Station: Werkstückträger Be- und Entladung

Studienarbeit

in der

5. Theoriephase

im Studiengang Elektrotechnik Automation

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg

von

Lea Fischer,

Fabian Sessinghaus

08.01.2024

Bearbeitungszeitraum	5. Semester
Matrikelnummer, Kurs	7409196, TEA 21
	2953560, TEA 21
Betreuer der Studienarbeit	Prof. Dr. Thomas Dietmüller
Gutachter der Dualen Hochschule	Prof. Dr. Thomas Dietmüller

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass meine Projektarbeit mit dem Thema:

„Station: Werkstückträger Be- und Entladung“

selbständig verfasst und keine anderen Angaben als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Friedrichshafen, 08.01.2024



_____

Lea Fischer



_____

Fabian Sessinghaus

Gender-Hinweis

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Hausarbeit das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich - sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Arbeit und der auf ihr aufbauenden Weiterführung im Sommer 2024, wird an zwei Stationen des Produktionsnetzwerks am Campus Friedrichshafen gearbeitet. An den Stationen haben bereits Vorgängergruppen gearbeitet und ein betriebsfähiges System fertiggestellt. Da das System allerdings nicht einwandfrei funktioniert, ist es Aufgabe dieser Studienarbeiten, das bestehende System zu optimieren. Die erste Studienarbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit der Station Werkstückträgerbeladung.

Bei der Station Werkstückträgerbeladung findet die Beförderung der Werkstücke und Werkstückträger auf das Bandsystem statt. Dabei werden Rohteile von einem Transportfahrzeug geliefert und vom kollaborativen Roboter abgenommen. Beim bisherigen System funktioniert die Positionsbestimmung des Transportfahrzeugs nicht richtig, weshalb hierfür ausgiebige Recherche zu möglichen Positionserkennungsmethoden mittels Kamerasystemen erfolgte. Als Resultat wurde ein Kamerasystem von der Firma ifm angeschafft.

Um einen flüssigen Durchlauf in der Produktionslinie erfüllen zu können, ist ein Lager für die Rohteile notwendig. Das bisherige Lager ist in seiner Kapazität sehr beschränkt, weshalb hierfür ein neues Lager mit deutlich größerer Kapazität konstruiert werden soll. Hierfür wurde ein neues Konzept für das Lager entwickelt und ein erster Prototyp gebaut.

Abstract

As part of this work and its continuation in summer 2024, work will be carried out on two stations of the production network at the Friedrichshafen campus. Previous groups have already worked on the stations and completed an operational system. However, as the system is not yet working properly, the task of this student research project is to optimize the existing system.

The first student research project is mainly concerned with the workpiece carrier loading station.

At the workpiece carrier loading station, the workpieces and workpiece carriers are transported onto the conveyor system. Raw parts are delivered by a transport vehicle and picked up by the collaborative robot. With the previous system, the positioning of the transport vehicle did not work properly, which is why extensive research was carried out into possible position detection methods using camera systems. As a result, a camera system from ifm was purchased.

A warehouse for the raw parts is necessary to ensure a smooth flow in the production line. The capacity of the existing warehouse is very limited, which is why a new warehouse with a significantly larger capacity is to be constructed. A new concept for the warehouse was developed and an initial prototype built.

