

Aufbau einer Test- und Integrationsplattform zur Erprobung von Anwendungen der Industrie 4.0

Fabian Kott¹ und Jonas Kallisch¹

¹OFFIS – Institut für Informatik, Oldenburg, Deutschland;
fabian.kott@offis.de, jonas.kallisch@offis.de

Abstract. Dieses Paper beschreibt den Aufbau und die Potenziale der Test- und Integrationsplattform Industrie 4.0. Es werden der Aufbau sowie die anhand der Plattform untersuchten Forschungsfragen vorgestellt. Exemplarisch werden anhand der Softwarearchitektur die untersuchten Anwendungen der Industrie 4.0 gezeigt. Hierbei wird insbesondere die Steuerung der digitalen Fabrik, die Möglichkeiten der Kombination verschiedenster Technologien und die daraus resultierenden Implikationen beschrieben.

Keywords: digitale Fabrik, Industrie 4.0, OPC-UA, Verwaltungsschale, Asset Administration Shell

1 Einführung

Im Rahmen des Projektes IKIMUNI[1], zur Förderung der Digitalisierung in Unternehmen des Landes Niedersachsen, wird im Oldenburger Informatikinstitut OFFIS eine Test- und Integrationsplattform für Anwendungen der Industrie 4.0 (TIPI) aufgebaut. Die Anlage ermöglicht es kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) Einblicke und Potenziale von Elementen aus dem Bereich der Industrie 4.0 zu gewinnen.

Kern des Projekts ist eine vollständig vernetzten Testfabrik, die aus heterogenen Produktionsanlagen, diversen Sensoren, Aktuatoren, sowie einem Aufbau zur Erprobung von Mensch-Maschinen-Kooperationen. Durch Nutzung der Testfabrik können verschiedene Konstrukte und Forschungsfragen der Digitalisierung und Industrie 4.0 untersucht werden. Hierzu zählen zum Beispiel die Fragen welche Systeme zur Ortung innerhalb von Fabriken besonders geeignet sind, wie verschiedene Fertigungssteuerungsvarianten sich auf die Produktivität der Fertigung auswirken oder welche Chancen sich für KMU aus Entwicklungen wie OPC-UA, den digitalen Zwillingen oder der Verwaltungsschale ergeben.

Neben dem physikalischen Aufbau werden die Untersuchungen durch eine Simulationsumgebung unterstützt. Durch diese können die entwickelten Systeme auch im Umfeld einer größeren Fertigung getestet werden. Die Simulation kann außerdem eingesetzt werden um als Co-Simulation gemeinsam mit den realen Anlagen die Fertigung zu optimieren.

2 Aufbau der Test- und Integrationsplattform

In diesem Abschnitt wird der Aufbau der TIPI beschrieben. Es wird dabei zwischen dem physikalischen Aufbau und der untersuchten Softwaresysteme unterschieden. Zunächst werden im ersten Unterabschnitt der physikalische Aufbau der Anlage, sowie das umgesetzte Fertigungssystem beschrieben. Hierzu werden die eingesetzten Komponenten und Maschinen vorgestellt. Um die anhand der Anlage durchgeführten Tests und Forschungstätigkeiten vorzustellen wird, stellvertretend für alle Projekte, im zweiten Unterabschnitt die integrierte Adaptive Fertigungssteuerung beschrieben. Diese stellt eine dem Holonic Manufacturing[2] sehr ähnliche Strategie der Fertigungssteuerung dar, in welcher einige Technologien, unter anderem die durch die Plattform Industrie 4.0 entwickelte Asset Administration Shell (AAS)[3], kombiniert wurden, um eine deutlich flexiblere Fertigungssteuerung zu ermöglichen.

2.1 Physikalischer Aufbau

Eine schematische Ansicht und eine reale Aufnahme der Test- und Integrationsplattform (TIPI) ist in Abbildung 1 dargestellt. Alle Geräte der TIPI werden über einen mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) bestückten Verteilerschrank mit Energie versorgt. Hierdurch können alle Komponenten der Plattform separat über ein Bedienpanel aktiviert und deaktiviert werden. Durch verschiedene Stromzähler kann der Energiebedarf von einzelnen Bereichen der Anlage sowie der Gesamtbedarf der Anlage ermittelt werden.

