



Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

Inhalt

1. Allgemeine Beschreibung
2. Übersicht des Aufbaus
3. Beschreibung des Prozesses und der erstellten Lösungen
 - 3.1 Zufuhr Gehäuseunterteil
 - 3.2 Optische Kontrolle des Gehäuseunterteils
 - 3.3 Übergabeposition A
 - 3.4 Teilelager
 - 3.5 Portalroboter
 - 3.6 Identifikation der Getriebeteile und deren Lage
 - 3.7 Montage der Getriebe und COBOT
 - 3.8 Montage des Gehäusedeckels mit SCARA-Roboter
 - 3.9 Digitaler Zwilling
 - 3.10 Anbindung an EDGE und Cloud
4. Verwendete Komponenten und Techniken der Automatisierungstechnik
5. Übersicht Kommunikationsschnittstellen
6. Die Unterstützer von LIA
7. Im Rahmen von LIA durchgeführte studentische Projekte und Abschlussarbeiten
8. Versionshinweise

Präsentation
Version 6.1

1. Allgemeine Beschreibung

Im Labor für Steuerungstechnik und Technische Bildverarbeitung (LSTB) wird zurzeit das 'Lehrsystem für Intelligente Automatisierung' LIA entwickelt und aufgebaut.

LIA nutzt eine Fläche von ca. 25 m² und besteht aus diversen Komponenten der Automatisierungstechnik wie Linearachsen, Steuerungen, Portalroboter, Sensorik und Netzwerkbauteilen. Ein Teil dieser Komponenten stammt aus dem Bestand des Labors bzw. anderer Labore und wurden durch Modernisierungsmaßnahmen (Retrofit) auf den Stand der aktuellen Technik gebracht. Andere Komponenten (z.B. Speicherprogrammierbare Steuerungen) wurden unter Verwendung von Labormitteln angeschafft bzw. im Rahmen von Bachelorarbeiten entwickelt und aufgebaut. Dabei haben zahlreiche Unternehmen und Abteilungen der Hochschule Bochum und des Fachbereichs Mechatronik und Maschinenbau als 'Unterstützer von LIA' mitgewirkt.

Mit LIA werden die theoretischen Inhalte der Lehrveranstaltungen 'Prozessdatenerfassung und -verarbeitung' sowie 'Technische Bildverarbeitung' für die Studierenden praktisch erfahrbar. Das System soll keine 'I4.0 Musterfabrik' sein sondern die verschiedenen I4.0 Techniken studierendengerecht in unterschiedlichen Komplexitätsgraden erfahrbar machen und eine Einarbeitung in die Thematik 'intelligente Automatisierung' praxisgerecht ermöglichen.

Dabei kommen an dem Beispiel des Transports, der Kontrolle und der Montage von Getriebeteilen verschiedene kooperierende Automatisierungstechniken zum Einsatz. Auftragsbezogen und 'datengetrieben' werden eine Vielzahl von Kleingetriebevarianten in beliebiger Stückzahl gefertigt.

LIA wird ständig weiterentwickelt. Eine Beschreibung kann deshalb immer nur den aktuellen Zustand abbilden.

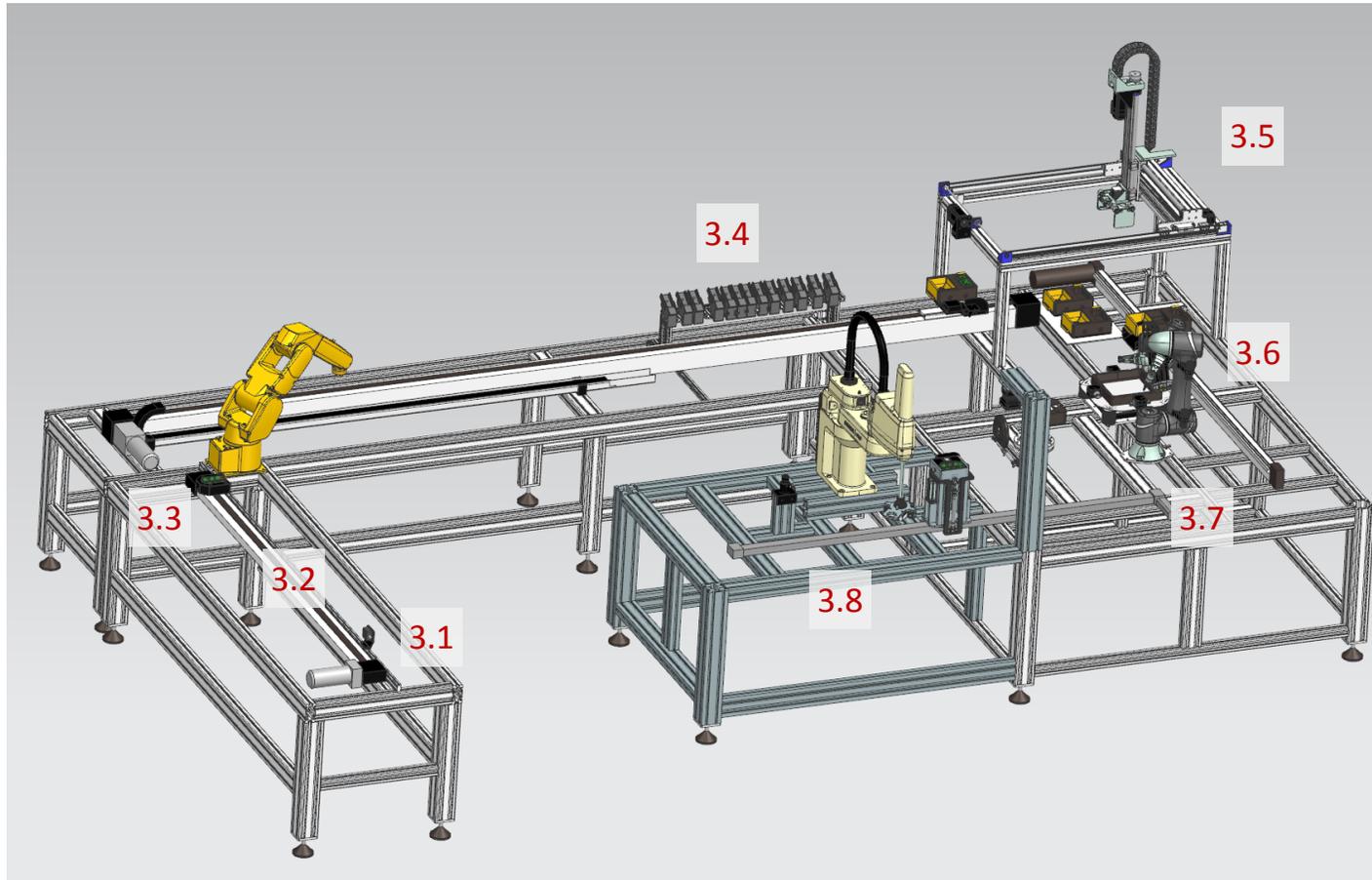


Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

2. Übersicht des Aufbaus

In der folgenden Übersichtsdarstellung von LIA sind die Position der einzelnen, in Abschnitt 3 beschriebenen Prozessschritte gekennzeichnet.



