

Intelligente Bereitstellung technischer Anlagen-Dokumentation

Stefan MAGERSTEDT¹, André BARTHELMEY², Kay LENKENHOFF³,
Kai LEMMERZ³, Jochen DEUSE², Bernd KUHLENKÖTTER³

¹ KHS GmbH

Juchostraße 20, D-44143 Dortmund

E-Mail: stefan.magerstedt@khs.com

² Institut für Produktionssysteme (IPS), Technische Universität Dortmund,
Leonhard-Euler-Str. 5, 44227 Dortmund

³ Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS), Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstr. 150, D-44801 Bochum

Kurzfassung: In Zeiten des globalen Wettbewerbsdrucks und zunehmender Vernetzung von Industrieanlagen wächst der Stellenwert von Instandhaltungsprozessen stetig an. Die digitale Integration technischer Anlagen-dokumentation in Planung, Schulung und Durchführung von Instandhaltungsprozessen birgt große Potentiale für die Steigerung der Anlagenverfügbarkeit. Im Verbundforschungsprojekt Cyber System Connector wird eine Referenzarchitektur für die intelligente Erstellung und Nutzung technischer Dokumentation entwickelt. Dieses Paper beschreibt den aktuellen Stand dieser Entwicklung, mit Fokus auf dem Aspekt der situationsbezogenen Bereitstellung von Dokumentationsinhalten in der Instandhaltung. Vor diesem Hintergrund werden sowohl organisatorische, als auch technische Anforderungen an die Bereitstellungskonzepte sowie Lösungsszenarien erläutert.

Schlüsselwörter: Technische Dokumentation, Instandhaltung, Benutzerschnittstelle, situationsbezogen, dezentral

1. Motivation

Maschinen- und Anlagen für hochautomatisierte Produktionsprozesse gehen einher mit hohen Investitionskosten (Storr 2001). Der wirtschaftliche Betrieb ist im internationalen Vergleich daher nur durch eine hohe Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten. Durch die Vermeidung von Stillständen durch effiziente vorbeugende Instandhaltung, wird ein wichtiger Beitrag zum Unternehmenserfolg geleistet. Doch insbesondere für Sondermaschinen ist die technische Dokumentation und damit das Instandhaltungs-Know-how in der Regel nicht auf dem neusten Stand. Gleichzeitig müssen Betreiber ihre Mitarbeiter durch Trainings und Schulungen aus- und weiterbilden, um Instandhaltungsprozesse effizient umzusetzen. Diese erfolgen allerdings in vielen Betrieben nur selten oder wenig aufklärend. Hieraus resultieren neben vermeidbaren Systemausfällen und Stillständen hohe Reparaturkosten für betroffene Unternehmen. Neue Innovationen im Rahmen von Industrie 4.0 bieten Chancen für neue effiziente Formen des Wissensmanagements für die situationsbezogene Informationsbereitstellung sowie für wirksame Schulungskonzepte. Dieser Beitrag beschreibt die Anforderungen an die Bereitstellung technischer Dokumentationsinhalte im produzierenden Umfeld und diskutiert aktuelle Lösungsansätze.

2. Forschungsprojekt Cyber System Connector (CSC)

Aufgrund des hohen Erstellungsaufwandes bei gleichzeitig geringem Zusatznutzen, neben der Erfüllung von Gewährleistungsanforderungen, bildet technische Anlagendokumentation heute einen kritischen Prozess der Produktentwicklung. Durch eindeutige Bauteil- und Konfigurationsidentifikation innerhalb einer smarten Fabrik sind drei wesentliche Innovationen für technische Dokumentation denkbar:

- Automatisierte Dokumentationserstellung in der Produktentstehung
- Automatische Anpassung technischer Anlagendokumentation infolge von Änderungsprozessen an der Anlage (jederzeit aktuelle Dokumentation)
- Situations- und personenbezogene Bereitstellung von Dokumentationsinhalten über den gesamten Produktlebenszyklus

Um diese Entwicklung sowie eine vollständige gesetzliche Absicherung für Anlagenhersteller voranzutreiben, kollaborieren verschiedene deutsche Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus mit IT-Service-Anbietern und Forschungseinrichtungen im Verbundprojekt "Cyber System Connector (CSC)". Die Leitung und Koordination des Konsortiums innerhalb des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes obliegt der KHS GmbH.

