

ASSISTENZSYSTEME FÜR DIE INSTANDHALTUNG PROZESSTECHNISCHER ANLAGEN

Dr.-Ing. Simon Adler, Dipl. Ing. Florian Hupka, Dipl.-Ing. Axel Eckstein, Swen Harz, Dr. Nico Zobel

1 Motivation

Die Prozessindustrie ist in Deutschland (2,3 % des BIP) nahezu ebenso bedeutend wie die Automobilindustrie (2,7% des BIP). Durch den globalen Wettbewerb werden jedoch zunehmend neue Anlagen in Asien und weniger in Europa realisiert. Im Vergleich zu anderen produzierenden Bereichen ist die Prozessindustrie durch einen hohen Energieeinsatz gekennzeichnet. Insbesondere in Deutschland führt dies zu hohen Kosten aufgrund der hohen Netzentgelte durch den zunehmenden Einsatz erneuerbarer Energien. In Europa und speziell in Deutschland wird wirtschaftliches Wachstum in der Prozessindustrie durch zunehmende Ressourcen- und Energieeffizienz bestehender Anlagen generiert.

Die Auslastung prozesstechnischer Anlagen ist entscheidend für ihre Wirtschaftlichkeit, so dass Zeiten für geplante und ungeplante Stillstände soweit wie möglich reduziert werden müssen. Hierdurch würden auch die ineffizienten und energie- sowie ressourcenintensiven An- und Abfahrtsprozeduren vermieden werden.

1.1 Industrie 4.0 in der Prozessindustrie

Zusätzlich zu den Herausforderungen eines effizienten und wirtschaftlichen Betriebes sieht sich auch die Prozessindustrie mit dem Potential und den Entwicklungen von Industrie 4.0 konfrontiert. In offiziellen Stellungnahmen wird häufig Industrie 4.0 auf die Fertigungsindustrie bezogen. Das Ziel ist hierbei die zunehmende Flexibilisierung der Produktion durch die integrierte Betrachtung von IKT-Technologien und den Produktionsanlagen. Durch Cyber-Physische Systeme (CPS) [1], soll eine vertikale, horizontale Datenintegration sowie die Datendurchgängigkeit vom Engineering bis in den Anlagenbetrieb realisiert werden [2]. Generell scheint die Vision einer umfangreichen Datenverfügbarkeit für alle Ebenen der Produktion reizvoll. Häufig wird als Anwendungsbeispiel die Flexibilisierung in der diskontinuierlichen Produktion bis auf die Losgröße 1 benannt, bei der Anlagen einer Fertigungsstraße (horizontale Datenintegration) direkt (M2M) Daten untereinander sowie zum Produktionsstand austauschen und alle betriebsrelevanten Daten vertikal (u.a. ERP-Systemen) zu Verfügung stellen. Diese Vision lässt sich nicht direkt auf die Prozessindustrie übertragen, da hier die Chargenproduktion und deren Effizienz vordergründig sind.

Flexibilisierung in der Prozessindustrie ist beispielsweise die Fähigkeit eine Anlage, schnell auf die Produktion eines anderen Produktes umzustellen oder Anlagen in flexiblen Betriebsoptima ohne Einfluss auf die Produktqualität zu

fahren (z.B. energie- oder verschleißeffizient). Im Gegensatz zu der diskontinuierlichen Fertigung werden in der Prozessindustrie bereits heute intensiv Daten aus dem Anlagenbetrieb durch die Prozessleitsysteme (PLS) erfasst. Hinsichtlich Industrie 4.0 besteht eine wesentliche Herausforderung in der Interpretation dieser Daten beispielsweise durch maschinenbasierende Lernverfahren oder als Ausgangspunkt für sehr komplexe Simulationen.

1.2 Assistenzsysteme in Industrie 4.0

Die Digitalisierung der Produktion erfordert eine gute Datengrundlage. Neben den Betriebsdaten sind hierbei insbesondere die Daten aus dem Anlagenengineering entscheidend, um die Betriebsdaten mit der Anlagenstruktur in Beziehung zu setzen. Häufig liegen diese Daten vom Anlagenhersteller beim -betreiber nicht vor. Insbesondere bei älteren Bestandsanlagen muss ein nach heutigen Maßstäben geeignetes digitales CAD-Modell nachträglich erstellt werden.