[3.1. Zufuhr Gehäuseunterteil](#)

[3.2 Optische Kontrolle des Gehäuseunterteils](#)

[3.3 Übergabeposition A](#)

[3.4 Teilelager](#)

[3.5 Portalroboter](#)

[3.6 Identifikation der Getriebeteile und deren Lage](#)

[3.7 Montage der Wellen und Zahnräder \(COBOT\)](#)

[3.8 Montage des Gehäusedeckels \(SCARA\)](#)

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

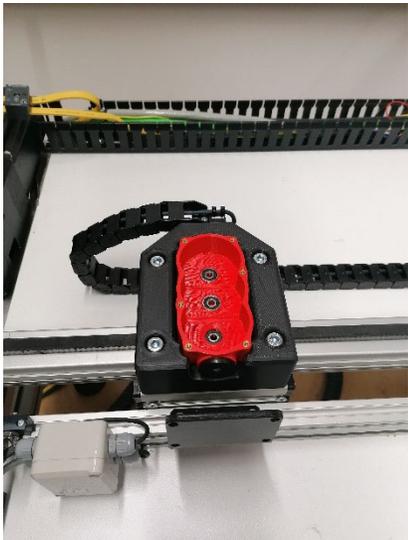


3. Beschreibung des Prozesses

Im System können Kleingetriebe in verschiedenen Varianten (aktuell 27) montiert werden. Die Varianten ergeben sich aus der Verwendung unterschiedlicher Gehäuseteile und Kombination verschiedener Wellen-Zahnräder Zusammenstellungen. Der Typ des zu montierenden Getriebetyps ist in einem RFID Chip gespeichert.

3.1. Zufuhr Gehäuseunterteil

Das Gehäuseunterteil wird in eine Aufnahme der ersten Linearachse eingelegt. Dabei wird über RFID der zu montierende Getriebetyp ermittelt, gegebenenfalls Anlagenkomponenten konfiguriert und erste Überprüfungen des Gehäuseunterteils vorgenommen. Nach der Konfiguration und erfolgreicher erster Prüfung wird das Gehäuseunterteil mit Hilfe der Linearachse an eine Übergabeposition verfahren.

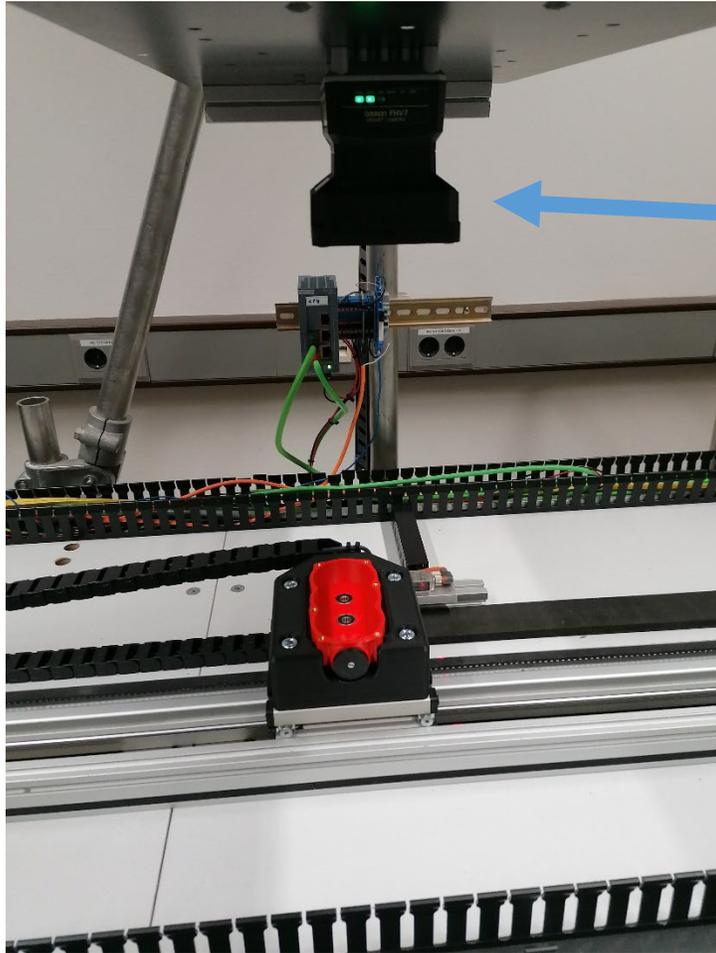


Gehäuseunterteil (rot) auf der ersten Linearachse

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.2 Optische Kontrolle des Gehäuseunterteils

Während der Verfabrung wird von einem Bildverarbeitungssystem die Farbe des Gehäuseunterteils, die drei Kugellager zur Aufnahme der Wellen und die sechs Messingbuchsen zur Verschraubung des Gehäusedeckels kontrolliert.



Bildverarbeitungssystem zur Kontrolle der Gehäuseunterteile



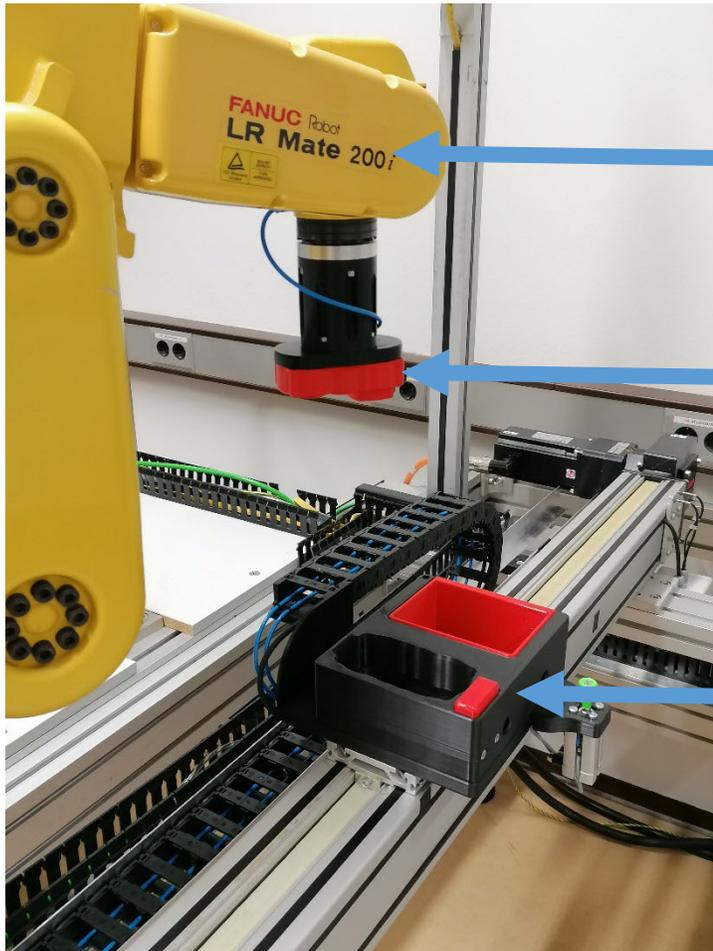
Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.3 Übergabeposition A

