

Virtuelle Benutzungsschnittstellen auf Basis semantischer Modelle zur vereinfachten Anlageninteraktion

Max Birtel¹, Fabian Quint², Martin Ruskowski²

Technologie-Initiative SmartFactory^{KL} e.V.¹

Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz, Innovative Fabriksysteme²

Zusammenfassung

Die fortschreitende Digitalisierung der Industrie erlaubt es, Prozessdaten in einem wesentlich größeren Umfang zu sammeln und auszuwerten. Gleichzeitig werden Anlagenstrukturen wesentlich flexibler, wodurch sie sich besser den Marktanforderungen anpassen können. Durch die Vielzahl von möglichen Anlagenkonfigurationen steigt jedoch auch die Komplexität für den Bediener. Die heutzutage in der Praxis vorzufindenden, starren Benutzungsschnittstellen sind deshalb hinsichtlich Bedienerfreundlichkeit für zukünftige Anlagenstrukturen unzureichend. Auf der anderen Seite stehen neue visuelle Technologien wie Augmented Reality und neuartige Endgeräte, die eine reichhaltigere Interaktion, beispielsweise über Gestensteuerung, ermöglichen, zur Verfügung. Ziel des hier vorgestellten Konzepts ist es eine technologische Basis zu bieten um die Frage, wie Benutzungsschnittstellen auf AR-fähigen Endgeräten mit integrierter Gestensteuerung in CPS-basierten Produktionsumgebungen gestaltet sein müssen, um Vorteile gegenüber heutigen Lösungen zu erbringen, erforschen zu können.

1 Einleitung

Im aktuellen Kontext der Digitalisierung stellt das Thema der Vernetzung von Produktionsanlagen eines der Schwerpunkte dar. Mit der vertikalen Vernetzung als Basis wird eine bessere Zustandsüberwachung der Produktionsressourcen, Analysemöglichkeiten und schlussendlich eine flexiblere und effizientere Produktion verfolgt. Dies lässt sich auch daran erkennen, dass zunehmend Bestandsanlagen nachträglich aufgerüstet werden (Retrofitting), um vernetzt werden zu können. Unternehmen verstehen die Dringlichkeit der Vernetzung und investieren in diesem Bereich, jedoch häufiger auf einer technischen Ebene, die den Mitarbeiter auf dem Shopfloor nicht einbezieht. Insbesondere die Vernetzung zu übergeordneten Systemen (z. B. Cloud) ist häufig auf eine jeweilige Anwendung zugeschnitten, sodass eine Nutzung nur in diesem Kontext möglich ist und keine universell einsetzbaren Schnittstellen

resultieren. Ein wesentlicher Grund dafür kann u.a. in einer unzureichenden (semantischen) Informationsmodellierung gesehen werden. Bestehende Aktivitäten wie die RAMI 4.0 Verwaltungsschale befassen sich bereits mit der Ausgestaltung universeller Schnittstellen zum Datenaustausch (Marseu et al., 2017). Sie berücksichtigen allerdings nicht die semantische Beschreibung von Benutzungsschnittstellen, sondern fokussieren primär den Austausch von Maschinen- und Engineering-Daten.

Aus den steigenden Produkthanforderungen und den gleichzeitig bestehenden betriebswirtschaftlichen Notwendigkeiten, werden flexiblere Produktionsanlagen benötigt, die eine erhöhte Variantenvielfalt fertigen können (Kagermann et al., 2013). Durch die Kapselung von Funktionalitäten einzelner Fertigungsschritte in modularen Einheiten (siehe z. B. Industrie 4.0 Anlage der SmartFactoryKL¹) ist man in der Lage eine höhere Flexibilität der Produktionslinie zu schaffen. Damit die geforderte Flexibilität erreicht werden kann, sind zukünftige Fertigungsanlagen zunehmend durch solch einen modularen Aufbau geprägt. Um aus Sicht des Fachpersonals mit flexibler werdenden Anlagen intuitiv interagieren zu können, sind innovative Ansätze zur vereinfachten Anlageninteraktion zwingend notwendig. Hierfür muss dem Bediener ein passendes, vielseitig einsetzbares „Werkzeug“ bereitgestellt werden, so dass dieser die Vielzahl der Einstellungsoptionen flexiblerer Anlagenstrukturen im regulären Arbeitskontext praktikabel nutzen kann.