Assistenzsysteme sind ein erster Schritt in Richtung Industrie 4.0, bei denen vorhandene Anlagendaten orts-, anwender- und situationsabhängig zur Verfügung gestellt werden, um hierdurch Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten zu beschleunigen. Während Assistenzfunktionen wie die Remote-Assistenz und eine digitale Wissensdatenbank wenige Anlagendaten erfordern, ist der Zugriff auf aktuelle Zustandsdaten für die assistierte Fehlerbehebung abhängig von einer guten Datenbasis und von der Anbindung an das jeweilige PLS. Prinzipiell können sich Funktionalitäten eines Assistenzsystems mit dem Digitalisierungsgrad weiter entwickeln und damit begleitend zunehmend wertschöpfend wirken.

Bisher werden Assistenzsysteme für den Anlagenbetrieb entweder durch die Anlagenhersteller angeboten oder sind Spezialentwicklungen. Herstellersysteme sind meistens mobile Versionen des Anlagen-HMI für die Anlagen des jeweiligen Herstellers. Bei einer heterogenen Anlageninfrastruktur kann damit Assistenz nur begrenzt angeboten werden. Spezialentwicklungen sind aufgrund der hohen Entwicklungskosten für KMU nicht wirtschaftlich. Eigentlich sind dabei viele Assistenzfunktionen nahezu allgemeingültig (u.a. Fehlerinformation, Dokumentenzugriff, Prüflisten...). Der Hauptgrund für die Vielzahl individualisierter Lösungen liegt in der Datenanbindung an Leitsysteme und die firmenspezifische Infrastruktur.

2 Stand in Technik und Forschung

In mittelständischen Unternehmen finden Assistenzsysteme für Wartung und Instandhaltung bisher kaum An-

wendung. Die Organisation und Dokumentation erfolgt über manuelle Listen und der Zugriff auf Anlageninformationen erfolgt meist räumlich getrennt von der Anlage. Die Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie (NAMUR) unterstrich dabei den hohen Bedarf nach Assistenzsystemen.

Mobile Panels gängiger PLS (Siemens, Emerson, ABB etc.) sind keine Assistenzsysteme im eigentlichen Sinne, da diese Systeme anlagen- aber nicht anwenderbezogen sind. Assistenzsysteme für Instandhaltungsprozesse müssen sich jedoch den Tätigkeitsprozessen des Betreibers anpassen.

Zur Bereitstellung von Daten für Assistenzsysteme existieren momentan keine Empfehlungen der NAMUR. Neue Schnittstellen wie OPC-UA können hier zukünftig zumindest hinsichtlich der Anbindung von Assistenzsystemen an Anlagen einen Ausgangspunkt bilden.

Hinsichtlich der Forschung fokussieren die meisten Projekte im Bereich Industrie 4.0 die diskontinuierliche Fertigung und nicht Fragestellungen der Prozessindustrie, da hier „an vielen Stellen bisher noch eine solide Empirie fehlt“ [3]. Des Weiteren wird hier darauf hingewiesen, dass Konzepte für Beschäftigte, Qualifizierung und Arbeitsorganisation hinsichtlich Industrie 4.0 fehlen.

Das Forschungsprojekt APPSist¹ fokussiert die Interaktion zwischen Mensch und Maschine, indem Assistenzfunktionen entwickelt werden, die sich automatisch an die Kompetenz und den Unterstützungsbedarf der Anwender anpassen. Das Projekt SCPS² adressiert die Methoden zur Zusammenführung von Datenströmen von Produkten und Produktionsressourcen um diese Mitarbeitern mobil zu Verfügung zu stellen. Das österreichische Forschungsprojekt Assist 4.0³ untersucht Methoden um Mitarbeitern Informationen primär mit Augmented-Reality über kopfgetragene Displaysysteme zu Verfügung zu stellen. Das Projekt CyberSystemConnector (CSC) hat das Ziel, eine technische Dokumentation als virtuelles Abbild einer Anlage über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage basierend auf AutomationML zu gewährleisten. In Hinblick auf Assistenzsysteme bietet dies die Grundlage, Daten des Engineerings im Anlagenbetrieb strukturiert nutzen zu können.

Das Forschungsprojekt PLUTO⁴ widmet sich der Einbindung von episodischem Wissen und entwickelt Lösungen um wertvolles Erfahrungswissen zu erhalten.

Für die hier genannten laufenden Projekte liegen bisher keine abschließenden Ergebnisse vor. Sie adressieren in der Anwendung die diskontinuierliche Fertigung. Sie

nehmen hierbei Bezug auf verschiedene assistenzrelevante Teilaspekte wie die Informationspräsentation (Assist 4.0, PLUTO), die Datenrepräsentation (SCS, SCPS) sowie die Interaktion durch Anwenders den Anwender (APPSist).