Die Gehäuseunterteile werden hier an einen Sechssachsroboter übergeben. Wenn durch die vorausgegangene Kontrolle ein Fehler detektiert wurde, wird das Gehäuseunterteil aussortiert.

Wenn das Gehäuseunterteil in Ordnung ist, wird es von dem Roboter auf eine zweite Linearachse in ein sogenanntes Tablet eingelegt und dann zu dem Teilelager verfahren..



Sechssachsroboter

Gehäuseunterteil

Tablet

Übergabeposition A
Transport durch Roboter

Über IoT – Gateway
erweiterte Anbindung an LIA
und Cloud
(RetroFit)



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.4 Teilelager

In dem Teilelager sind die Wellen und Zahnräder deponiert. In Abhängigkeit der zu fertigenden Getriebevariante werden die einzelnen Lagerpositionen angefahren und die benötigten Teile in ein Fach des Tablets befördert.



Teilelager mit Getriebekomponenten
Im Vordergrund Tablet mit
Gehäuseunterteil und
Getriebekomponenten



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

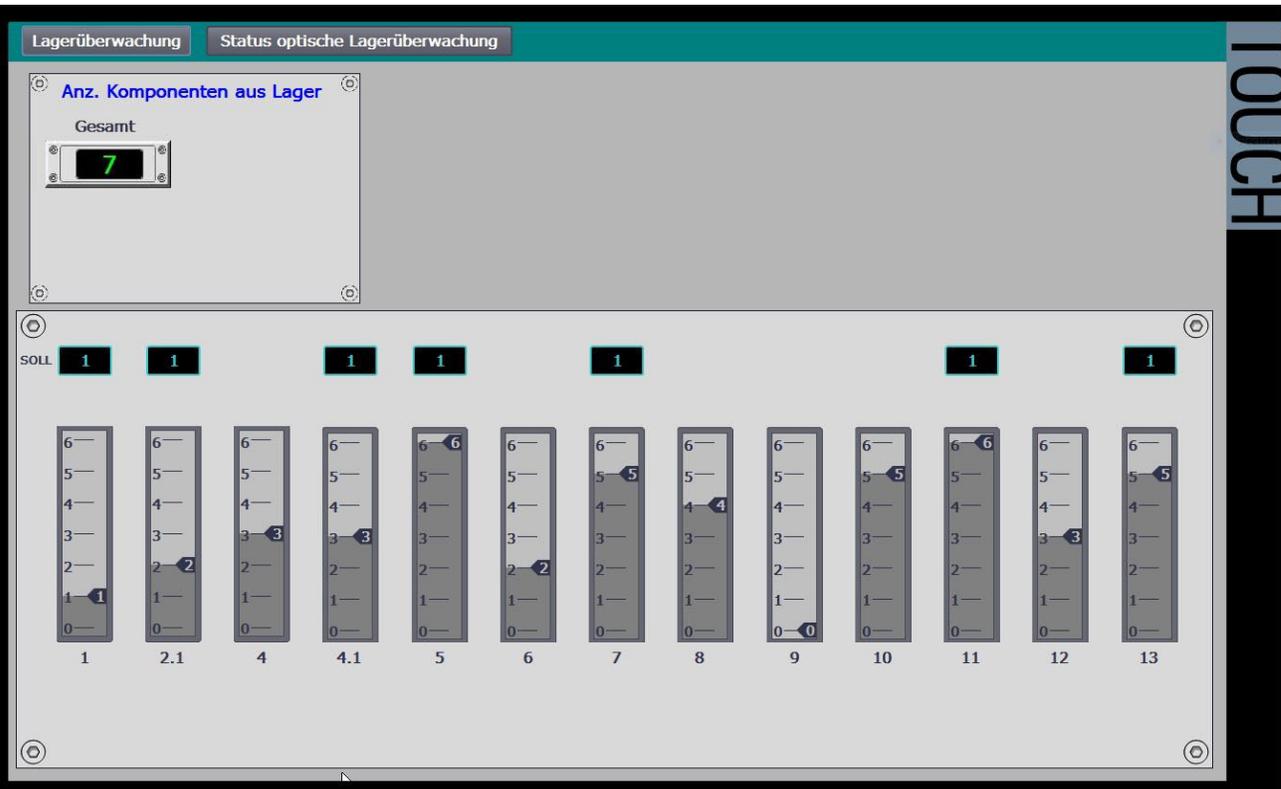
Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.4 Teilelager

Der Füllstand der Lagerfächer wird mit einem intelligenten Bildverarbeitungssystem ermittelt. Das Bildverarbeitungssystem ist in einer Höhe von 1,20 m über dem 1m breiten Lager positioniert. Wenn LIA den Auftrag für die Montage eines Getriebes bekommt wird der Typ und die Anzahl der zu verwendenden Komponenten (Achsen, Zahnräder) ermittelt und der für das Lager zuständigen SPS übermittelt. Daraufhin werden die Lagerbestände optisch erfasst und mit den Anforderungen abgeglichen. Bei einer Abweichung wird eine entsprechende Meldung ausgegeben und das Lager muss aufgefüllt werden. Über die optische Kontrolle wird auch der Entnahmeprozess kontrolliert.



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung



In diesem Beispiel werden aus den Lagerfächern 1, 2.1, 4.1, 5, 7, 11 und 13 jeweils ein Teil angefordert. Der Bestand in den entsprechenden Fächern ist größer also gibt es keine Fehlermeldung. Eine Fehlermeldung würde ausgegeben wenn Teile aus z.B. Fach 9 angefordert würden.