Inhaltsverzeichnis

ERKLÄRUNG ..... **I**

GENDER-HINWEIS ..... **II**

KURZFASSUNG ..... **III**

ABSTRACT ..... **IV**

INHALTSVERZEICHNIS ..... **V**

1. EINLEITUNG **1**

1.1 VORSTELLUNG DER ZUKUNFTSFABRIK BODENSEE 1

1.2 STATION WERKSTÜCKTRÄGERBELADUNG (STAND OKTOBER 2023) 4

1.3 STATION BIN-PICKING (STAND OKTOBER 2023) 6

2. PROBLEMSTELLUNG **7**

3. GRUNDLAGEN **9**

3.1 UR5 9

3.2 KAMERASYSTEM (IFM) 11

4. SCHNITTSTELLEN **13**

4.1 SCHNITTSTELLE GRUPPE: DIGITALER ZWILLING 13

4.2 SCHNITTSTELLE GRUPPE: TRANSPORTSYSTEM 14

4.3 SCHNITTSTELLE GRUPPE: DEMONTAGEPROZESS 15

4.4 SCHNITTSTELLE GRUPPE: STEUERUNG VON ANLAGEN 15

4.5 SCHNITTSTELLE RITZ-GEBÄUDE 16

5. UMSETZUNG **17**

5.1 BESCHAFFUNG KAMERA 17

5.2 PROTOTYP LAGER 18

6. FAZIT UND AUSBLICK **21**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS ..... **VI**

TABELLENVERZEICHNIS ..... **VII**

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ..... **VIII**

LITERATURVERZEICHNIS ..... **IX**

1. Einleitung

1.1 Vorstellung der Zukunftsfabrik Bodensee

Die Zukunftsfabrik Bodensee ist ein einzigartiges Produktionsnetzwerk am Campus Friedrichshafen, an dem sinnvolle Forschungsaktivitäten unternommen werden. Es entsteht aus einer Kooperation zwischen der DHBW Ravensburg und dem Institut für Weiterbildung, Wissens- und Technologietransfer (IWT). Demnach setzt sich das Produktionsnetzwerk aus dem produktionstechnischem Zentrum (PTZ) der DHBW und der Lernfabrik des IWT zusammen. Beide Labore haben ihren Standort am Campus in Fallenbrunnen.

Das Ziel der Zukunftsfabrik ist die Bildung einer realen Wertschöpfungskette mit vernetzten, adaptiven und selbstlernenden Systemen. Das Produktionsnetzwerk arbeitet nach dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft, bei dem ein „Smart Product“ in hoher Variantenvielfalt gefertigt und auch wieder zurückgeführt wird. Es findet also sowohl Montage, als auch Demontage statt.

Mit diesem Projekt bietet die Zukunftsfabrik Bodensee eine Grundlage für zielgerichtete, praxisorientierte Forschung nach den aktuellen Bedürfnissen der Industrie. Die dabei auftretenden Bereiche sind Digitaler Zwilling, Künstlichen Intelligenz in der Produktion, Mensch-Maschinen-Interaktion, Produktionsplattformen und Kreislaufwirtschaft.

Das Konzept hat seinen Start im PTZ. Hier befindet sich ein mit Sensoren ausgestattetes Bandsystem, welches vier Stationen verbindet. Am Bandsystem wird mittels eines QR-Readers die benötigte Variante ins System eingelastet.
An der ersten Station befindet sich ein kollaborativer Roboter. Dieser ist für das Befördern der Werkstücke und Werkstückträger auf das Bandsystem verantwortlich.

Dabei nimmt der Roboter die Werkstücke entweder vom Lager an seiner Station oder vom Transportfahrzeug, welches für den Transport der Werkstücke zwischen dem PTZ und der Lernfabrik zuständig ist, auf.

An der zweiten Station werden abhängig von der Produktvariante die entsprechenden Bolzen mittels Bin Picking kommissioniert und auf den Werkstückträger gegeben. Bei der dritten Station handelt es sich um einen manuellen Handarbeitsplatz. Dieser beinhaltet eine entkoppelte Vormontage und die finale Montage des Vorprodukts. Dabei wird der Werker durch ein hochmodernes Werkerassistenzsystem geführt. An der vierten Station findet die Endprüfung und die Übergabe an das Transportsystem statt. Mit dem Transportfahrzeug wird das Produkt zur Lernfabrik geliefert. Hier findet nach einer kurzen manuellen Montagetätigkeit die Endmontage statt. Hierfür wird eine automatisierte Schraubstation genutzt. An einem weiteren Endprüfstand wird das fertige Produkt auf Richtigkeit geprüft und eingelagert. Anschließend kann das Produkt für die Demontage genutzt werden.

Der Demontageprozess wird in diesem Absatz nicht näher erläutert, da sich dieser noch in der Entwicklungsphase befindet und noch kein endgültiges Konzept vorhanden ist.