3 CPPSprocessAssist

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Forschungsprojekt CPPSprocessAssist (FKZ: 02P14B084) adressiert die Bereitstellung flexibler Assistenzsysteme für Bestandsanlagen in der Prozessindustrie. Das Projektziel ist eine flexible Assistenzlösung bereitzustellen, die:

- herstellerneutral im Betrieb heterogener Anlagenlandschaften eingesetzt werden kann
- einfache Workflows für Aufgaben der Instandhaltung bei Bestandsanlagen zur Verfügung stellt
- Analoge und digitale Störungen vom PLS direkt adressiert
- Die Anlagendokumentation lückenlos in Echtzeit zur Verfügung stellt
- Nachvollziehbarkeit von Wartungs- und Instandhaltungstätigkeiten verwaltet (Compliance)
- Servicefälle und -maßnahmen überwacht und koordiniert
- eine zentral mitwachsende Fehler- und Wissensdatenbank zum Know-How Erhalt bereitstellt

Hierdurch sollen Instandhaltungszeiten verkürzt und in Folge eine Reduzierung ungeplanter Stillstandszeiten prozesstechnischer Anlagen erreicht werden.

3.1 Projektpartner

Um zu gewährleisten, dass das zu entwickelnde Assistenzsystem flexibel in der Prozessindustrie eingesetzt werden kann, wird die Lösung in den Anwendungsbereichen der Chemie, Erdgasförderung, Energie und Raffinerie entwickelt und erprobt. Im Folgenden wird der jeweilige anwendungsbezogene Kontext der branchenrepräsentierenden KMU beschrieben, um die Breite des anvisierten Einsatzgebietes des Assistenzsystems zu verdeutlichen. Bei der Firma Robeta Holz OHG soll das Assistenzsystem zunächst zur Instandhaltung eines Heizkraftwerkes, das aus Abfallstoffen eines Sägewerkes Strom und Wärme erzeugt, eingesetzt werden (Energie). Im Anwendungsfall der IPT Pergande GmbH wird die Lösung zur Instandhaltung einer Produktionsanlage zur Granulaterzeugung eingesetzt (Chemie). Die mitteldeutsche Bitumenwerk GmbH (MBW) evaluiert das System bei der Instandhaltung einer Oxid-Bitumen Blasanlage (Bitrox), um ungeplante Stillstände zu verhindern und Erfahrungswissen gezielt zu erfassen. Die CeH4 technologies GmbH ist in der Erdgasverteilung tätig. Neben dem Engineering, Bau und Service von Anlagen im Erdgasnetz vermietet CeH4 Gasdruckregelanlagen.

¹ <http://www.app sist.de> (Stand: 28.04.2016)

² Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber Physische Systeme
<http://www.s-cps.de> (Stand 28.04.2016)

³ <http://www.knapp.com/cms/cms.php?pageName=press&iD=142> (28.4.2016)

⁴ <http://www.plutoprojekt.de/index.php/de/> (18.9.2014)

3.2 Prototypen

In dem Vorhaben CPPSprocessAssist soll das Assistenzsystem primär die Schwerpunkte des in-situ Dokumentenzugriffes, der Instandhaltungscompliance sowie dem Online-Zugriff auf Anlagenzustandsdaten ermöglichen.

Die Entwicklung erfolgt daher in drei aufeinander aufbauenden Entwicklungsschritten.

Die Prototypen bestehen aus einer App für mobile Geräte, einem Server für die Datenbereitstellung und Datenconnectivität die durch das Fraunhofer IFF für Fabrikbetrieb und -automatisierung entwickelt werden, dem PDM-System PRO.FILE der Firma PROCAD GmbH & Co. KG sowie der webbasierten Collaboration Plattform WEB inFACTORY der Fasihi GmbH.

Der erste Prototyp adressiert den vor Ort Zugriff auf die Anlagendokumente. Hierfür wird das Assistenzsystem mit dem PDM-System gekoppelt.

Der hierauf aufbauende Prototyp adressiert die Compliance bei der Instandhaltung. Über die zusätzliche Collaboration Plattform werden Checklisten, Handlungsanweisungen sowie -empfehlungen verwaltet, durch die Vorgehensweisen bei Rundgängen oder Störungsbehebung strukturiert vorgegeben werden können. Aus der Abarbeitung der Tätigkeitsschritte kann zudem eine Dokumentationsgrundlage automatisiert zur Verfügung gestellt werden. Da Erfahrungswissen in der Instandhaltung essentiell ist, sollen Anwender jederzeit allgemeine sowie anlagenbezogene Anmerkungen (Annotationen) erstellen und hinterlegen können.