Verwendete 'smart camera'

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.5 Portalroboter

Der Portalroboter wurde inklusive der Steuerung im Rahmen einer Bachelorarbeit im Labor für Steuerungstechnik und Technische Bildverarbeitung entwickelt. Er übernimmt den Transport der Tablets von Linearachse 2 zu Linearachse 3.



Portalroboter bei dem Transport des Tablets

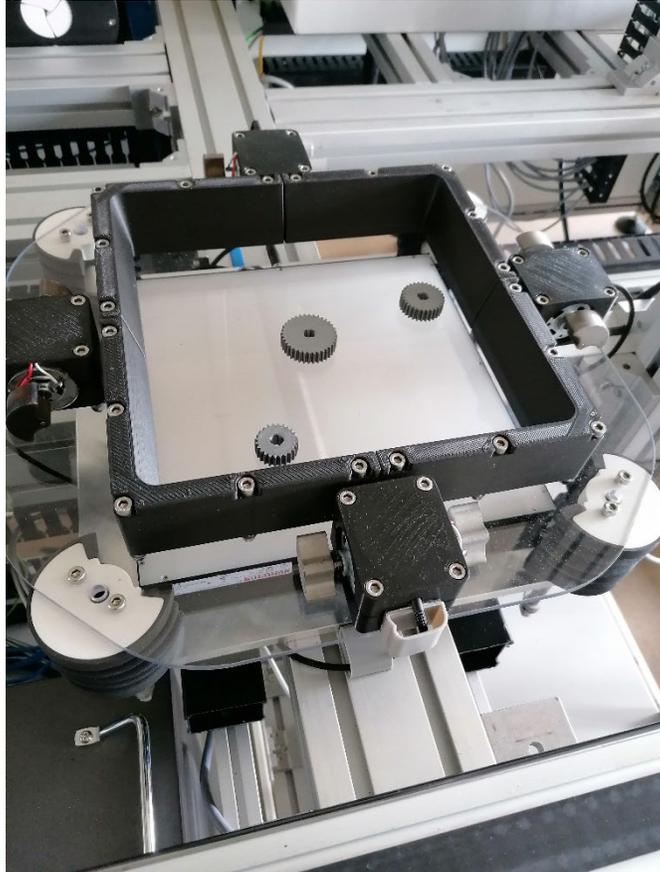


Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.6 Identifikation der Getriebeteile und deren Lage

Damit die Getriebe montiert werden können müssen die Einzelteile zuerst wieder vereinzelt werden. Ein Bildverarbeitungssystem detektieren die Teile und ihre Lage. Dazu werden die Teile aus dem Tablet auf einen, im Labor entwickelten, Rütteltisch mit einem integrierten Beleuchtungstisch abgelegt.



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Entwicklung einer
'intelligenten'
Ansteuerung des
Rütteltisches



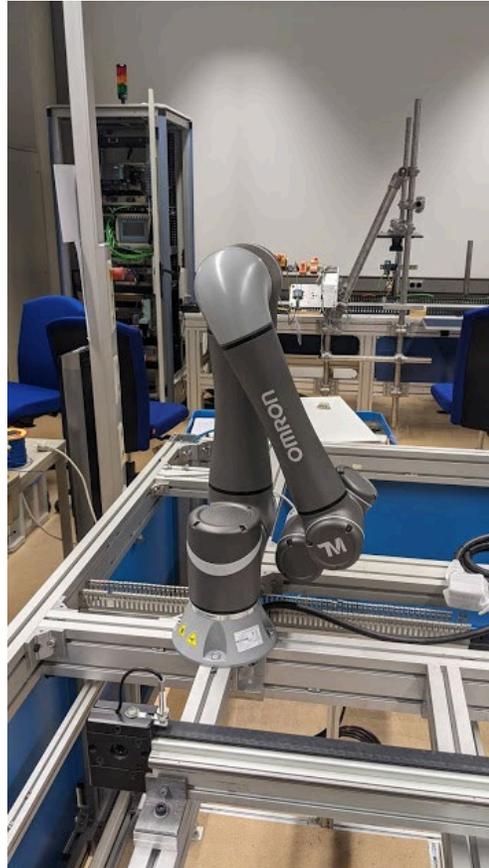
Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

3.7 Montage der Zahnräder und Wellen mit COBOT

Nach dem die Lage der Einzelteile (Wellen und Zahnräder) durch ein Bildverarbeitungssystem detektiert wurde greift eine Cobot die Teile und montiert sie in das Getriebegehäuse. In wie weit die weitere Montage automatisiert oder kollaborierend (Cobot-Mensch) durchgeführt wird, zeigt sich im weiteren Verlauf des Projekts.



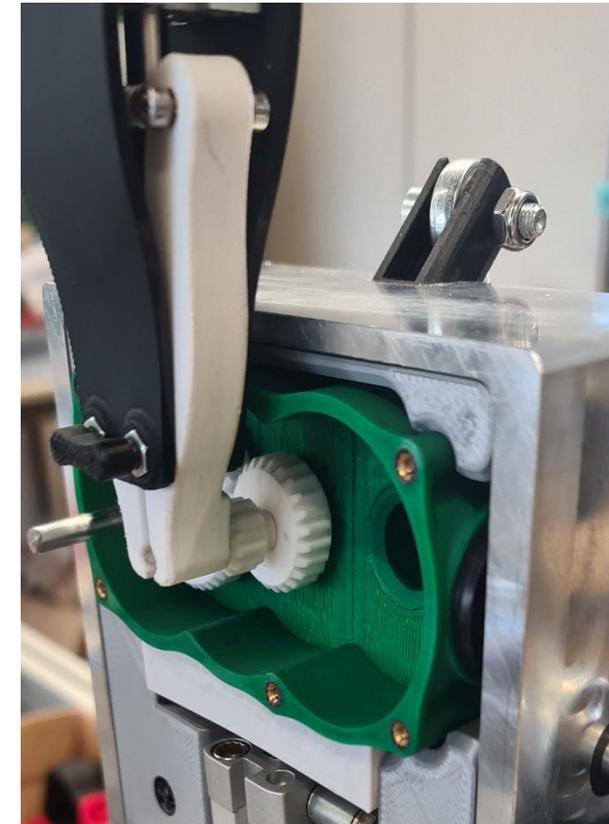
Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

3.7 Montage der Getriebe und COBOT

Die Fotos zeigen den Cobot bei der Montage der Wellen in das Getriebegehäuse. Eine Herausforderung dabei ist die Einhaltung der durch die Kugellager vorgegebenen Toleranzen bei der Positionierung der Wellen.

