montagearbeitsplatz abgerufen werden, sondern stehen direkt auf dem Tablet vor Ort bereit. Ebenso werden langwierige Vorbereitungen durch das Suchen der korrekten, also zum Kunden passenden, Pläne als Arbeitsvorbereitung reduziert sowie Inkonsistenzen durch Versionsupdates solcher Zeichnungen eliminiert. Der Mitarbeiter kann sich somit vollständig auf die eigentliche, wertschöpfende Montagetätigkeit konzentrieren.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Veränderungen: Durch die Erweiterung der Arbeitsaufgaben für Montagekräfte wird es am **Layout der Arbeitsplätze** nur geringfügige Änderungen geben, da es sich beim **Arbeitsmittel** nicht um ein stationäres, sondern um ein mobiles Endgerät handelt. Dieses wird beispielsweise innerhalb einer U-förmigen Montagelinie beziehungsweise an einer außenliegenden Station zur Nutzung angebracht. Veränderungen müssen insofern erfolgen, als dass

ein geeigneter Ort für die Bearbeitung von Lerneinheiten außerhalb der eng geführten Assistenzschritte insbesondere für die Nebentätigkeit Lernzeit gefunden werden muss. Die **Arbeitsorganisation** wird so angepasst, dass Lernzeiten planbar zur Verfügung stehen. **Führungsstrukturen** ändern sich nicht, wohl aber die Anforderungen an unmittelbare Vorgesetzte in Bezug auf die systematische Gestaltung von Qualifizierungsgesprächen und Zielvereinbarungen.

3 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurden Assistenz- und Wissensdienste für arbeitsplatzintegriertes Lernen in der Produktion und ihre Auswirkungen auf Arbeitsprozesse an konkreten Anwendungsbeispielen beschrieben. Je nach Gestaltungsziel und arbeitspolitischer Aushandlung zwischen Management und Betriebsrat kann ein Assistenzdienst entweder zu monotonerer Arbeit führen, durch strikte Prozessvorgaben den Handlungsspielraum von Mitarbeitern einschränken oder **abwechslungsreichere Arbeit ermöglichen und arbeitsplatznahe Lernprozesse unterstützen**. Die insbesondere in APPSist angelegte technische Infrastruktur aus mobilem Endgeräten, konkreter Prozessunterstützung und hiermit vernetzten Wissensbeständen eröffnet große Möglichkeiten für das zweite Szenario. Allein die technische Bereitstellung der Unterstützungsdienste bringt dabei noch keine eindeutigen Auswirkungen auf die Arbeitsprozesse hervor. Für die konkrete Ausprägung ist das Zusammenspiel zwischen technischer und organisatorischer Implementierung entscheidend. Daher werden in APPSist auch Leitfäden für die Systemausgestaltung und -implementierung sowie zusammen mit den Betriebsräten und Vertretern der IG Metall Bausteine für Musterbetriebsvereinbarungen entwickelt werden, die eine qualifikationsfördernde und Handlungsspielräume erweiternde betriebliche Realisierung ermöglichen. Ein ebenfalls relevanter Punkt, der im Projektverlauf bearbeitet werden wird, ist die weitere Ausarbeitung der Unterstützung "höherwertiger" Tätigkeiten im Sinne einer vertikalen Aufgabenintegration. Das Potential des APPSist-Systems für Fachkräfte liegt weniger in der Assistenz beim Durchführen prozessbezogener Tätigkeiten (welche Aktion ist in diesem Schritt notwendig?) als vielmehr bei der Unterstützung von Tätigkeiten, die sie als Experten charakterisieren, also bei der Wissensverknüpfung, Wissensgenerierung, Prozessoptimierung, etc. Es werden also möglicherweise andere Dienste und auch andere Adaptionsregeln für diese Zielgruppe nötig werden.

Literatur

- [1] BPMN: Technical Report. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. Object Management Group. 2011
- [2] Hirsch-Kreinsen, H.: Wandel von Produktionsarbeit - Industrie 4.0. Technische Universität Dortmund. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät. Dortmund. 2014
- [3] Hirsch-Kreinsen, H., Ittermann, P., Niehus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision von Industrie 4.0 und ihre sozialen Voraussetzungen. Edition Sigma / Nomos, Baden-Baden. 2014
- [4] Ullrich, C., Aust, M., Blach, R., Dietrich, M., Igel, C., Kreggenfeld, N., Kahl, D., Prinz, C., Schwantzer, S.: „Eine Architektur für intelligent-adaptive Assistenz- und Wissensdienste in der Industrie 4.0“, In: Schäfer, S. Industrie 4.0: Grundlagen und Anwendungen, Branchentreff der Berliner Wissenschaft und Industrie. Beuth, Berlin [u.a.]. 2015. S. 111-123

Förderkennzeichnung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) innerhalb des Technologieprogramms „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ unter dem Förderkennzeichen 01MA13004A gefördert und vom Projektträger „Technische Innovationen in der Wirtschaft“ im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren:

Dipl.-Pol. Axel Hauser-Ditz
Gemeinsame Arbeitsstelle RUB/IGM
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Konrad-Zuse-Str. 16, 44801 Bochum
axel.hauser-ditz@rub.de
<http://rubigm.ruhr-uni-bochum.de/>

**Dr. Carsten Ullrich, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
DFKI**

Dr. Carsten Ullrich ist der stellvertretende Leiter des Educational Technology Labs (EdTec) am Deutschen Forschungszentrum für Künstlichen Intelligenz. Er leitet mehrere Forschungsprojekte zu technologiegestütztem Lernen in der Smart Production.

Kontakt

carsten.ullrich@dfki.de

Tel.: +49 302 38955005

<http://www.dfki.de/web/forschung/edtec>

Axel Hauser-Ditz, Ruhr-Universität Bochum

Axel Hauser-Ditz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der gemeinsamen Arbeitsstelle von Ruhr-Universität Bochum und IG Metall. Er arbeitet in mehreren Forschungs- und Gestaltungsprojekten zu Fragen der Qualifizierung von Betriebsräten und ihrer Beteiligung an betrieblichen Innovationen.

Kontakt

axel.hauser-ditz@rub.de

Tel.:

www.rubigm.ruhr-uni-bochum.de/