In der letzten Entwicklungsstufe wird das Assistenzsystem an die (verschiedenen) PLS der Anwendungspartner angebunden, um direkt Fehlerinformationen auf dem mobilen Endgerät anzuzeigen. Störungsmeldungen eines PLS sind Überschreitungen von betriebsrelevanten Zusicherungen, sind kritisch und führen unter Umständen zu einem Anlagenstillstand. Die Störungsmeldung zeigt den vom PLS erkannten Fehler an, der einen Hinweis auf die reale Störungsursache gibt, diesem aber nicht entsprechen muss. Um die Suche nach der echten Störungsursache zu unterstützen, soll über das Assistenzsystem auf die Historie relevanter Sensordaten zugegriffen werden können.

4 Anforderungsanalyse

Das Assistenzsystem soll einerseits flexibel bei der Integration an Bestandsanlagen und vorhandene Infrastrukturen sein, um den Aufwand und Workflow zur Übertragung in andere Firmen weitestgehend zu reduzieren. Andererseits soll das System flexibel im Sinne der Erweiterbarkeit um zusätzliche funktionale Aspekte sein. Hierdurch soll es Firmen ermöglicht werden, das Assistenzsystem abhängig vom Grad der Digitalisierung der Arbeitsprozesse um Funktionalitäten zu erweitern. Hierdurch kann sich das

Assistenzsystem zusammen mit der Industrie 4.0-Fähigkeit des Unternehmens weiter entwickeln.

4.1 Szenariobasierendes Design

Das szenariobasierende Design (SBD) [4] ist eine Methode für die Anforderungsanalyse beim Design interaktiver Systeme. Bei interaktiven Systemen ist die Akzeptanz der Anwender entscheidend. Die Anforderungen sowie die Erwartungen in die schlussendliche Lösung sind häufig schwer strukturiert und vollständig zu erfassen, da die Interaktion wesentlich durch die konkrete Gestaltung des User-Interfaces bestimmt wird.

Im SBD werden zunächst User-Stories erfasst, in denen die Anwender die Ist-Abläufe der zu assistierenden Tätigkeiten beschreiben. In diesen diversen User-Stories werden dann Gemeinsamkeiten identifiziert und Konzeptszenarios abstrahiert. Von diesen allgemeingültigeren Szenarien werden dann konkrete Szenarien entworfen, bei denen erste Überlegungen technologischer Lösungen eingebracht werden. Anhand der konkreten Szenarien diskutieren Entwickler und Anwender gemeinsam, ob die angedachten Technologien und ihre immanenten Eigenschaften im Anwendungsumfeld funktionieren könnten. Die vielversprechendsten konkreten Szenarien werden dann in Prototypen realisiert.

Im CPPSprocessAssist wurde das SBD angewendet, indem zunächst alle Projektpartner häufig auftretende Instandhaltungen als Prozesskette beschreiben sollten. Um die Anzahl identischer User-Stories zu reduzieren wurden diese Prozessketten diskutiert und zusammengefasst. Für repräsentative Prozessketten wurde dann die Prozesskette mit der Turtle-Methodik (auch 8W-Methode) detailliert. Hierdurch liegen für jeden Prozessschritt wesentliche Ein- und Ausgangsbedingungen vor. Diese im zweiten Schritt detaillierten Prozessketten, wurden dann als User-Stories im Sinne des SBD verwendet und zu abstrakten Szenarien, die sich als Vier-Phasen Modell beschreiben lassen, zusammengefasst (Abbildung 1).

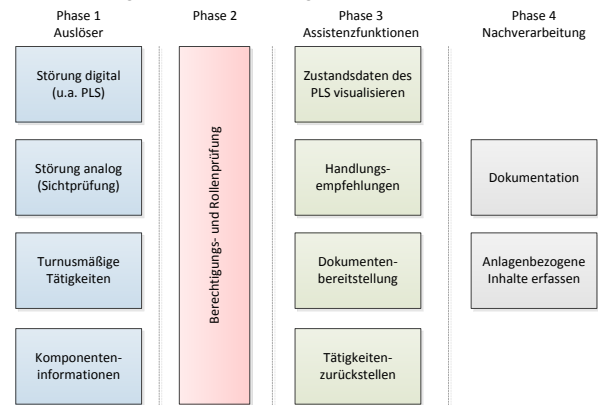


Abbildung 1: Vereinfachtes Phasenmodell als Teilergebnis des SBD

Die vier Phasen sind der Auslöser der Tätigkeit, die Berechtigungsbestimmung, miteinander kombinierbare

Assistenzfunktionen sowie Module zur Nachnutzung der Anwenderdaten, die nachfolgend im Konzept beschrieben werden.