Zur Realisierung einer automatischen Dokumentationserstellung wird im Projekt eine neue Dokumentationsstruktur entwickelt. Diese erlaubt die Verbindung technischer Dokumentation mit der zugehörigen Komponentenstruktur als virtuelles Abbild eines Anlagenteils im XML-Format Automation ML (AML) (IEC 62714-1) (Barthelme 2015). Zur automatischen Anpassung technischer Dokumentation an reale Änderungen der Anlage wird im CSC-Projekt aktuell eine ereignisgesteuerte Softwarearchitektur implementiert. Mit dieser können sich Anlagenkomponenten, als cyber-physische Systeme, selbständig anmelden und ihr virtuelles Teilabbild bereitstellen. Die Verbindung zwischen den verschiedenen Teilabbildern wird dabei mit den Kommunikationsprotokollen OPC Unified Architecture (OPC UA) und Message Queue Telemetry Transport (MQTT) hergestellt (Lenkenhoff 2016). Das daraus resultierende virtuelle Abbild der Gesamtanlage bündelt die Gesamtdokumentation sowie das gesamte Instandhaltungswissen. Eine in C# implementierte Klassenbibliothek dient der Initialisierung und der Informationsbereitstellung, ebenso wie der Modifikation der Dokumentation aufgrund von Änderungen im realen Umfeld (Lemmerz 2016).

Mit diesem Ansatz wird sowohl die Erstellung als auch die Aktualisierung technischer Anlagendokumentation an die heutigen industriellen Anforderungen angepasst. Die beschriebene Architektur bildet damit die Basis für aktuelle Dokumentationsinhalte, die dem Anwender über das Bereitstellungskonzept, das im folgenden Kapitel beschrieben wird, intelligent vermittelt werden.

3. Anforderungen an das Bereitstellungskonzept

Aufgrund fehlender industrieller Standards werden von Anlagenherstellern im Dokumentationsumfeld viele individuelle Insellösungen angeboten. Eine Bildung von industriellen Standards für die benutzerorientierte Bereitstellung von Dokumentati-

onsinhalten ist nicht abzusehen. In diesem Abschnitt werden daher die für das Bereitstellungskonzept relevanten Anforderungen aus den Anwenderrollen, aktuellen Dokumentationstypen und Benutzerschnittstellen dargestellt.

3.1 Anwenderrollen

Für die anwendungsbezogene Bereitstellung von Informationen ist insbesondere die Rolle des Anwenders entscheidend, da bereits die Art der Anwendung, Benutzerrechte und die Qualifizierung daraus hervorgehen. Service- oder Vertriebsmitarbeiter der Anlagenhersteller benötigen bspw. aktuelle Dokumentationsinhalte, um die Vorbereitung und Planung von Serviceeinsätzen oder Folgeaufträgen zu erleichtern. Anlagenbediener, Einrichter oder Instandhaltungspersonal dagegen benötigen eine effektive Anleitung komplexer Tätigkeiten direkt an der Anlage, die der Bedienung, dem Rüsten oder der Instandhaltung dienen. Ferner muss diese Anwendergruppe in der Ausführung der jeweiligen Tätigkeit geschult werden.

Zusätzlich zur Anwenderrolle, entstehen Anforderungen durch die individuellen Fähigkeiten der handelnden Person. Dokumentationsinhalte müssen demnach nicht nur auf die Tätigkeit, sondern darüber hinaus auf das Persönlichkeitsprofil (z.B. Vorbildung, Sprache) des jeweiligen Anwenders zugeschnitten werden.