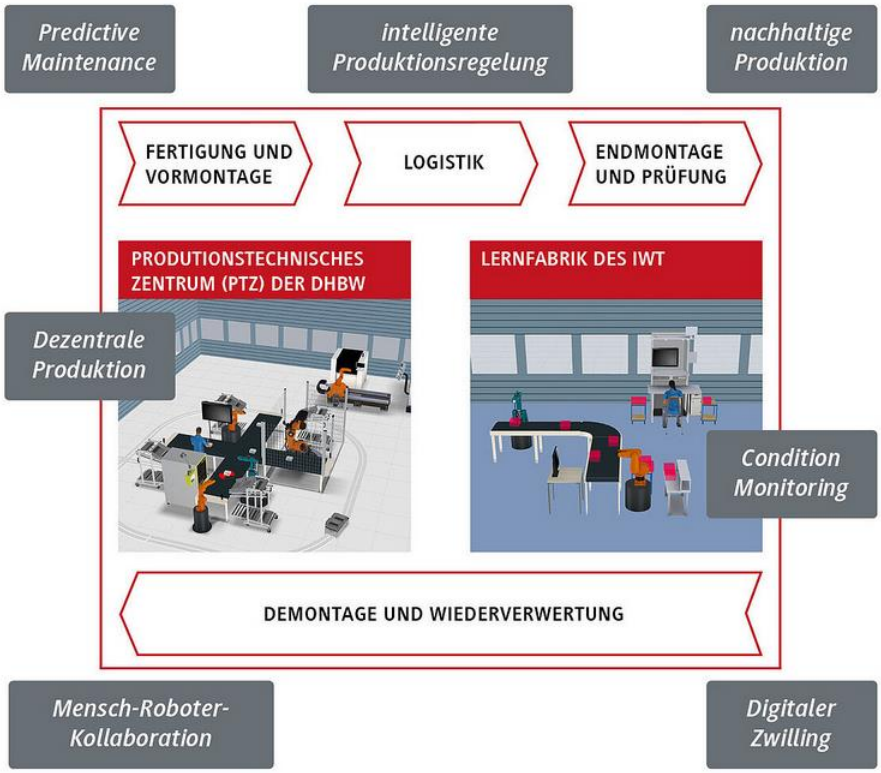


Abbildung 1: Konzept-Übersicht

(https://www.ravensburg.dhbw.de/forschung-transfer/kompetenzzentren/zentrum-fuer-digitalisierung-in-produktion-und-produkt-entwicklung#zukunftsfabrik-bodensee)

Die Darstellung in Abbildung eins dient als Übersicht des Konzepts und stellt unterschiedliche Schnittstellen dar.

Das Großprojekt hat im Oktober 2022 gestartet. Dabei hat sich das Projektteam aus 23 Studierende, vier Professoren, vier Laboringenieure, drei wissenschaftlichen Arbeitern und drei Doktoranden zusammengesetzt. Dabei wurde das Projekt in zwölf Teilprojekte aufgeteilt

Aktuell wird das Projekt von zwölf Teams mit insgesamt 27 Studierenden und sieben Betreuern weitergeführt. (vgl. DHBW)

1.2 Station Werkstückträgerbeladung (Stand Oktober 2023)

An der ersten Station im PTZ findet die Werkstückträgerbeladung statt. Die Vorgängergruppe hat an dieser Station schon sehr gute Arbeit geleistet, sodass bereits ein betriebsfähiges System vorliegt.

Die folgende Tabelle stellt die erledigten Aufgaben der Vorgängergruppe dar.

Aufgabe	**Beschreibung**
Konstruktion eines Zwischenlagers für die Werkstückträger	Da die Anzahl der Bauteile, die in der Produktionsstraße bearbeitet werden, variieren kann, soll die Anzahl der Bauteilträger flexibel zur Anzahl der Werkstücke angepasst werden können. Hierfür wurde ein Zwischenlager für die Werkstückträger konstruiert.
Konstruktion eines Lagers für die Rohteile	Um genügend Rohteile für die Produktion zur Verfügung zu haben, wurde ein Lager für die Rohteile konstruiert.
Konstruktion eines Greifer-Aufsatz	Um sowohl Werkstücke als auch Werkstückträger greifen zu können, muss ein spezieller Greifer-Aufsatz entwickelt werden. Dieser wurde mit einem 3D-Drucker gedruckt.
Programmierung des Roboters	Programmierung der einzelnen Arbeitsschritte des Roboters als Ablaufsteuerung.

Tabelle 1: erledigte Aufgaben

Bei der Programmierung des Roboters wurden die einzelnen Arbeitsschritte in drei Aufgabenbereiche aufgeteilt. Diese werden in der folgenden Darstellung beschrieben.(vgl. T3200 [Simanowski/Rose])

Aufgabenstruktur:

Auflegen (A)	A_load_carrier()	der Bauteilträger wird aus dem Zwischenlager auf das Band aufgelegt
	A_load_workpiece()	das Rohteil wird aus dem Magazin auf das Band gelegt
Abnehmen (B)	B_unload_workpiece()	das fertige Bauteil wird vom Band abgenommen und an die passende Ablagestelle gelegt
	B_unload_carrier()	der Bauteilträger wird vom Band abgenommen und in das Zwischenlager einsortiert
Zwischenlager-verwaltung (C)	C_load_carrier()	der an der Übergabestelle liegene Bauteilträger wird in das Zwischenlager einsortiert
	C_unload_carrier()	ein Bauteilträger aus dem Zwischenlager wird an die Übergabestelle gelegt
	C_load_transporter()	zwischengelagerte Bauteile werden auf den Transporter geladen

Abbildung 2: Aufgabenstruktur

(vgl. T3200 [Simanowski/Rose])

Die folgende Abbildung zeigt den aktuellen Stand der Station.