5 Konzept

Die Laufzeit des Projektes CPPSprocessAssist ist 01/2016-12/2018. Das hier vorgestellte Konzept basiert auf den ersten Ergebnissen.

Basierend auf dem Vier-Phasen Modell liegen den Szenarien vier Auslöser zu Grunde. Digitale Störungen basieren auf Fehlern eines PLS oder einer Steuerung. Analoge Fehler sind hingegen Beobachtungen der Mitarbeiter (lautes Geräusch, Leckage) ohne dass hier bereits digitale Störungen eingetreten sind. Turnusmäßige Tätigkeiten sind Zeitpunkte oder -intervalle für geplante Tätigkeiten. Komponenteninformationen sollen dem Anwender hingegen Zugriff auf die Dokumente einer Komponente ermöglichen. Der Anwender soll über die Sensoren des mobilen Gerätes die Komponente mittels RFID und/oder QR-Code identifizieren können und dann Informationen über das PDM direkt zur Verfügung gestellt bekommen.

Ein generalisiertes Assistenzsystem muss die generellen Anforderungen der Erweiterbarkeit und der flexiblen Datenanbindung erfüllen, auf die im Folgenden eingegangen wird. Anschließend werden die Assistenzfunktionen mit Bezug auf die Anwendung mobiler Gasdruckanlagen exemplarisch beschrieben.

5.1 Erweiterbarkeit

Industrie 4.0 wird häufig als neue industrielle Revolution bezeichnet. Genauso wie alle anderen sogenannten industriellen Revolutionen wird diese angestrebte technische Evolution erst rückblickend als Revolution wahrgenommen werden. Es ist daher zu erwarten, dass Firmen schrittweise IKT mit ihren Anlagen verbinden. Eigentlich besteht daher die Anforderung, dass Assistenzsysteme entsprechend dieser Entwicklung angepasst und erweitert werden können.

Der Instandhalter soll über mobile Geräte in-situ assistiert werden. Mobile Geräte werden in industriellen Umgebungen aus Sicherheitsgründen häufig kritisch gesehen. Im CPPSprocessAssist erfolgt die Datenkommunikation des mobilen Gerätes mit einem zentralen Server. Dieser Server bildet die Schnittstelle zu den PLS und Anlagen des Herstellers sowie zur firmenspezifischen IT-Infrastruktur, also zu PDM oder ERP Systemen (Abschnitt 5.2).

Die Software des mobilen Assistenzsystems wird auf Basis von HTML5 realisiert und ist damit weitestgehend unabhängig vom konkreten Hersteller. Die einzelnen Elemente der Nutzeroberfläche (UI) werden jedoch modular auf dem Server verwaltet. Folgend wird die Anwendung des erweiterbaren Assistenzsystems anhand des Szenarios in Abbildung 2 beschrieben.

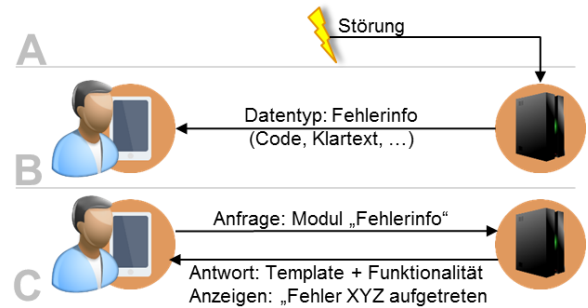


Abbildung 2: Ablauf bei Nutzung des erweiterbaren Assistenzsystems

Über das PLS tritt eine Fehlermeldung auf (A). Diese wird, zusammen an den zentralen Server übermittelt (z.B. via OPC / OPC-UA). Soweit das PLS keine Klartextbeschreibung bereitstellt, wird diese vom Server ergänzt. Der Server schickt einen Datentyp "Fehlerinformation" an alle verbundenen mobilen Geräte (B). Die mobilen Geräte empfangen diesen Datentyp, aber können die Informationen zunächst nicht anzeigen. Das mobile Gerät fragt daher beim Server ein für diesen Datentyp geeignetes UI an (C). Der Server übermittelt nun ein Oberflächentemplate (HTML) sowie die damit verbundene Funktionalität (JavaScript), bindet dieses Oberflächenelement ein und übergibt ihm die bereits empfangenen Daten zur Anzeige.