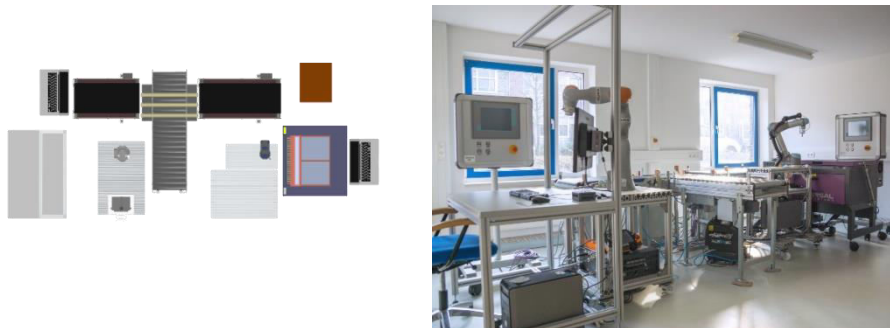


Abbildung 1 Darstellung des Aufbau der Test- und Integrationsplattform

Zur Fertigung von einzelnen Bauteilen stehen derzeit ein Lasercutter sowie ein 3D-Drucker bereit. Der Lasercutter vom Typ VLS4.60 besitzt einen CO₂-Laser mit einer Leistung von 60Watt, mit welchem verschiedene Holz und Plastikplatten bearbeitet werden. Über eine Absauganlage werden die hierbei entstehenden Dämpfe abgeleitet und gefiltert. Des Weiteren ist neben dem Lasercutter ein Lager für Rohmaterial und Verschnitt aufgebaut, an welchem ein UR5 Roboter montiert ist. Mithilfe von mehreren pneumatischen Greifern bestückt dieser den Lasercutter mit Rohmaterial und entnimmt gefertigte Werkstücke und Verschnitt. Als 3D-Drucker wurde ein

„Ultimaker 3“ ausgewählt, welcher durch den Dual-Extruder kompliziertere Bauteile sowie Bauteile mit verschiedenen Farben herstellen kann.

Für den Transport der Werkstücke stehen zwei Gurtförderer, ein Rollenförderband sowie ein Rollenförderband mit pneumatisch betriebener Weiche zur Verfügung. Über diese werden Kisten, in welchen die einzelnen Werkstücke gesammelt werden, zu den Arbeitsstationen transportiert. Befüllt bzw. entladen werden die Kisten mithilfe von Industrierobotern.

Die Montage der einzelnen Werkstücke geschieht an einem Handarbeitsplatz. An diesem ist ein IWA Industrieroboter der Firma KUKA montiert, welcher die Kisten mit den Einzelteilen anreicht und bei dem Montieren der Komponenten mit unterstützen soll. Dies dient auch in Teilprojekten zur Erprobung von Mensch-Maschinen-Kooperation. Der Handarbeitsplatz ist zudem mit einem Bildschirm ausgestattet, über welchen Montageanleitungen und andere Informationen dargestellt werden können. Dieser kann als Interface der Mensch-Maschinen-Kommunikation angesehen werden, mit deren Verbesserung sich verschiedene Gruppen innerhalb des OFFIS beschäftigen. Neben diesem Interface soll zukünftig ein Leitstand zur Steuerung der Produktion integriert werden.

In der TIPI ist des Weiteren ein funkbasiertes Ortungssystem verbaut, mit welchem die Position von Förderbehältern innerhalb der Anlage, in Echtzeit, ermittelt werden. Die beiden Roboter verfügen jeweils über eine RealSense Kamera von Intel, welche für die Einmessung und Kontrolle des Materials genutzt werden.

2.2 Beispiel Adaptive Fertigungssteuerung

Alle Komponenten der TIPI sind miteinander vernetzt und kommunizieren über das Protokoll OPC-UA. Über die bereitgestellten OPC-UA Server werden die einzelnen Maschinen und Anlagen über das Netzwerk steuerbar und können ihren Status im Netzwerk bekannt geben. Die Softwarearchitektur kann daher in zwei Bereiche unterteilt werden. Zum einen die Software, die zur Steuerung des einzelnen Elements eingesetzt wird und zum anderen die Software die zur Koordination der Anlagen untereinander eingesetzt wird. Die zweite stellt hierbei das Produktionssystem dar, welches die einzelnen Komponenten der Fertigung als OPC-UA Server identifiziert und deren Steuerung über definierte Schnittstellen übernimmt.