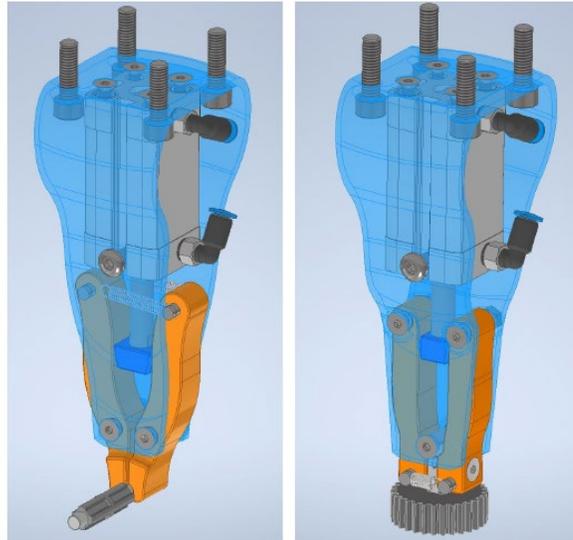
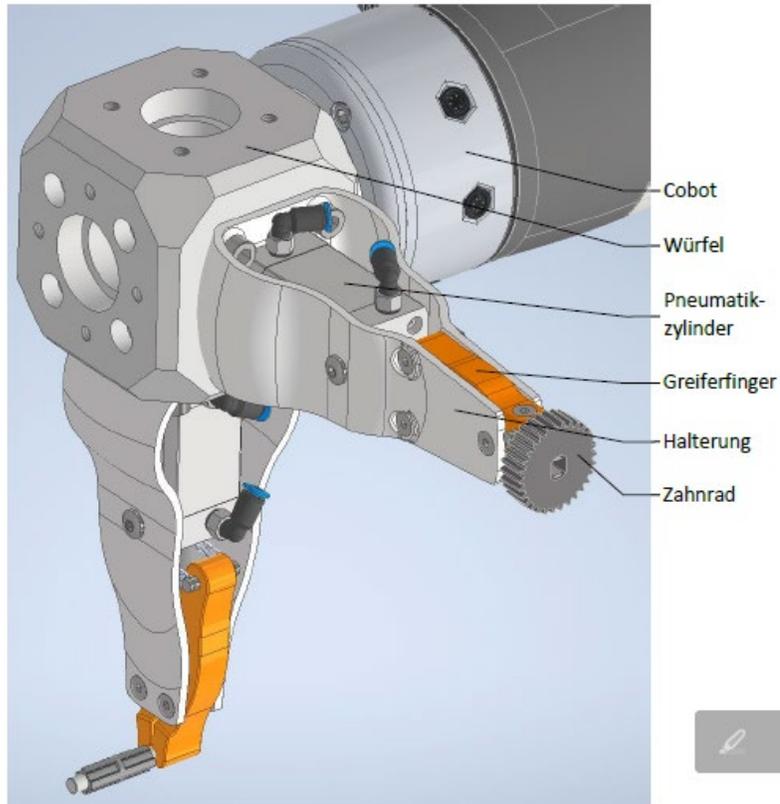




Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

3.7 Montage der Getriebe und COBOT

Für den COBOT wurden in studentischen Projekten aufgabenspezifische Greifsysteme entwickelt, konstruiert und im 3D-Druckverfahren gefertigt.



Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

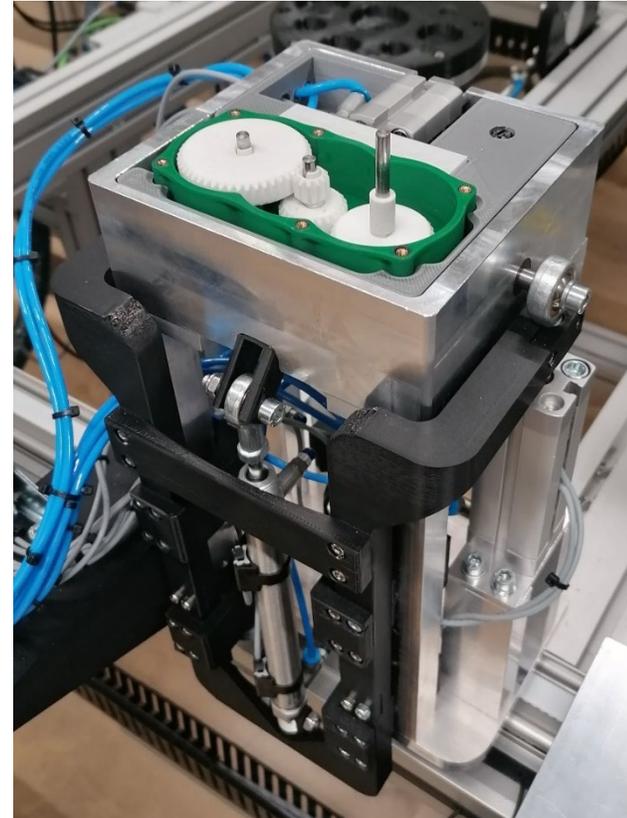
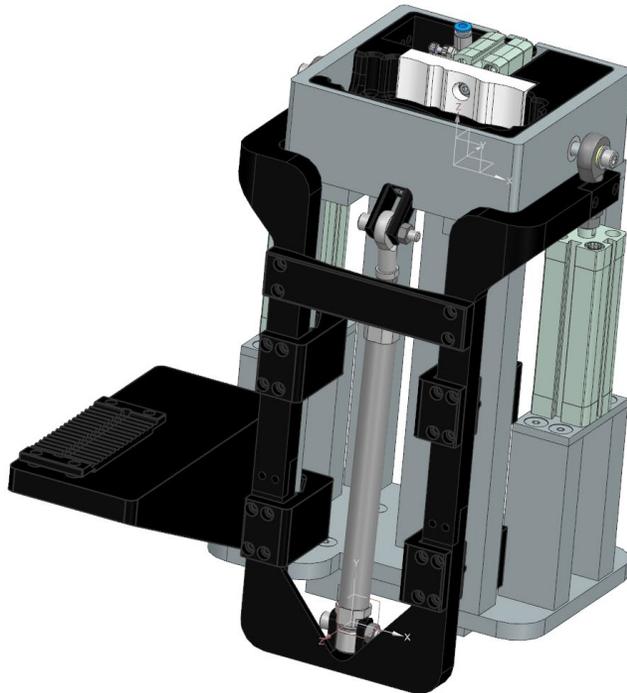


Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

3.7 Montage der Getriebe und COBOT

Die Bestückung des Getriebegehäuses mit den Wellen/Zahnradkombinationen erfolgt aus fertigungstechnischen Gründen in vertikaler und horizontaler Lage des Gehäuses.