2 Stand der Technik

Die Planung neuartiger, flexibler und modularer Anlagen ist zu einem interdisziplinärem Planungsprozess geworden, an dem Fachleute für Elektronik, Mechanik und Informatik beteiligt sind (Marseu et al., 2016). Betrachtet man jedoch die Bestandsanlagen in den heutigen Unternehmen, so sind diese selten an die Anforderungen von Industrie 4.0 (z. B. vertikale Vernetzung) angepasst. Industriestandard sind nach wie vor starre Produktionsmaschinen und -anlagen, die wenig Flexibilität erlauben. Hinzu kommen die fehlenden oder proprietären Schnittstellen der Maschinen, die eine Vernetzung nur sehr schwer ermöglichen. Um die Vernetzung zu gewährleisten, müssen diese Schnittstellen nach außen offen sein und den Datenaustausch ermöglichen. (Bürger & Tragl, 2017)

Vielfältige Konzepte zur Vernetzung von bestehenden Anlagen und Maschinen (zu Cyber-Physischen Produktionssystemen) sind bekannt (z. B. Schlechtendahl et al., 2015) und kommerzielle Komponenten zur Vernetzung von Bestandsanlagen sind bereits verfügbar (z. B. Gateways). Die dadurch verfügbaren Daten dienen primär zu Auswertungs- und Analyse-zwecken in übergeordneten IT-Systemen (z. B. Enterprise Resource Planning). Dem Mitarbeiter auf Shopfloor-Ebene werden die Maschinendaten selten zur Verfügung gestellt, obwohl diese für viele Tätigkeiten (z. B. Anlagenkonfiguration, Wartung) hilfreich sein könnten. Zukünftige Produktionsumgebungen werden vermehrt durch verteilte Komponenten geprägt, die aufgrund ihres beschränkten Umfangs an enthaltenen Funktionen ggf. nicht

¹ www.smartfactory.de

mehr mit einer eigenen Bedienoberfläche ausgestattet sind. Dennoch muss der Shopfloor-Mitarbeiter auch mit solchen Systemen interagieren können, insbesondere wenn diese aufgrund häufig ändernder Anforderungen angepasst werden müssen. Daher wird ein geeignetes Bediensystem benötigt, das es dem Mitarbeiter ermöglicht mit verteilten Komponenten zu interagieren.

Für eine unmittelbare Visualisierung auf Shopfloor Ebene bietet Augmented Reality (AR) einen vielversprechenden Ansatz. Diese erlaubt durch die visuelle Überlagerung einen direkten Bezug zur realen Umwelt, bietet durch die fortgeschrittenen Software-Frameworks eine solide Basis und lässt sich durch die zunehmende Anzahl verfügbarer Endgeräte in die Praxis transferieren. Evaluationen von AR gegenüber anderen Darstellungsarten zeigten, bspw. bei der Darstellung von Montagetätigkeiten, Verbesserungen hinsichtlich Fehlerrate und Geschwindigkeit (Loch et al., 2016). Zwar existieren industrielle AR-Anwendungen in einzelnen Unternehmen für bestimmte Anwendungsfälle, jedoch haben diese gemein, dass umfangreiches Wissen der Mitarbeiter zur Erstellung der Inhalte benötigt wird. In diesem Zusammenhang kann der Aufwand zur Aktualisierung der AR-Inhalte Unternehmen vor eine hohe zeitliche Belastung stellen (Dengel, 2016). Bisherige Anwendungen sind auf einen konkreten Einsatzkontext zugeschnitten wodurch AR nicht als flexibles, universelles Werkzeug eingesetzt wird. Um den Aufwand zur Erstellung von AR-Inhalten zu verringern, bietet es sich an die Informationen in einer Form bereitzustellen, die maschinell interpretiert und automatisch in eine AR-Anzeige umgewandelt werden kann. Eine Grundlage stellen z. B. semantische Informationsmodelle dar (Matuszka, 2013).