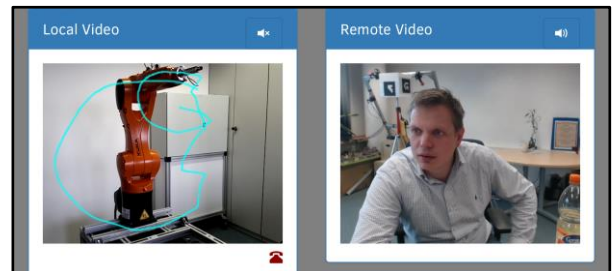


Abbildung 3: Im Prototyp des Remote-Experten hat der Experte den Kuka Roboter zur Unterstützung seiner Erklärung markiert.

An dem einfachen Beispiel wird das Funktionsprinzip dargestellt. Server sowie die Hauptanwendung des Gerätes müssen jedoch zusätzliche Aspekte verwalten. Die meisten UI-Module, die für ein industrielles Assistenzsystem benötigt werden, zeigen nicht nur statische Daten an. In den bisher erfolgten Arbeiten wurden JavaScript-basierte Prototypen zum Auslesen eines RFID-Typenschildes (DIN 66277), zum bildbasierten Auslösen von QR-Codes, zur Darstellung von Echtzeitgraphen und ein Modul für die Konsultation von Remote-Experten realisiert. Das Remote-Experten Modul ist eine Ende-zu-Ende Videoverbindung, bei denen die Videobilder der beiden Teilnehmer gleichberechtigt angezeigt werden. Beide Teilnehmer können gleichberechtigt in beiden Videobildern zeichnen. Wenn der Instandhalter das Videobild des mobilen Gerätes überträgt, kann der mit ihm verbundene Experte

Sachverhalte erklären und Objekte durch das Zeichnen hervorheben.

Solche erweiterten Module erfordern zusätzliche Abhängigkeiten wie das Laden von Software-Bibliotheken für Bildverarbeitung, 3D-Visualisierung oder für die Darstellung von Messwertkurven. Der Server sowie die Basisanwendung des mobilen Endgerätes lösen hier beispielsweise zusätzlich das Nachladen von Bibliotheken, weiterer Quellen sowie das Auflösen von Abhängigkeiten aus.

Die Ende-zu-Ende Datenverbindung bei dem Remote-Experten sowie das dynamische Nachladen von Funktionalitäten adressieren die hohen Datensicherheitsanforderungen durch die Industrie. Auch wenn die Basisanwendung des Assistenzsystems auf dem mobilen Gerät installiert ist, wird die wesentliche Funktionalität vom Server bezogen. Die Server können zudem hierarchisch arbeiten, so dass ein Server die häufig genutzten Funktionalitäten bereitstellt, während andere Server die Datenanbindung an die PLS steuern und individuelle bzw. spezialisierte Module anbieten. Wenn das Tablet keine Datenverbindung zum dem Server hat, ist das Assistenzsystem funktionslos und enthält keine Daten des Firmen Know-hows. Auf der anderen Seite kann der Anwender ein anlagenspezifisches Assistenzsystem auf demselben Endgerät zur Verfügung gestellt bekommen, je nachdem mit welchem Server (Standort A oder B) er das mobile Gerät koppelt.

5.2 Flexible Datenanbindung

Ein Assistenzsystem für den Anlagenbetrieb soll den Anwender beim Auffinden von Störungen unterstützen. Zum einen kann er direkt auf Anlagendokumente des PDM-Systems zugreifen. Zum anderen sollen dem Anwender Sensorinformationen zur Verfügung gestellt werden. Der Server soll hierbei die Daten wichtiger Sensoren erfassen und protokollieren. Wenn es zu einer Störung kommt, kann der Instandhalter für Indizien auf Sensorhistorien zugreifen. Standards wie OPC oder OPC-UA sollen den Zugriff auf PLS vereinheitlichen. Diese Schnittstellen werden jedoch nicht von allen PLS bedient oder nutzen anlagenspezifische Erweiterungen. Die Hauptfunktion des Servers ist daher die Abstraktion der Anlagenkommunikation. Die Abfrage von Fehlerinformationen sowie Sensordaten werden pluginbasiert integriert. Aufgabe dieser Plugins ist die Transcodierung der Kommunikation mit dem PLS. Hierbei werden die Anfragen des Assistenzsystems in entsprechende PLS-spezifische Anfragen übersetzt und Antworten in ein Zwischenformat des Assistenzsystems überführt. Ziel ist hierbei, dass die Kernfunktionen des Servers sowie des Assistenzsystems auf einem einheitlichen Datenformat agieren und der Aufwand zur Implementierung einer Datenanbindung minimiert wird. Die Anbindung des so entwickelten Assistenzsystems ist somit PLS unabhängig und kann auch

direkt mit SPS oder einfachen Netzwerkservern (TCP) erfolgen.