Eine entsprechende Schwenkvorrichtung wurde im Rahmen einer Masterarbeit entwickelt und im 3D-Druck und in der mechanischen Werkstatt der BO gefertigt.



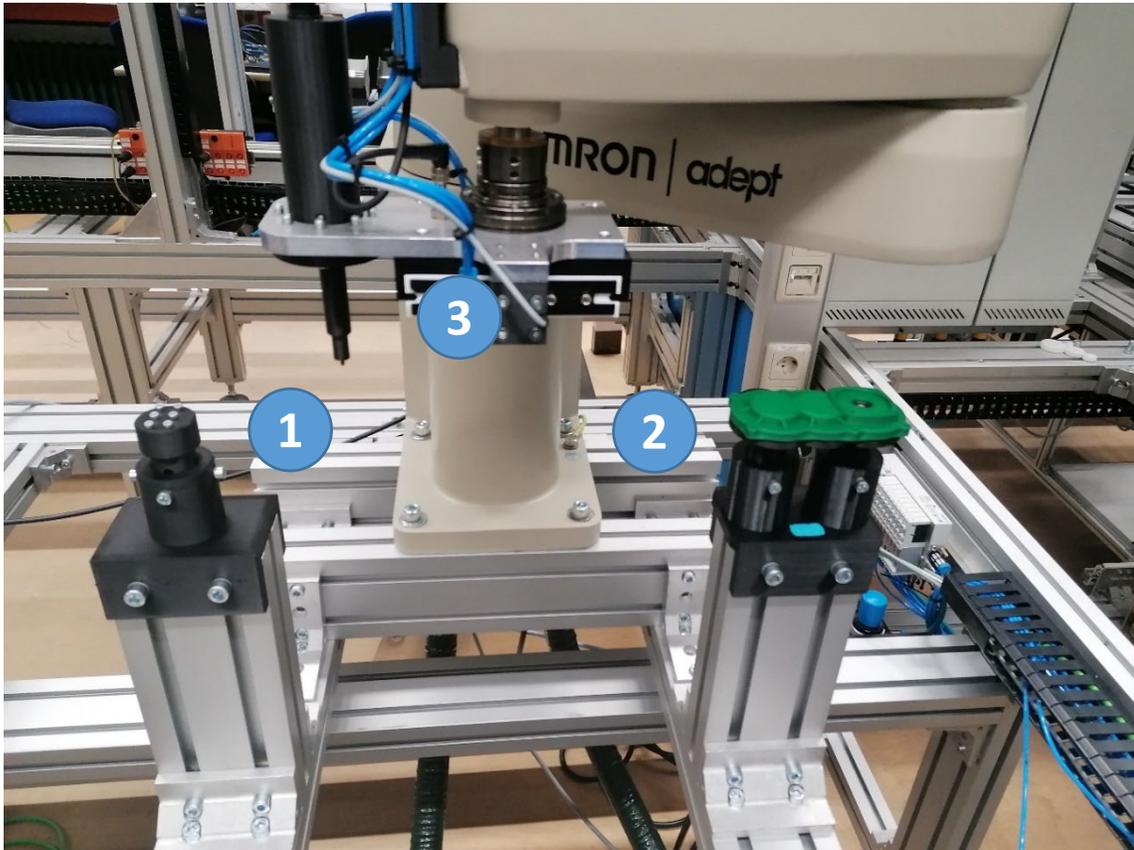
Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

3.8 Montage des Gehäusedeckels mit einem SCARA-Roboter

Der Deckel des Getriebegehäuses wird mit einem SCARA-Roboter montiert und verschraubt. Auch dabei kommen wieder Komponenten (Schrauber, Haltevorrichtungen) zum Einsatz, die in studentischen Projekten konstruiert und gefertigt wurden.



- 1 Aufnahme, Vorrat Schrauben
- 2 Aufnahme, Vorrat Getriebedeckel
- 3 Robot Greifer mit Schrauber

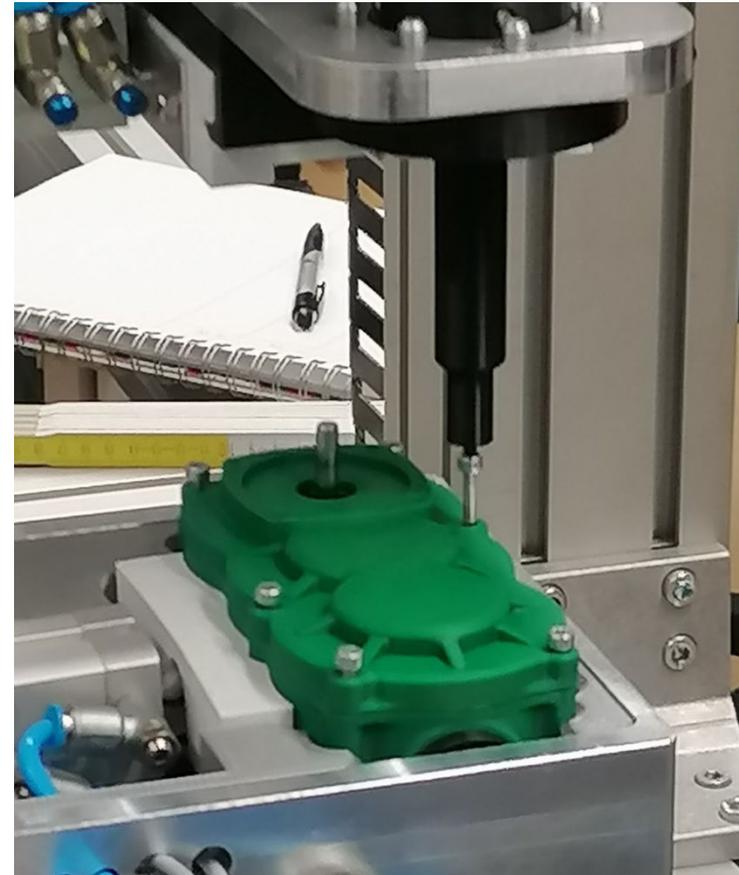
Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

3.8 Montage des Gehäusedeckels mit einem SCARA-Roboter

Der Deckel des Getriebegehäuses wird von einem SCARA-Roboter montiert und verschraubt. Nach einer abschließenden optischen Kontrolle kann das Getriebe entnommen und das nächste Getriebe montiert werden.