Diese agieren als Interlingua und werden in der Automatisierungstechnik primär im Bereich der Maschinenkommunikation eingesetzt. Heterogene Daten müssen integriert und interpretiert werden können. Um ein einheitliches Verständnis zu schaffen, ist es zwingend nötig das Vokabular der jeweiligen Teilbereiche und Anwendungsdomänen aufeinander abbilden zu können. Für vereinzelt Branchen wird dies mit dem Kommunikationsprotokoll OPC UA ausgearbeitet².

Erste Ansätze beschäftigen sich mit der Nutzung semantischer Informationsmodelle zur Mensch-Maschine-Interaktion. Beispielsweise zeigen (Abramovici et al., 2017) ein Informationsmodell, welches die Informationen verschiedener IoT-Sensoren kategorisiert und je nach Arbeitsschritt dem Mitarbeiter AR-Anzeigen für den Wartungsfall darstellt. In (Hervás et al., 2013) werden gesammelte Daten in einer Cloud verarbeitet und mit Hilfe von semantischen Webtechnologien kontextabhängig Informationen mittels AR dargestellt. Es bestehen somit erste Ansätze, wie mit Hilfe von Semantik Informationen universell dargestellt werden können. Allerdings fehlt es bislang an Anwendungen, die eine umfangreichere Interaktion (insbesondere eine Anlagenbedienung) fokussieren.

² <http://www.euomap.org/about-us/news/euomap-77-opc-ua-based-data-exchange-injection-moulding-machines>

3 Konzept

Aufbauend auf dem Stand der Technik, werden im Folgenden Anforderungen für die Bedienung zukünftiger verteilter Produktionsstrukturen gesammelt. Anschließend wird ein Konzept vorgestellt, das diese Anforderungen mit verfügbaren Ansätzen und Technologien versucht zu adressieren. Zum Schluss wird es anhand eines beispielhaften Anwendungsfalls verdeutlicht sowie die erhofften Mehrwerte aufgezeigt.

Das zu entwickelnde Konzept soll ...

- ...eine intuitive Bedienung von verteilten Produktionsressourcen ermöglichen, die ggf. über kein eigenes Bediensystem verfügen. Es soll außerdem im regulären Arbeitskontext, d. h. direkt vor Ort, praktikabel nutzbar sein. Der Nutzer soll stets einen klaren Bezug zur Ressource erkennen können, mit der er interagiert.
- ...universell für verschiedene Arten von Produktionsressourcen nutzbar sein. Dies umfasst auch bestehende Anlagenstrukturen, die über Retrofitting Maßnahmen nachgerüstet wurden.
- ...mit Endgeräten realisiert werden, die bei anderen Arbeitsaufgaben nicht stören und über Interaktionsmodalitäten verfügen, die in industriellen Umgebungen nutzbar sind.

Daraus resultiert ein wie in Abbildung 1 dargestelltes Konzept, das auf der Darstellung von Benutzungsschnittstellen mittels AR basiert:

Die einzelnen Elemente der Benutzungsschnittstelle (z. B. Produktionsparameter) ergeben sich aus einem semantischen Informationsmodell, welches sich auf einem Gateway oder direkt auf den CPS befindet.