6 Anwendung auf mobile Prozessanlagen zur Gasdruckregelung

Das Aufstellen der Anforderungen sowie die Evaluierung des Assistenzsystems in der Praxis erfolgt parallel in verschiedenen Anwendungsszenarien und -branchen durch die Firmen IPT Pergande GmbH, Robeta-Holz OHG, die Mitteldeutsches Bitumenwerk GmbH sowie die CeH4 technologies GmbH.

Durch die Anforderungen aus unterschiedlichen Anwendungsgebieten sollen die allgemein notwendigen Module für das Assistenzsystem sowie die Anforderungen an die Datenhaltung und insbesondere an die Rückwirkungen von Instandhaltungstätigkeiten auf die Stücklisten (MBOM, SBOM) berücksichtigt werden. Durch die parallele Evaluierung wird die Flexibilität des Gesamtsystems gewährleistet.

6.1 Anforderungen im Bereich mobiler Anlagen zur Gasdruckregelung

Die CeH4 technologies GmbH vermietet mobile Anlagen zur Gasdruckregelung und bietet daneben auch das Engineering, den Bau und den Service rund um Gasdruckregelanlagen an. Diese mobilen Anlagen sind im bestimmten Rahmen frei konfigurierbar und werden vor jedem Einsatz kundenspezifisch vorbereitet. Für die Nachvollziehbarkeit werden bei CeH4 sehr detaillierte Stücklisten geführt. Jede Anpassung der Anlage wird somit auch von der Stückliste (BOM) wiedergespiegelt.

Wenn bei diesen mobilen Anlagen eine Störung beim Kunden eintritt, kommissioniert ein Instandhalter alle erforderlichen Ersatzteile für seinen Werkzeugwagen und unterstützt den Kunden vor Ort. Hier muss der Instandhalter den Normalbetrieb der Anlage möglichst schnell wieder gewährleisten. Der Zugriff auf die Anlagendokumentation ist vor Ort jedoch nur sehr beschränkt möglich. Zudem kann nur über das Leitsystem auf Anlagendaten zugegriffen werden. Das Nachvollziehen der Ereignisse, die zur Störung führen, ist kaum möglich.

Nach einem Einsatz beim Kunden wird die Anlage regulär gewartet. Hierbei werden neben den digitalen Fehlern auch Schäden durch Sichtprüfung ermittelt, die ggf. dem Kunden in Rechnung zu stellen und daher gründlich zu dokumentieren sind. Des Weiteren muss eine Instandhaltungsliste für die Koordination der Instandhaltungstätigkeiten vor dem nächsten Einsatz erstellt werden.

Der hier ansatzweise beschriebene Vorgang zeigt die erforderliche Flexibilität, die von Instandhaltern gefordert wird, sowie den Bedarf, Anlageninformationen ebenso flexibel zur Verfügung zu stellen und alle Tätigkeiten, wie gefordert, zu dokumentieren. Die Dokumentation ist hierbei nicht nur für das interne Nachvollziehen sondern

vielmehr als Nachweis gegenüber dem Kunden und den zuständigen Behörden bei der jeweils erforderlichen Abnahme notwendig. Bei Übergabe der Anlage an den Kunden wäre daher ein Zugriff auf die erstellten Dokumentationen vor Ort wünschenswert, um insbesondere bei Nachfragen auch ad hoc lückenlos nachweisfähig zu sein.

6.2 Assistenz für mobile Anlagen

Im Anwendungsfall von CeH4 besteht eine hohe Anforderung, auf Anlagendokumente gezielt zuzugreifen (Auslöser Komponenteninformation). PDM Systeme verwalten jedoch Dokumente anhand der Artikelnummer und nicht über die Betriebsmittelkennzeichnung (BMK, TAG oder KKS). PDM-Systeme unterscheiden nicht zwischen einer gleichen Anlagenkomponente die mehrfach in einer Anlage verbaut ist. Im Betrieb sind jedoch betriebsbezogene Dokumentationen stets auf die individuelle Komponente am Verbauungsort bezogen (Prüfzeugnisse, Abnahmebescheinigungen usw.). Im Projekt wird daher eine Methode entwickelt, um Dokumente BOM-treu und für die verschiedenen Instanzen einer Komponente zu erfassen.