Optimierung des
Montageprozesses



Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.9 Digitaler Zwilling

Im Rahmen einer Masterarbeit wurde ein digitaler Zwilling mit Echtzeitdatenabindung von LIA erstellt. Dabei werden die Softwarekomponenten Siemens SIMIT und Siemens NX MCD (Mechtronic Concept Designer) eingesetzt.

Die Bearbeitung von diesem Thema wird im Rahmen von weiteren Masterarbeiten fortgesetzt

Master-Arbeit Mechatronik, WS 2021/22



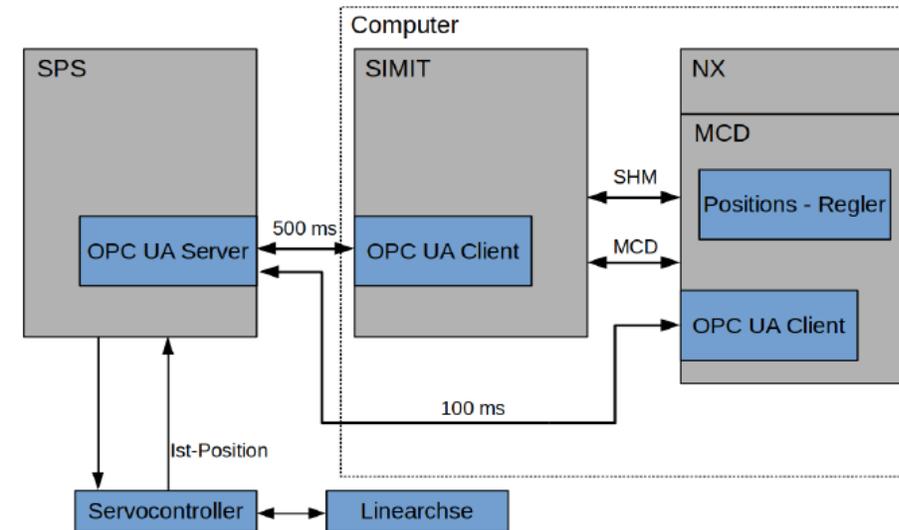
Dudziak Mohr Wilmshöfer Binder Feldermann
10.03.2022

im Hintergrund: Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences



- Tim **Wilmshöfer**, M.Sc.,
B.Eng. Mechatronik
- Echtzeitfähiger digitaler
Zwilling mit Siemens SIMIT
und Siemens NX
Mechatronics Concept
Designer für LIA
- FB M, Labor für
Steuerungstechnik und
Technische Bildverarbeitung
- Betreuer: Dipl.-Ing. Binder
Dipl.-Ing. Mohr
- Prüfer: Prof. Dr. Dudziak
Prof. Dr. Feldermann
- www.hochschule-bochum.de/fbm/automatisierung/labor-fuer-steuerungstechnik-und-technische-bildverarbeitung-istb/istb-lia/



Kooperation mit dem
Institut für
CAD und CAE

Fortsetzung der
Masterarbeit





Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

3.10 Anbindung an EDGE und Cloud

In studentischen Projekten wurde LIA an verschiedene Edgedevices und an die Mindsphere Cloud angebunden. Während bisher die Schwerpunkte auf der Realisierung der 'Konnektivität' und der Erfassung einzelner Prozesswerte gelegen hat steht künftig die Transformation von Daten zu Informationen im Vordergrund.

The screenshot displays the Siemens Industrial Edge web interface. The main window is titled 'Management' and shows the 'Data Connections' section. A configuration window for 'S7 Connector' is open, specifically for an 'OPC-UA Connector'. The interface includes a table for 'Add Data Source' with columns for Name, Comments, Address, Data Type, Acquisition Cycle, Acquisition Mode, Access Mode, and Actions. The table contains several entries for PLC1 and PLC2, including addresses like 'ns=3;s=KF1 Ampel P2...' and 'ns=3;s=ASI1-P1 gelb_PLC...'. Buttons for 'Deploy' and 'Stop Project' are visible at the top right of the configuration window.

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Name	Comments	Address	Data Type	Acquisition Cycle	Acquisition Mode	Access Mode	Actions
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PLC1							<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	KF1 Ampel P2 g...		ns=3;s=KF1 Ampel P2...	Bool	1 second	CyclicOnChange	Read	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	KF1 Ampel P2 ge...		ns=3;s=KF1 Ampel P2...	Bool	1 second	CyclicOnChange	Read	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PLC2							<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ASI1-P1 gelb_PLC2	Über I-Device Transfer...	ns=3;s=ASI1-P1 gelb_...	Bool	1 second	CyclicOnChange	Read	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ASI1-P1 gruen_P...	Über I-Device Transfer...	ns=3;s=ASI1-P1 grue...	Bool	1 second	CyclicOnChange	Read	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ASI1-P1 rot_PLC2	Über I-Device Transfer...	ns=3;s=ASI1-P1 rot_P...	Bool	1 second	CyclicOnChange	Read	<input type="checkbox"/>

4. Verwendete Komponenten und Techniken der Automatisierungstechnik

- Steuerungen SPSen, HMIs und Profinetkomponenten der Fa. SIEMENS AG
- Industrielle Netzwerke
 - PROFINET
 - ASI Komponenten verschiedener Hersteller (Siemens AG, Pepperl+Fuchs GmbH, ifm electronic GmbH ...)
 - IWLAN (Anbindung von z.B. Androidgeräten als HMIs)
 - Gatewaylösungen z.B. Profinet <-> CAN Layer 2.0, RS 232 ...
- Bildverarbeitungssysteme der Fa. Omron Electronics GmbH und Cognex Germany
- Linearachsen der Fa. Parker Hannifin (Hiperface) und der Fa. item industrietechnik GmbH
- Roboter der Fa. Omron Electronics GmbH und FANUC
- Leitungen, Leitungsführungen und Lineartechnik der Fa. igus GmbH
- Beleuchtungssysteme der Fa. Büchner Lichtsysteme GmbH

- IIoT Industrial Internet of Things (kabelgebunden und wireless, Programmierung Mikrocontroller in C++)
- Cyberphysical Systems
- Kooperierende bzw. kollaborierende Roboter
- RetroFit
- Digitaler Zwilling

- Massiver Einsatz von 3D-Druck Technologien (CAD Breuer)