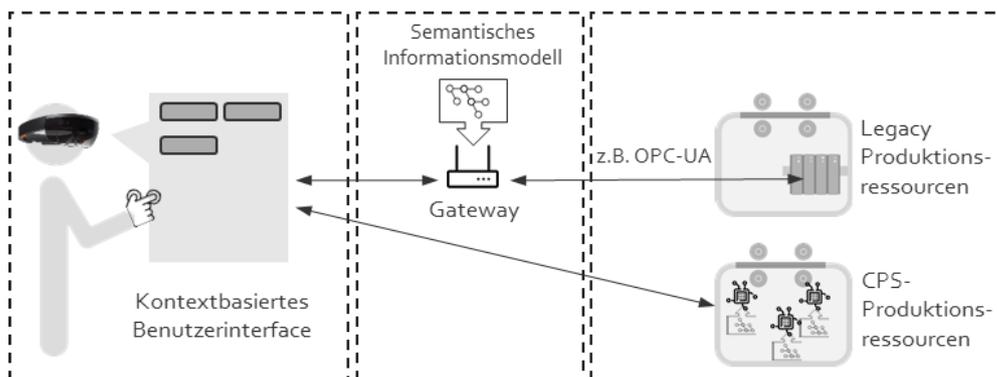


Abbildung 1: Konzept

Diese Elemente sind nicht nur lesend, sondern können durch den Nutzer verändert werden. Zur Darstellung werden neuartige AR-fähige Brillen (SmartGlasses) verwendet. Im

Vergleich zu anderen Endgeräten (z. B. Tablets) stören diese weniger (hands free) und die neusten Generationen (z. B. Microsoft Hololens³, Daqri SmartHelmet⁴) bieten außerdem eine integrierte Gestensteuerung, die auch mit Handschuhen nutzbar ist. Ein mögliches Anwendungsszenario ist in Abbildung 2 verdeutlicht und kann wie folgt aussehen: In einer Firma wurde die bestehende Produktionsanlage um Module erweitert, die die produzierbare Variantenvielfalt erhöhen. Die Module besitzen eine verteilte Steuerung auf Basis von CPS.

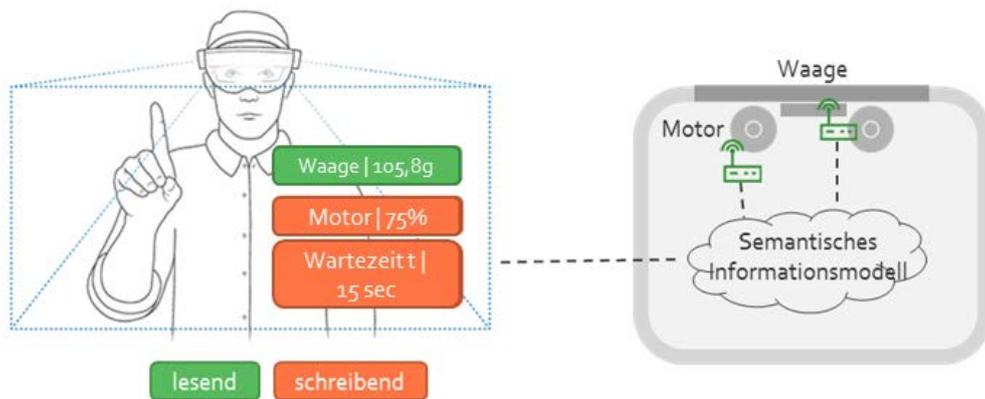


Abbildung 2: Beispielhafter Anwendungsfall für eine CPS-basierte Produktionsumgebung

Aufgrund der Umstellung auf eine andere Produktvariante muss der Mitarbeiter das neue Produktionsmodul anpassen. Hierzu greift er zu seiner SmartGlass, die durch ihre AR-Darstellung einen direkten Ortsbezug herstellen kann und die es ihm über die Gestensteuerung erlaubt, steuernd einzugreifen. Er zeigt auf die betreffende Produktionsressource (das Wägemodul), woraufhin dessen Bedienoberfläche angezeigt wird. Diese besteht aus fixen und veränderbaren Informationen. Er tippt auf die Schaltfläche und bekommt alle im semantischen Modell hinterlegten Informationen angezeigt. Er tippt auf den Button, passt den numerischen Wert durch Wischbewegungen an und speichert diesen neuen Wert. Im Gegensatz zu bestehenden Ansätzen kann er als geschulter Mitarbeiter der Fachabteilung die Aufgabe selbst durchführen und benötigt keinen Spezialisten mit Programmiererfahrung aus der Automatisierungstechnik.