Das Assistenzsystem soll beispielsweise bei Wartung und Kommissionierung den Instandhalter durch eine Vollständigkeitsprüfung assistieren. Checklisten (Handlungsempfehlung) können hierbei dynamisch aus den Bestands- und Konfigurationslisten der Anlage erstellt werden. Der Instandhalter bestätigt bei der Kommissionierung die Tätigkeit, erhält Zugriff auf noch offene Posten und die bestätigten Tätigkeiten werden protokolliert. Bei einer Prüfung oder Wartung muss bei einem vorliegenden Mangel eine Mangelbewertung vorgenommen werden und es können optional Textinformationen oder Fotos für eine detailliertere Beschreibung hinterlegt werden. Diese Daten dienen dann als Grundlage zur Generierung des Prüfprotokolls, das dann vom Mitarbeiter erweitert werden kann (Dokumentation).

Bei digitalen Fehlern soll das Assistenzsystem den Zugriff auf Sensordaten und Fehlermeldungen ermöglichen (Abschnitt 5.2). Zu jedem Fehler sollen optional Handlungsempfehlungen hinterlegt werden, die dem Instandhalter mögliche Lösungen für diesen Fehler anbieten. Auch hier hat der Instandhalter die Möglichkeit, zum Fehler selbst oder zu Komponenten während der Fehlerbehebung zusätzliche Text- oder Bildinformationen zu erfassen, die dann wieder als Basis zur Erweiterung der Handlungsempfehlungen und der Dokumentation dienen.

7 Zusammenfassung

Es besteht in der der Prozessindustrie sowie in der klassisch fertigen Industrie ein hoher Bedarf nach Assistenzsystemen. Insbesondere bei KMU besteht zunächst

ein hoher Bedarf nach Assistenzsystemen mit einfachen Grundfunktionen von Wissensdatenbanken, der Dokumentation von Wissen oder von Systemen zur Teilautomatisierung des Dokumentationsaufwandes. Durch Industrie 4.0 erhöht sich der Druck eines effizienten Anlagenbetriebes nochmals. Durch Assistenzsysteme können Instandhalter auch die steigenden Anforderungen und Komplexitäten durch Industrie 4.0 bewältigen. CPPSprocessAssist befindet sich noch in der Startphase und adressiert als eines der ersten Projekte direkt die Prozessindustrie 4.0. Basierend auf der Anforderungsanalyse konnte ein fundiertes Konzept für weit verbreitete Assistenzfunktionen aufgestellt werden. Das Assistenzsystem ist hierbei keine isolierte Softwarelösung sondern ein Systemansatz einer verteilten IT-Infrastruktur aus Planungssystemen, PDM-Systemen sowie einer Anbindung an vorhandene PLS.

Bei der Evaluierung der Prototypen in den exemplarischen Anwendungsgebieten um den Nutzen des Systems auf die Instandhaltung zu quantifizieren. Das Einführen eines Assistenzsystems führt zudem zu einer Veränderung gewachsener Arbeitsabläufe. Es sollen daher erste Erfahrungen für eine perspektivische Einführungsstrategie gesammelt werden wie die aufeinander aufbauenden Prototypen akzeptiert werden.

8 Literatur

- [1] V. D. I. „Thesen und Handlungsfelder: Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation,“ VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 2013.
- [2] B. Vogel-Heuser, „Cyber-Physical Systems - Herausforderungen für die Produktion?,“ in *Erhöhte Verfügbarkeit und transparente Produktion*, Technische Universität München, 2011, pp. 1-5.
- [3] N. Malanowski und J. C. Brandt, „Innovations- und Effizienzsprünge in der chemischen Industrie?,“ VDI Technologiezentrum, 2014.
- [4] D. Benyon, *Designing Interactive Systems: A comprehensive Guide to HCI and interaction design*, Addison Wesley, 2010.
- [5] VDMA, „Leitfaden Industrie 4.0 - Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand,“ VDMA-Verlag, 2015.

9 Fördervermerk

Dieser Betrag wurde durch das Bildungsministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Projektes CPPSprocessAssist (FKZ 02P14B084) gefördert.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung