

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

Carsten Ullrich, Axel Hauser-Ditz, Niklas Kreggenfeld, Christopher Prinz, Christoph Igel

1 Vortext

Die Beherrschung der Komplexität und Flexibilität der Industrie 4.0 wird neue Formen der Arbeits- und Lernorganisation erfordern. Assistenz- und Wissensdienste können durch intelligent-adaptive Unterstützung beim Wissenserwerb und der Durchführung bisher nicht oder wenig beherrschter Tätigkeiten die Handlungsspielräume von Mitarbeitern erweitern und deren Arbeit aufwerten.

2 Zielsetzung und technische Lösung

Die Beherrschung der Komplexität und Flexibilität der Industrie 4.0 wird neue Formen der Arbeits- und Lernorganisation erfordern [2; 3]. **Fokus des Forschungs- und Entwicklungsprojekts APPsist ist eine Erweiterung der Handlungsspielräume von Mitarbeitern und eine Aufwertung ihrer Arbeit.** 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.

Die im Projekt APPsist entwickelte technische Plattform ist anpassbar an die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Einsatzortes, also das Unternehmen oder die Werkhalle [4]. Abbildung 1 zeigt die Oberfläche des Systems. Der Benutzer befindet sich im Menüpunkt „Anleitungen“ und bekommt eine Auswahl von aktuell durchführbaren Maßnahmen angezeigt.

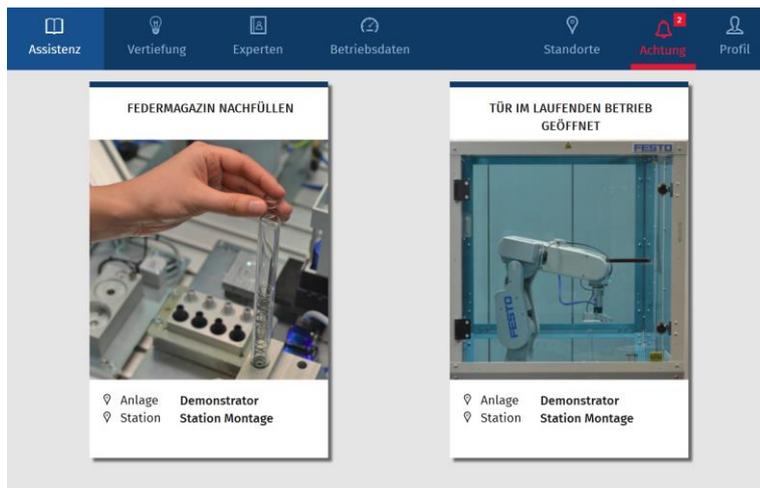


Abbildung 1: Oberfläche des APPSist-Systems

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 mit Hilfe von Methoden der Künstlichen Intelligenz sich 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 Passung zwischen Wissensmodell und Lernermodell zu erzeugen, verfügen diese Systeme weiterhin über ein Bildungsmodell, in dem didaktisches Wissen in einer Computer-verwendbaren Form (zum Beispiel als Expertensystem) formalisiert ist.

In APPSist wurde die Domäne „Produktion“ modelliert, d.h. die auftretenden Konzepte und deren Zusammenhänge wurden in einer formalen Beschreibungssprache beschrieben und in einer semantischen Datenbank abgelegt. Dieses Modell dient als eindeutiges 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, wie oft ein Benutzer mit einem Konzept des Domänenmodells interagiert hat, d.h. wie oft ein Assistenzschritt gestartet, abgebrochen und beendet wurde, wie oft ein Lerninhalt angesehen wurde, und wie oft ein Produktionsgegenstand verwendet wurde. Zusätzlich werden weitere Benutzerinformation gespeichert, wie die Arbeitsplatzgruppe des Mitarbeiters, Freigaben (welche Tätigkeiten der Mitarbeiter durchführen darf), ob er sich aktuell in der Haupttätigkeit (beispielsweise der Montage) oder Nebentätigkeit "Lernzeit" befindet und welches seine Entwicklungsziele sind.