3.2 Neue Dokumentationstypen

Die lineare und sehr umfangreiche Betriebsanleitung bildet zwar, u.a. aufgrund rechtlicher Bestimmungen (Maschinenrichtlinie 2006/42/EG), weiterhin einen wichtigen Bestandteil der Gesamtanlagendokumentation, sie wird jedoch nur selten von den in Absatz 3.1 beschriebenen Anwendern herangezogen. Der Verwendung neuer Dokumentationstypen werden insbesondere für die Instandhaltung, aber auch für das Rüsten, die Personaleinsatzplanung, die Materialbereitstellung und die Mitarbeiterbefähigung große Potentiale zugeschrieben. Dokumentationstypen werden definiert als die formale Beschreibung des Aufbaus eines Dokumentationsausgabeformats für verschiedene Zwecke und Zielgruppen (Schlagowski 2013). Vorteile neuer Dokumentationstypen sind bspw. Datenaktualität, -verteilbarkeit, -auffindbarkeit, und -transformierbarkeit. Für situationsbezogene Bereitstellung von Dokumentationsinhalten im industriellen Umfeld werden die folgenden Dokumentationstypen als zielführend erachtet.

Standard Operating Procedures (SOP) sind Ablaufbeschreibungen für Maschinenbediener, die über normale Arbeitsanweisungen hinausgehen und einem definierten, formalen Muster folgen. Diese werden insbesondere für kritische oder gefährdende Prozesse festgelegt und umfassen neben der Beschreibung von Abläufen, die Beschreibung für die Prüfung der Ergebnisse und deren Dokumentation.

One Point Lesson (OPL) zeigen alle Informationen, die bspw. für eine Wartungstätigkeit beachtet werden müssen, auf einer einzigen Seite an. In der Regel wird dies anhand einer Grafik mit Zusatzinformationen und begleitendem Text umgesetzt. Es empfiehlt sich, diese Art der Dokumentation direkt am Ort der Tätigkeitsausübung anzuzeigen.

Hypervideos verknüpfen audiovisuelle Medien mit interaktivem Lernen. Die Videos beinhalten interaktive Arbeitseinweisung, bestehend aus kurzen miteinander verlinkten Videosequenzen. Sie können direkt zum Handeln anleiten, Anwendungsfälle trainieren oder komplexes Wissen bspw. durch 3D Animationen integrieren. Ein Zugriff auf Zusatzmaterialien wird durch Verlinkungen ermöglicht (Zahn 2012). Diese Art der

Dokumentation muss am Ort der Tätigkeitsausübung (bspw. Arbeitsplatz) abrufbar sein.

In Kombination mit diesen Dokumentationstypen bietet außerdem die Visualisierungstechnik Augmented Reality (AR) großes Potential. Dokumentationsdarstellung als AR im industriellen Umfeld ist in Störkle 2015 und Magerstedt 2015 beschrieben.

3.3 Anforderungen an Ausgabemedien

Die Schnittstelle zwischen dem virtuellen Abbild des CSC und dem Anwender muss unterschiedlichen Gegebenheiten gerecht werden. So ist eine einzelne Ausgabeform wie das gedruckte Papierdokument nicht mehr in allen Situationen zeitgemäß. Hingegen können auch nicht alle neuartigen Darstellungsmöglichkeiten direkt genutzt werden, da insbesondere die Einführung von neuen Technologien in bestehende Industrieanlagen auf verschiedene Herausforderungen in Bezug auf Robustheit oder Langlebigkeit stoßen, welche nicht mit allen im Consumer-Sektor erprobten Technologien vereinbar sind. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Ausgabegeräte zur Benutzerschnittstelle aufgeführt und deren Nutzen und Nachteile aufgeführt.

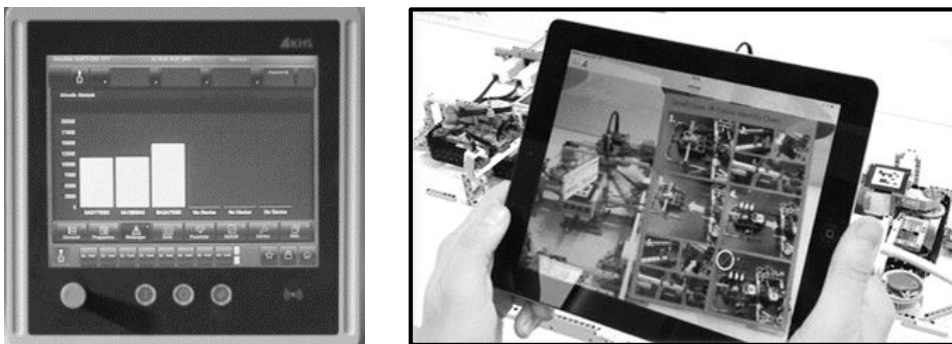


Abbildung 1: Verschleißteillaufzeiten auf einem Human Machine Interface (HMI) der KHS GmbH und SOP „Umbauanleitung“ als Augmented Reality am Messedemonstrator

Die klassischen PCs oder die oft anzutreffenden Notebooks sind sehr leistungsfähig und können die CAD-Abbilder der aktuellen Anlagenstruktur darstellen. Planungen von Umbauten, Remote-Maintenance oder das Erstellen von Referenzanlagen sind nur einige der Vorteile dieser Medien. Sie sind allerdings ortsfest oder stark ortsgelunden, schwer, selten robust und somit für die Instandhaltung ungeeignet.

In direkter Nähe zur Maschine wird daher üblicherweise ein Bedienterminal (Human Machine Interface HMI) verwendet, über das sich die Maschine steuern und Instandhaltungsparameter abfragen lässt. Die Schnittstelle ist sehr robust und im Industriealltag erprobt, die Anzeige beschränkt sich auf das aktuell Notwendige und stellt sicher, dass keine parallele Bearbeitung stattfindet. Da ein HMI normalerweise ortsfest an einer Maschine angebracht ist, kann dies nicht bei Instandhaltungsarbeiten verwendet werden.

Bei Tablet-PCs können die Instandhaltungsanweisungen kontextbezogen dargestellt werden, so lassen sich mithilfe von AR auch zusätzliche Informationen einblenden. Notwendige Ersatzteile werden direkt in einen virtuellen Einkaufskorb übernommen und für die Bestellung elektronisch übertragen. Da die Hände zum Tragen

und für die Bedienung des Tablets erforderlich sind, ist eine gleichzeitige Wartung der Maschine nicht möglich.

Freihändige Informationsübermittlung und auch Spracherkennung liefern Datenbrillen, welche durch Einblendung relevanter Informationen für die Wartungstätigkeit im Gesichtsfeld einen hohen Nutzwert liefern. Arbeiten können mit Absicherung der Arbeitsausführung und mit minimalem Bedienungsaufwand durchgeführt werden.

3.4 Bereitstellungskonzept des Cyber System Connectors

Basierend auf den Betrachtungen der vorherigen Abschnitte wird im Projekt CSC die anwenderorientierte und situationsbezogene Bereitstellung der jeweiligen Dokumentationstypen auf den korrespondierenden Ausgabemedien realisiert. Abbildung 2 verdeutlicht das Bereitstellungskonzept anhand der erforderlichen Kombination von Dokumentationstyp und Ausgabemedium gemäß der Anwenderrolle.