³ <https://www.microsoft.com/de-de/store/d/microsoft-hololens-development-edition/8xf18pqz17ts/>

⁴ <https://daqri.com/products/smart-helmet/>

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem vorgestellten Konzept wurde eine technologische Basis zur Interaktion mit zukünftigen, verteilten und CPS-basierten Produktionsanlagen gelegt. Durch ein semantisches Informationsmodell an der jeweiligen Produktionsressource wird eine Benutzungsschnittstelle durch AR auf der SmartGlass angezeigt, mit der der Mitarbeiter über Gesten vor Ort unmittelbar mit der betreffenden Ressource interagieren kann. Durch die Kombination der Darstellung über AR, der Gestensteuerung und der universellen Anbindung an unterschiedlichste Produktionsressourcen auf Basis eines semantischen Informationsmodells werden durch diese neuartige Mensch-Maschine-Schnittstelle deutliche Mehrwerte erwartet.

Basierend darauf wird im nächsten Schritt die Frage untersucht werden, wie diese Benutzungsschnittstellen für die betrachtete Umgebung gestaltet sein müssen um Vorteile gegenüber heutigen Bedienkonzepten zu erbringen. Dazu ist eine praxisnahe Evaluation wünschenswert. Allerdings existieren derzeit noch keine realen CPS-basierten Produktionsanlagen, die dies erlauben. Des Weiteren gilt es zu untersuchen, inwieweit bestehende semantische Informationsmodelle für das Konzept geeignet sind oder Erweiterungen vorgenommen werden müssen.

5 Literaturverzeichnis

Abramovici, M.; Wolf, M.; Adwernat, S.; Neges, M. (2017): Context-aware Maintenance Support for Augmented Reality Assistance and Synchronous Multi-user Collaboration. In: *Procedia CIRP* 59, S. 18–22. DOI: 10.1016/j.procir.2016.09.042.

Bürger, T.; Tragl, K. (2017): SPS-Automatisierung mit den Technologien der IT-Welt verbinden. In: Birgit Vogel-Heuser, Thomas Bauernhansl und Michael ten Hompel (Hg.): *Handbuch Industrie 4.0 Bd.1*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 207–217.

Dengel, A. (Hg.) (2016): *Digital Co-Creation and Augmented Learning*: ACM.

Hervás R.; Bravo, J.; Fontecha, J.; Villareal, V. (2013): Achieving Adaptive Augmented Reality through Ontological Context-Awareness applied to AAL Scenarios. In: *Journal of Universal Computer Science* (vol. 19 no. 9), S. 1334–1349.

Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. (2013): *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftprojekt Industrie 4.0*. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie.

Loch, F.; Quint, F.; Brishtel, I. (2016): Comparing Video and Augmented Reality Assistance in Manual Assembly.

Marseu, E.; Kolberg, D.; Weyer, S. (2017): Exemplarische Übertragung der RAMI 4.0-Verwaltungsschale auf die SmartFactoryKL Systemarchitektur für Industrie 4.0-Produktionsanlagen. Whitepaper SF-2.1: 04/2017.

Marseu E.; Kolberg D.; Birtel M.; Zuehlke D. (2016): Interdisciplinary Engineering Methodology for changeable Cyber-Physical Production Systems. In: *IFAC Proceedings of the 12th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, Austin, TX, USA, December 5-7, 2016*.

Matuszka, T. (2013): Augmented Reality Supported by Semantic Web Technologies.

Schlechtendahl, Jan; Keinert, Matthias; Kretschmer, Felix; Lechler, Armin; Verl, Alexander (2015): Making existing production systems Industry 4.0-ready. In: *Prod. Eng. Res. Devel.* 9 (1), S. 143–148. DOI: 10.1007/s11740-014-0586-3.