Ein Teilprojekt der TIPI ist die Entwicklung einer adaptiven Fertigungssteuerung, welche ähnlich dem Holonic Manufacturing eine selbstregulierende Fertigung darstellt. Die Möglichkeit dieser Selbstregulierung wird durch den Einsatz der Asset Administration Shell (AAS), auch als Verwaltungsschale bezeichnet, geschaffen. Diese kapselt die Informationen der jeweiligen Geräte und stellt eine standardisierte Schnittstelle für deren Nutzung bereit. Jede AAS weiß zudem ein Maschinenkontrollinterface auf, welches auf die repräsentierte Maschine angepasst ist. Der Aufbau von der AAS ist schematisch in Abbildung 2 dargestellt. Wie zu erkennen ist, unterteilt sich die Verwaltungsschale in Submodelle auf, welche Informationen, Schnittstellen über die das repräsentierte Fertigungselement angesprochen werden kann oder maschinenspezifische Steuerungsmethoden bereitstellen. Aus Sicht der Fertigungssteuerung ermöglicht dies einen Austausch

von Maschinen, ohne die Steuerungssoftware anzupassen, da diese weiterhin mit einem einheitlichen Interface kommunizieren kann.



Abbildung 2 Schematische Darstellung einer Asset Administration Shell eines Universal Robots Industrieroboters

Innerhalb der TIPI verfügt jedes Shop-Floor-Element über eine eigene AAS, welche mit der Fertigungssteuerung, dem Adaptiven Manufacturing Execution System (AMES)[4], kommunizieren kann. Beispiele für diese Kommunikation sind Auftragsdaten, Meldungen zum Status einer Maschine oder Abschlusses eines Auftrags. Die AAS ermöglicht, in Kombination mit der beschriebenen Adaptiven Fertigungssteuerung, ein rasches Entfernen, Hinzufügen oder Austauschen von Anlagen innerhalb der Fertigung, ohne langwierige Konfigurationen an der Fertigungssteuerung vornehmen zu müssen. Zudem können die gewonnenen Informationen der Arbeitsstationen genutzt werden, um bei Bedarf neue Produktionspfade zu erstellen oder den Ausfall einer Maschine zu kompensieren. Die jeweils verwendeten Lösungen müssen hierbei, im Gegensatz zu bestehenden Ansätzen nicht vordefiniert sein. Innerhalb der Testplattform TIPI kann ein solcher Ausfall durch den Austausch von Robotern oder eines Förderelements und natürlich mithilfe der Co-Simulation erprobt werden.

3 Ausblick

Das Projekt IKIMUNI wird in weiteren Teilprojekten Möglichkeiten zum Einsatz von Technologien der Industrie 4.0 untersuchen, um deren Nutzen für KMU zu ermitteln. Hierbei bietet die TIPI eine Grundlage, um einerseits die theoretischen Annahmen in der Praxis zu erproben und andererseits die bereits bekannten Nutzungsmöglichkeiten von digitalisierten Fabriken aufzuzeigen. Zur weiteren Forschung werden durch die IKIMUNI-Forschungsgruppe Teilprojekte in den Bereichen Augmented Reality[5], Virtuell Reality[6], Mensch-Maschinen-Kooperation und Kommunikation[7] und Business Analytics durchgeführt. Der Nutzwert der TIPI kann hierbei, mit Blick auf die Sichtbarmachung der Forschungstätigkeiten, als hoch angesehen werden.

References

1. OFFIS(2019) IKIMUNI -Projektwebsite <https://www.ikimuni.de/de/> [15.08.2019]
2. P. Valckenaers and H. Van Brussel, „Holonc manufacturing execution systems“ CIRP annals pp. 427-432, 1/2005.
3. Adolph, Peter & Epple, Ulich (2015) Status Report Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0), VDI – The Association of German Engineers, ZVEI – German Electrical and Electronic Manufacturers’ Association, https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/januar/GMA_Status_Report__Reference_Architecture_Model_Industrie_4.0__RAMI_4.0_/GMA-Status-Report-RAMI-40-July-2015.pdf [15.08.2019].
4. J. Kallisch and F. Oppenheimer, "Adaptive manufacturing execution systems (AMES): Best practices for implementations in small and medium-sized businesses," in Proceedings of the 10th Annual European Decision Sciences Conference (EDSI), Nottingham, UK, 2019.
5. Gruenefeld, U., Prädel, L., & Heuten, W. (2019). Improving Search Time Performance for Locating Out-of-View Objects in Augmented Reality.
6. Gruenefeld, U., Ali, A. E., Boll, S., & Heuten, W. (2018, September). Beyond Halo and Wedge: Visualizing Out-of-View Objects on Head-mounted Virtual and Augmented Reality Devices. In Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (p. 40). ACM.
7. Gruenefeld, U., Stratmann, T. C., Prädel, L., Pfingsthorn, M., & Heuten, W. (2018). BuildingBlocks: Head-mounted Virtual Reality for Robot Interaction in Large Non-Expert Audiences