

# Konzeption, Projektierung und Inbetriebnahme eines mehrachsigen Positioniersystems

**Exposé zur Bachelorarbeit**

im Studiengang  
Elektrotechnik

am Fachbereich  
Ingenieurwissenschaften - Energie und Information

an der  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

vorgelegt von  
Aaron Zielstorff

Berlin, 04.06.2021

Betreuer:  
Herr Prof. Dr. Stephan Schäfer  
Herr Dipl.-Ing. Dirk Schöttke

# Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis                           | II |
| 1 Problemstellung                            | 1  |
| 2 Zielsetzung und Erkenntnisse               | 1  |
| 3 Forschungsstand und theoretische Grundlage | 2  |
| 4 Forschungskonzept                          | 2  |
| 5 Vorläufige Gliederung                      | 3  |
| 6 Zeitplan                                   | 4  |
| Literatur                                    | 5  |
| Bücher . . . . .                             | 5  |
| Artikel . . . . .                            | 5  |

# 1 Problemstellung

Seit einigen Jahren zeichnet sich eine vierte industrielle Revolution ab. Hervorgerufen durch das Voranschreiten der Digitalisierung und der damit einhergehenden Vernetzung auf der einen Seite, und der immer größer werdende Nachfrage nach Personalisierung, Effizienz und Qualität industrieller Produkte auf der anderen Seite, findet ein globaler Paradigmenwechsel statt [Bau14, S. 33]. Für Deutschland stellt diese Entwicklung eine große Chance dar, um die industrielle Produktion ausbauen zu können [Pis20, S. 1].

Im Zentrum der Digitalisierung Industrieller Systeme steht die Wandelbarkeit von Fabriken und deren Anlagen (Smart Applications), die Vorhersage von Wartungsnotwendigkeiten (Predictive Maintenance), die Kosten- und Energieoptimierung, sowie die Monetarisierung von gewonnenen Daten. Entscheidend dabei ist die industrielle Kommunikation, die sich durch den Datenaustausch über internetbasierte Kommunikationsstandards auszeichnet. Als Basisentwicklung für diese Anforderungen gelten Cyber-physische Systeme (CPS).

## 2 Zielsetzung und Erkenntnisse

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, den Konzeptionsprozess, die Projektierung und Inbetriebnahme einer Automatisierungssoftware am Beispiel eines mehrachsigen Positioniersystems darzustellen. Dabei wird das Positioniersystem als bereits physisch/elektrisch einsatzbereit angenommen. Es gilt im Bezug auf seine Hardware als vollständig bestückt mit allen notwendigen Komponenten, die für die Umsetzung eines CPS notwendig sind.

### **Ziele der Arbeit:**

- Klärung der Begriffe Cyber-physisches System und Industrie 4.0
- Definition von Aufgaben und Ableitung der Anforderungen an das Positioniersystem und dessen Software
- Entwickeln von Testkriterien/Testsystemen für die definierten Anforderungen
- Darstellen des Konzeptionsprozesses der Automatisierungssoftware
- Projektierung und Modellierung der Systemsoftware für das mehrachsige Positioniersystem
- Inbetriebnahme des Systems unter Prüfung der festgelegten Testkriterien
- Bereitstellen von Prozess- und Maschinendaten für die Weiterverarbeitung und Monetarisierung dieser
- Mit Hilfe der Ergebnisse die folgende Forschungsfrage beantworten: *Wie sollte eine Automatisierungssoftware für ein mehrachsiges Positioniersystem konzipiert, projektiert und in Betrieb genommen werden, um das Positioniersystem als Cyber-physisches System nach dem Leitbild Industrie 4.0 qualifizieren zu können?*

Es wird erwartet, dass die Ergebnisse der Forschung zeigen, dass die Umsetzung der Automatisierungssoftware unter den dem Leitbild Industrie 4.0 die Grundprinzipien von CPS im Beispiel des mehrachsigen Positioniersystems widerspiegeln. Weiterhin ist damit

zu rechnen, dass die Projektierung analog auch bei anderen Industriestemen und Anlagen nach selbem Leitbild umzusetzen ist. Außerdem steht in Aussicht, dass durch das Bereitstellen von Prozessdaten sowohl ein finanzieller als auch qualitativer Mehrwert durch das CPS gewonnen werden kann.