Abbildung 3: Station Werkstückträger Be- und Entladung

(eigene Darstellung)

1.3 Station Bin-Picking (Stand Oktober 2023)

Auch bei der Bin-Picking-Station wurde von einer Vorgängergruppe ein betriebsfähiges System geschaffen. Es wurde ein Programm für die Steuerung des Cobots entwickelt, mit dem die Anforderungen des Produktionsnetzwerks umgesetzt werden können. Demnach ist der Roboter in der Lage, abhängig von der Produktvariante, die geforderte Menge an Bolzen mittels Bin-Picking aus einer Kiste mit vielen Bolzen zu greifen und auf den Werkstückträger zu befördern. Zudem wurde eine Anbindung an die SPS[1] umgesetzt, wodurch eine Prozessintegration in das Produktionsnetzwerk geboten ist. Des Weiteren wurde ein digitaler Zwilling der Bin-Picking-Station erstellt und in den digitalen Zwilling des gesamten Produktionsnetzwerks integriert. Mit dem digitalen Zwilling kann das Produktionsnetzwerk bereits vor der abgeschlossenen Entwicklung getestet und mögliche Probleme frühzeitig erkannt werden. (vgl. T3200 [Deutsch/Zwick])

Die folgende Abbildung zeigt die Bin-Picking-Station.



Abbildung 4: Bin-Picking-Station

(eigene Darstellung)

[1] Steuerprogrammierbare Steuerung

2. Problemstellung

Die Vorgängerteams, welche bereits an den Stationen für die Werkstückträgerbeladung und Bin-Picking tätig waren, haben viele sinnvolle Ideen für das Großprojekt eingebracht und an ihren Stationen umgesetzt. Daraus resultiert, dass beide Stationen bereits funktionsfähig und in dem Kreislauf eingebunden sind.
Auf Grundlage des aktuellen Standes der beiden Stationen, welche in den vorherigen Kapiteln erläutert wurden, basiert diese Arbeit. Dabei geht es nicht um das Neuentwickeln der Stationen, sondern um das Optimieren und Ergänzen der umgesetzten Ideen unter Einbringung von neuen Ansätzen.

Bei der Inbetriebnahme der Station Werkstückträgerbeladung wurde ersichtlich, dass bereits einiges sehr gut funktioniert, jedoch in vielen Punkten noch Optimierungsbedarf besteht.
Zum Einem fiel auf, dass der Greifer-Aufsatz beschädigt war, da er offensichtlich nicht der Belastung standhalten konnte. Demnach muss hierfür ein neuer Aufsatz angebracht werden.

Des Weiteren wurde ersichtlich, dass das umgesetzte Konzept zum Be- und Entladen des Transportfahrzeugs nicht einwandfrei funktioniert. Dabei kommt es zu Fehlgriffen, da das Fahrzeug nicht jedes Mal an exakt der gleichen Stelle ankommt. Hierfür muss demnach das Konzept optimiert werden, um eine sichere Interaktion zwischen Roboter und Transportfahrzeug zu ermöglichen. Hierfür soll die Möglichkeit zum Erkennen der Position mittels Einsatz einer Kamera recherchiert werden. Anhand des Ergebnisses muss ein geeignetes Kamerasystem rausgesucht und in die Station eingebunden werden.

Ein weiterer Punkt zum Optimieren stellt das Lager der Rohlinge dar. Hier ist man in der Anzahl durch das bisherige Konzept sehr begrenzt, weshalb hierfür ein neues Konzept entwickelt werden soll.

Bei der Bin-Picking Station hat sich herausgestellt, dass keine Griffsicherheit von 100% gewährleistet werden kann. Um die Prozesssicherheit erheblich zu verbessern, soll hierfür eine Prüfung in den Prozess integriert werden. Hierfür dient der optische 2D-Mikrometer TM-3000, welcher sich bereits in der Station befindet. Mit diesem kann zudem das Vermessen der Bolzen realisiert werden, wodurch eine Unterscheidung zwischen guten und mangelhaften Bolzen getroffen werden kann.