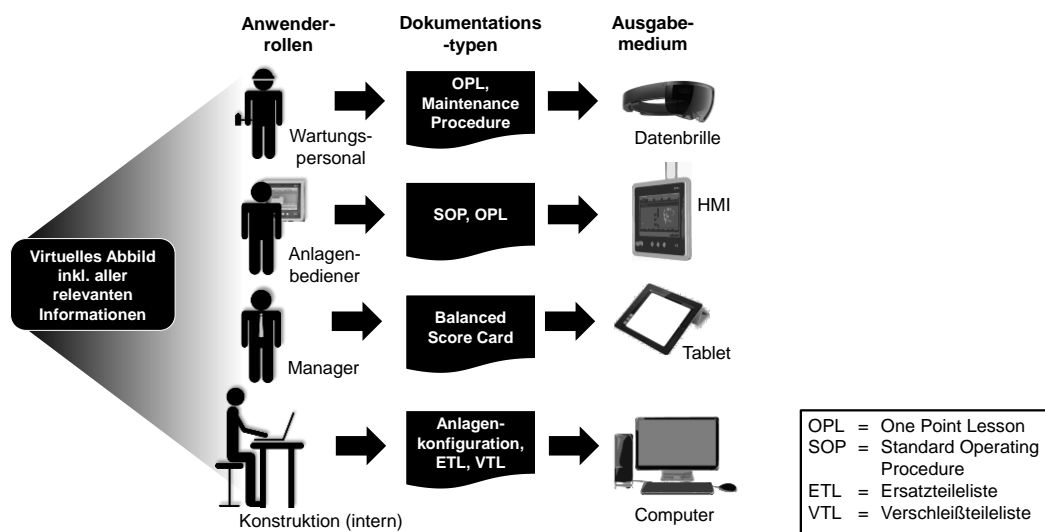


Abbildung 2: Anwenderorientierte und situationsbezogene Bereitstellung von Dokumentationsinhalten an entsprechenden Ausgabemedien

Die Grundlage für dieses Konzept bildet das virtuelle Abbild in AML, das mithilfe der in 2.1 und 2.2 beschriebenen Architektur der aktuellen Anlagenkonfiguration angepasst wird. Um aus der AML Struktur die Anlagendokumentation intelligent bereitzustellen, werden standardisierte Auszeichnungssprachen verwendet. Für die Transformation der hinterlegten Daten wird die XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformation) angewendet. Diese erfolgt gemäß der Formatanforderung (z.B. HTML = HyperText Markup Language, pdf) der Anwenderrolle und des benötigten Ausgabemediums (z.B. Tablet, AR-Brille) sowie der Designanforderungen (z.B. CSS= Cascading Style Sheets).

4. Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag beschreibt Anforderungen und Technologien für die Ausgestaltung anwenderorientierter Dokumentationsbereitstellung. Es werden verschiedene industrielle und informationstechnische Standards zu einem Bereitstellungskonzept integriert um eine Visualisierung klassischer und neuer Dokumentationstypen auf erprobten Ausgabemedien, wie HMI oder Tablet umzusetzen. Unter Verwendung von

gebräuchlichen Schnittstellen wird außerdem die Anbindung an die dargestellte Referenzarchitektur möglich.

Sobald die initiale Dokumentationserstellung einzelner Komponenten einem Standard für Datenstrukturierung in AML folgt und darüber hinaus über bspw. Metadaten eine Rollen- sowie eine Dokumentationsstypenzuordnung gelingt, ist eine Implementierung intelligenter technischer Dokumentationserstellung und –nutzung möglich. Zukünftig müssen daher für diese Typen XML-Vorgaben (DTD = Document Type Definition) zur Festlegung der Dokumentationsstypenstruktur entwickelt werden. Weitere Potentiale können mit der vollständigen Integration von AR in die Referenzarchitektur erschlossen werden.

5. Förderhinweis

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

6. Literatur

- Barthelmey A, Lemmerz K, Lenkenhoff K, Brambach T, Nuding W, Deuse J, Kuhlenkötter B (2015) Technische Dokumentation in AutomationML - Einbindung der technischen Redaktion in den Produktentstehungsprozess von Maschinen und Anlagen. wt Werkstatttechnik online. 105 (11-12).
- IEC 62714-1 (2014-06) Ed. 1.0 Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering - Automation markup language - Part 1: Architecture and general requirements
- Lemmerz K, Barthelmey A, Lenkenhoff K, Kuhlenkötter B, Deuse J (2016) Design and functionality of an engine adapting virtual plant representations. 6th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems.
- Lenkenhoff K, Barthelmey A, Lemmerz K, Kuhlenkötter B, Deuse J (2016) Communication architecture for automatic plant documentation updates. 6th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems.
- Magerstedt S, Störkle D, Barthelmey A, Deuse J, Kuhlenkötter B (2015) Wissenschafts- und Industrieforum Intelligente Technische Systeme. 10. Paderborner Workshop „Entwurf mechatronischer Systeme“
- Schlagowski H (2013) Technische Dokumentation im Maschinen- und Anlagenbau; Anforderungen. Beuth, Berlin, Wien, Zürich.
- Storr A, Dreyer J (2001) Informationsmodellierung für die technische Dokumentation. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, (10).
- Zahn C (2012) Wissenskommunikation mit Hypervideos. In: Internationale Hochschulschriften, Band 412. Münster: Waxmann Verlag.