### 3 Forschungsstand und theoretische Grundlage

Der Begriff Industrie 4.0 ist im Rahmen eines Zukunftsprojekts der deutschen Bundesregierung entstanden. Durch die Digitalisierung klassischer Industrieunternehmen wird auf eine Steigerung der Automatisierung und Vernetzung in der Produktion abgezielt, um die Wettbewerbsfähigkeit auf dem globalen Markt sicherstellen zu können [Win21, S. 63]. Cyber-physische Systeme (CPS) gelten als Basisinnovation für die vierte industrielle Revolution. In Zukunft werden Unternehmen ihre Einrichtungen, Anlagen, Maschinen und Betriebsmittel mithilfe von CPS global vernetzen [Wis13, S. 5]. CPS können definiert werden als eingebettete Systeme, die

- durch Unterstützung von Sensoren physikalische Daten generieren und mittels Aktoren reale Vorgänge beeinflussen,
- Daten sichern als auch verarbeiten und daraus Handlungen ableiten,
- über Kommunikationsschnittstellen untereinander verbunden sind, egal ob lokal oder global sowie drahtlos oder drahtgebunden,
- bereitstehende Dienste und Daten ortsunabhängig nutzen und anbieten,
- unterschiedliche Möglichkeiten zur Kommunikation und Steuerung in Form von Mensch-Maschine-Schnittstellen zur Verfügung stellen [Gei12, S. 22].

Wie die Software für ein mehrachsiges Positioniersystem konzipiert, Projektiert und in Betrieb genommen wird, wurde in der Literatur noch nicht behandelt.

### 4 Forschungskonzept

Die folgenden Fragen sollen beantwortet werden:

- Warum sollten Industrielle Anlagen digitalisiert werden?
- Erfüllt die projektierte Anlage unter Ausführung der entwickelten Software die Definitionskriterien eines CPS?
- Wie muss eine Automatisierungssoftware modelliert werden, die es ermöglicht Daten zur weiterverarbeitung bereitzustellen?
- Wie müssen die Sensoren und Aktoren des Positioniersystems eingebunden werden, um die Anforderungen aus dem Konzept zu erfüllen?
- Wie können die systemrelevanten Daten für die externe Verarbeitung bereitgestellt werden?

- Welche Maßnahmen müssen für die Sicherheit von Mensch und Anlage getroffen werden?
- Wie kann für einen sicheren Datenaustausch zwischen Anlage und Peripherie gesorgt werden?
- Welche Vorteile ergeben sich durch die Entwicklung einer Software, welche das System zu einem CPS werden lässt?
- Ausblick: Welche weiterführenden Möglichkeiten und Funktionen kann das Positioniersystem bereitstellen?

Die Literaturarbeit umfasst eine Zusammenfassung des Konzeptes Industrie 4.0 und die Definition eines Leitbildes für CPS. Dabei soll insbesondere auch auf das industrielle Internet der Dinge (IIoT) eingegangen werden. Aus dieser Analyse wird anhand des Beispiels eines mehrachsigen Positioniersystems der Entwicklungsprozess einer Automatisierungssoftware dargestellt.

Die Forschungsarbeit beinhaltet die Modellierung dieser Automatisierungssoftware von der Konzeption bis zur Inbetriebnahme in einem Hochschul-Labor. Die Konzeptionsphase betrachtet den Prozess von der Analyse der Systemaufgaben, über die Definition der Anforderungen, bis zur Festlegung von Testkriterien für letztere. Dabei werden die Use-Cases untersucht, die Anforderungen aller das Positioniersystem betreffenden Stakeholder zusammengetragen und Schnittstellen des System berücksichtigt.