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. Im zweiten Fall geschieht die Unterstützung bezogen auf die im Mitarbeitergespräch vereinbarten Entwicklungsziele.

3 Betriebliche Anwendungsfälle

3.1 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 von zusätzlichen Tätigkeiten (z.B. einfache Instandhaltung) wurde ein Anwendungsszenario ausgewählt, bei dem der Wechsel eines Werkstoffes in einer teilautomatisierten Montagelinie nicht mehr durch eine Fachkraft (zum Beispiel Mechatroniker), sondern durch eine dort tätige angelernte Montagekraft mithilfe von Assistenz durchgeführt werden soll. Die Zielsetzung dabei ist es, an- oder ungelernte 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 auf Aufgaben mit höheren Anforderungen bearbeiten (vertikale Aufgabenintegration).

Zur Betrachtung der komplexeren Assistenz zur Reduzierung der Bearbeitungszeit und Qualitätserhöhung wurde ein Anwendungsszenario im Vorrichtungsbau gewählt bei dem komplexe Montagetätigkeiten im Vorrichtungsbau durch Fachkräfte (zum Beispiel Industriemechaniker) 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.

3.2 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, vorab simulieren.

Wählt hingegen die Fachkraft Sabine Meyer Unterstützung durch Assistenz in der

Haupttätigkeit aus, werden ihr auf den aktuellen Kontext bezogenen 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 zu pneumatische Montage.

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

3.3 Veränderungen im Arbeitsprozess durch die Einführung des Assistenzsystems

In den derzeitigen Pilotszenarien lassen sich bereits Tendenzen für die Veränderung von Tätigkeiten und der Organisation von Arbeit ausmachen.

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 einher geht, 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.

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.

Für die im Beispiel beschriebenen Fachkräfte im Vorrichtungsbaue 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.

4 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.

5 Referenzen

- [1] BPMN (2011) Technical Report. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. Object Management Group.
- [2] Hirsch-Kreinsen H (2014) Wandel von Produktionsarbeit - Industrie 4.0. Technische Universität Dortmund. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät. Dortmund
- [3] Hirsch-Kreinsen H, Ittermann P, Niehus J (Hrsg.) (2014) Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision von Industrie 4.0 und ihre sozialen Voraussetzungen. Edition Sigma / Nomos, Baden-Baden
- [4] Ullrich C, Aust M, Blach R, Dietrich M, Igel C, Kreggenfeld N, Kahl D, Prinz C, Schwantzer S (2015) 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.]: 111-123

Förderkennzeichnung

Das Projekt APPsist wird mit Mitteln des 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.

Kurz & bündig

Die Beherrschung der Komplexität und Flexibilität der Industrie 4.0 wird neue Formen

der Arbeits- und Lernorganisation erfordern. Fokus des Forschungsprojekts APPSist ist eine Erweiterung der Handlungsspielräume von Mitarbeitern durch Assistenz- und Wissensdienste. In den Pilotszenarien lassen sich bereits Tendenzen für die Veränderung von Tätigkeiten und der Arbeitsorganisation ausmachen. So sinkt durch die Übertragung von Tätigkeiten an die Montagemitarbeiter für diese der Anteil monotoner Arbeiten, der Komplexitätsgrad nimmt zu und es werden mehr problemlösende Tätigkeiten übernommen.

Autoreninformation

Dr. Carsten Ullrich

DFKI GmbH

Stellvertretender Leiter Educational Technology Lab

DFKI Projektbüro Berlin, Alt-Moabit 91c, 10559 Berlin

+49 (0)30 238 95-5005

carsten.ullrich@dfki.de

<https://www.dfki.de/web/kontakt/mitarbeiter?uid=caul01>

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 ist der stellvertretende Leiter des Educational Technology Labs (EdTec) am Deutschen Forschungszentrum für Künstlichen Intelligenz. Er leitet mehrere Forschungsprojekte zu technologie-gestütztem Lernen in der Smart Production.

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.