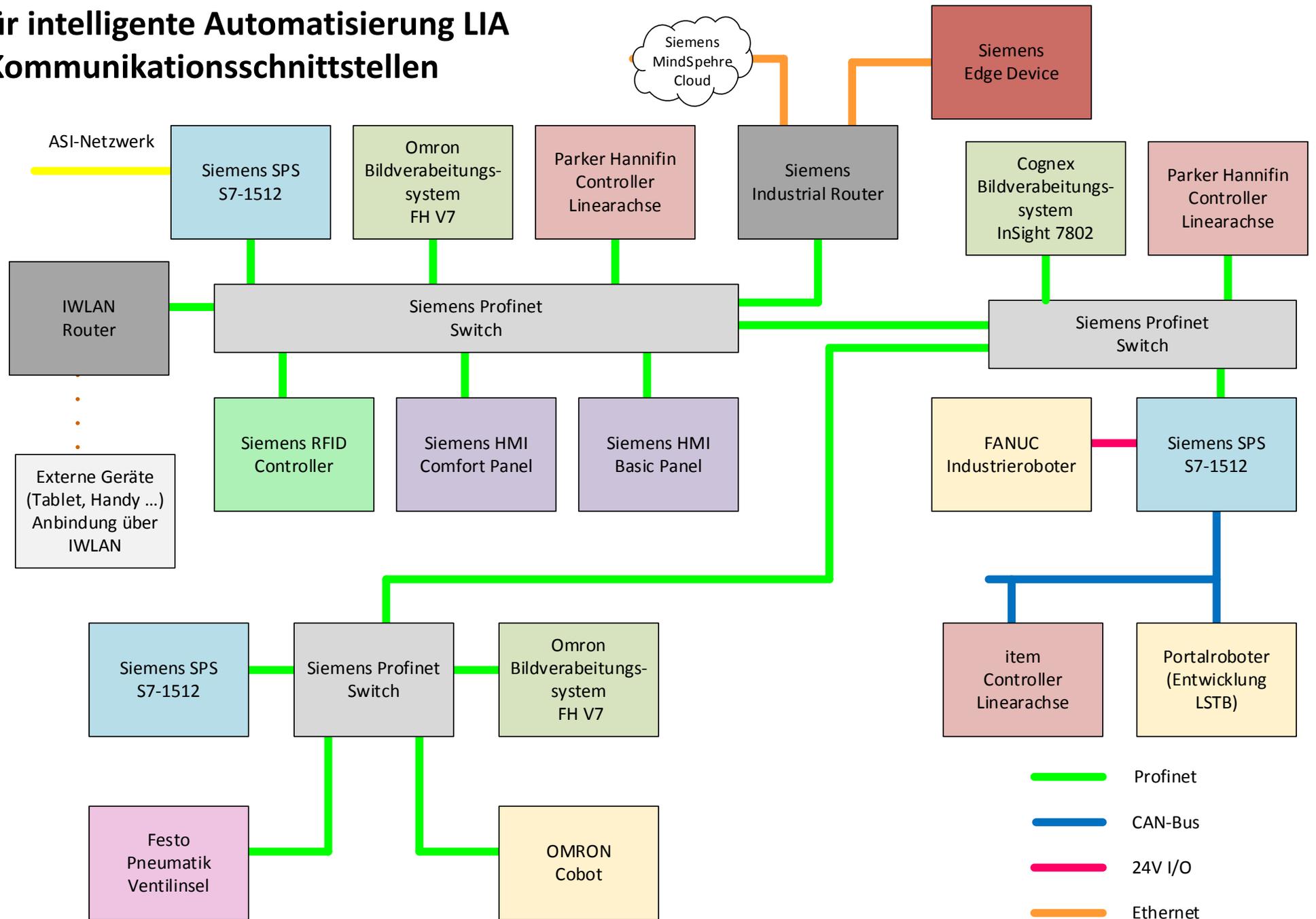
- Condition Monitoring, Predictive Maintenance (in Planung)
- Anbindung an Edge/Cloud (in Arbeit)



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

5. Übersicht Kommunikationsschnittstellen



Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

6. Die Unterstützer von LIA aus der Industrie 1/3

Wir danken allen Partnern und Unterstützern die die Realisierung von LIA erst möglich gemacht haben.

Logo

Anschrift und in diesem Projekt verwendete
Dienstleistungen und Komponenten (alphabetisch)



Büchner Lichtsysteme GmbH
86465 Welden
Beleuchtungssysteme für die Technische Bildverarbeitung



CAD Ing.-Büro Breuer
57462 Olpe
Konstruktionsdienstleistung, 3D-Druck



igus GmbH
51147 Köln
Linear- und Antriebstechnik, Energieführungssysteme

6. Die Unterstützer von LIA 2/3



KOCH GmbH & Co. KG
32361 Pr. Oldendorf
Antriebstechnik



Omron Electronics GmbH
40764 Langenfeld
Technische Bildverarbeitung, Cobots



Parker Hannifin GmbH
41564 Kaarst (Germany)
Antriebstechnik



Pepperl+Fuchs SE
68307 Mannheim
AS-Interface Komponenten, Gateways, Sensoren



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

6. Die Unterstützer von LIA 3/3

The Siemens logo, consisting of the word "SIEMENS" in a bold, teal, sans-serif font.

Siemens AG
80333 München
Steuerungstechnik, Profinetkomponenten



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung

Lehrsystem für intelligente Automatisierung LIA

7. Im Rahmen von LIA durchgeführte studentische Projekte und Abschlussarbeiten



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Pflanzmontage

- Entwicklung von Anwendungen für die IOT2050-Plattform: MQTT- und OPC UA-Kommunikation sowie Konfiguration
- Systemanalyse Rütteltisch
- Erstellung eines digitalen Zwillings mit Siemens SIMIT und Siemens NX MCD
- Konstruktion und Aufbau eines Portalroboters für LIA
- Inbetriebnahme eines Siemens OpenControllers
- Inbetriebnahme von IoT - Gateways zur Realisierung von Retro-Fit
- Einrichtung und Programmierung eines kollaborierenden Industrieroboters („Cobot“) zur automatisierten Montage v
- Anbindung von LIA an CLOUD (Siemens Mindsphere) und EDGE
- Erstellung eines Konzepts für die optische Füllstandskontrolle in einem Teilelager
- Inbetriebnahme von IoT - Gateways zur Realisierung von Retro-Fit
- Recherche und Bewertung von Subsystemen der Getriebedeckelmontage in der Industrie
- Entwicklung eines variantenadaptiven Montagekonzepts am Beispiel von Kleingetrieben

8. Versionshinweise

Die Versionshinweise sind ab Version 5 aufgeführt

Version 5 Oktober 2022

- neu Abschnitt 3.4 Teilelager – optische Füllstandsüberwachung
- neu Abschnitt 5. Übersicht Kommunikationsschnittstellen – Cognex InSight 7802

Version 6.1 Februar 2024

- neu Abschnitt 3.9 Montage des Gehäusedeckels ...



Labor für
Steuerungstechnik
und
Technische
Bildverarbeitung