Hauptteil der Bachelorarbeit soll es sein den Softwareentwicklungsprozess von der Idee bis zum Betrieb darzustellen. Dabei soll weniger auf die konstruktionelle Natur des mehrachsigen Positioniersystem eingegangen werden, sondern auf die modellierung der Automatisierungssoftware. Als Ergebnis soll eine Handlungsempfehlung vorliegen, die aufzeigen soll, welche Schritte bei der Entwicklung der Software durchlaufen werden und welche Anforderungen erfüllt werden müssen, um eine Anlage als CPS nach dem Leitbild Industrie 4.0 zu Qualifizieren, Daten bereitzustellen, die in einer fortführenden Arbeit weiterverarbeitet und Monetarisiert werden können.

Abschließend soll die Arbeit einen Ausblick bieten, wie die gewonnenen Daten weiterverarbeitet, monetarisiert und zur Optimierung der Anlage genutzt werden können.

## 5 Vorläufige Gliederung

### 1 Einleitung

### 2 Theoretische Grundlagen

1. Industrie 4.0
2. CPS
3. IIoT

### 3 Konzeption

1. Vorstellung der Laboranlage
2. Anforderungsanalyse
3. Kontextanalyse
4. Anwendungsfallspezifikation
5. Verhaltensspezifikation
6. Partitionierung
7. Testspezifikation

#### 4 Projektierung

1. Genereller Aufbau der Software
2. Implementierung der Modelle
3. Peripherie Schnittstelle(n)
4. Anwenderschnittstelle

#### 5 Inbetriebnahme

1. Implementierung
2. Testen
3. Überarbeitung/Verbesserungen

#### 6 Fazit

#### 7 Ausblick

## 6 Zeitplan

**Dauer:** 18 Wochen (06.2021 - 09.2021)

Bis 30.04.: Literaturrecherche

Bis 20.05.: Thematische Hinführung + Hypothesen

Bis 20.06.: Rohfassung Modellierung des Systems (Konzeptteil)

Bis 04.07.: Fertigstellung der Software (Projektierung)

Bis 18.07.: Rohfassung Einleitung + Schluss

Bis 01.08.: Fertigstellen des physischen Baus des Positioniersystems Bis 15.08.: Rohfassung der Inbetriebnahme (Nachtragungen Einleitung und Schluss) Bis 29.08.: Überarbeitung und Korrektur

Bis 30.08.: Druck

Bis 31.04.: Abgabe

*Zeitplan ist zum Ende hin eher ungenau aufgrund mangelnder Informationen bezüglich der terminlichen Umstände.*

# Literatur

## Bücher

- [Bau14] Thomas Bauernhansl. *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik : Anwendung, Technologien und Migration*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014. ISBN: 9783658046828 (siehe Seite 1).
- [Gei12] Eva Geisberger. *agendaCPS*. Springer-Verlag GmbH, 10. Okt. 2012. 297 Seiten. ISBN: 9783642290992. URL: <https://www.ebook.de/de/product/19950597/agendacps.html> (siehe Seite 2).
- [Pis20] Johannes Pistorius. *Industrie 4.0 - Schlüsseltechnologien für die Produktion*. Springer-Verlag GmbH, 29. Juni 2020. 89 Seiten. ISBN: 978-3-662-61580-5. URL: [https://www.ebook.de/de/product/39317953/johannes\\_pistorius\\_industrie\\_4\\_0\\_schlüsseltechnologien\\_fuer\\_die\\_produktion.html](https://www.ebook.de/de/product/39317953/johannes_pistorius_industrie_4_0_schlüsseltechnologien_fuer_die_produktion.html) (siehe Seite 1).
- [Win21] Uwe Winkelhake. *Die digitale Transformation der Automobilindustrie*. Springer-Verlag GmbH, 21. Jan. 2021. 410 Seiten. ISBN: 978-3-662-62102-8. URL: [https://www.ebook.de/de/product/40218318/uwe\\_winkelhake\\_die\\_digitale\\_transformation\\_der\\_automobilindustrie.html](https://www.ebook.de/de/product/40218318/uwe_winkelhake_die_digitale_transformation_der_automobilindustrie.html) (siehe Seite 2).

## Artikel

- [Wis13] Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft. „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“. In: *Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0* (Apr. 2013) (siehe Seite 2).