3. Grundlagen

3.1 UR5

Bei dem UR[2]5 handelt es sich um einen Cobot[3] von der Firma Universal Robots. Bei Cobots handelt es sich allgemein um Roboter, die ohne Schutzzaun sicher neben dem Menschen arbeiten können. Dabei findet eine Risikobeurteilung statt und die Sicherheitsfunktionen werden vom TÜV zugelassen und zertifiziert. (vgl. UR5)

Die folgende Abbildung zeigt den UR5.



Abbildung 5: UR5

(https://www.universal-robots.com/de/produkte/ur5-roboter/)

Der UR5 ist ein flexibler Roboter, der für verschiedene Industrietätigkeiten verwendet werden kann. Er eignet sich ideal für Pick-and-Place Anwendungen.

[2] Universal Robot

[3] Collaborative Robot

Die Programmierung des UR5 kann entweder mit dem Teach Pendant (siehe Abbildung 6) oder über die UR script language realisiert werden. Es kann aber auch eine Kombination aus beiden Möglichkeiten vorgenommen werden.
Bei der Programmierung mit der UR script language werden Skript Befehle von externen Geräten an den Roboter geschickt. Anhand der Befehle führt der Roboter die entsprechenden Aktionen aus.
Die andere Programmiermethode greift auf das Teach Pendant zurück. Dabei kann man die grafische Benutzeroberfläche zum Programmieren nutzen. Diese ist sehr logisch aufgebaut und sehr einsteigerfreundlich. Es sind also keine Vorkenntnisse erforderlich, wodurch das Programmieren bedeutend erleichtert wird. (vgl. Zacobria)

Allgemein bietet die Programmierung mit der UR script language mehr Möglichkeiten als das Teach Pendant. Jedoch ist hierfür eine umfangreiche Einarbeitung notwendig. Um diese aufwändige Einarbeitungsphase zu ersparen, hat man sich für die einfachere Programmiermethode mit der grafische Benutzeroberfläche entschieden. Diese sollte für die auftretenden Anwendungsfälle im PTZ ausreichen. Sollten im Laufe des Projektes doch Grenzen dieser Programmierung auftreten, können auch Script Bausteine in das Programm implementiert werden.

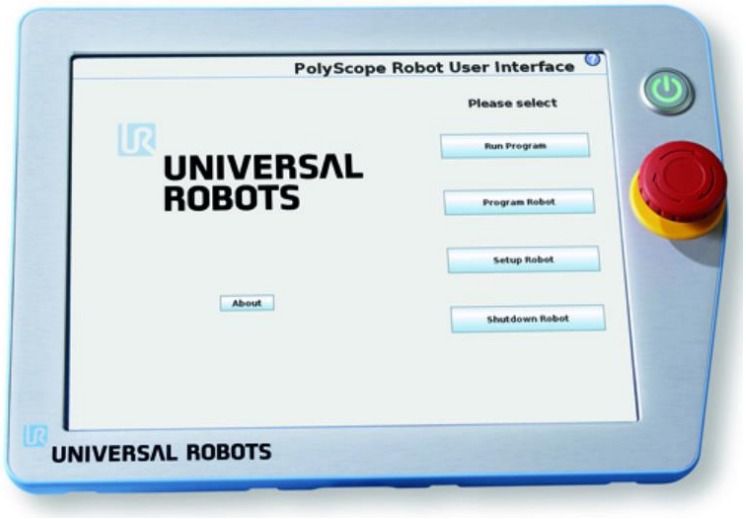


Abbildung 6: Teach Pendant

(https://www.cobotwebshop.com/en/product/teach_pendant/)

3.2 Kamerasystem (ifm)

Kameratechnik bezeichnet die Erfassung von Daten aus visuellen Aufnahmen. Diese Aufnahmen können in ihrem Aussehen und ihrer technologischen Umsetzung variieren.

Jede Kameratechnologie weist spezifische Funktionen und Möglichkeiten zur Datenerfassung auf. Für die Positionserkennung der Werkstückträger auf dem Transportroboter (Huskey) wurde die 3D[4] Kamera, O3D302 (siehe Abbildung 7) , der Firma ifm[5] beschafft.



Abbildung 7: ifm Sensor O3D302

(O3D302 (1500×1500) (ifm.com))

Sie arbeitet mit der Bildgebungstechnologie Lichtlaufzeitmessung (Time of Flight) und ermöglicht damit eine 3D-Erfassung ohne das Objekt abscannen zu müssen.

Die Position des Objektes wird durch die Beleuchtung mit einer modulierten Lichtquelle erkannt (siehe Abbildung 8). Es wird ein pulsbasiertes Licht vom Sender des Kamerasystems los geschickt. Dieses wird vom Objekt reflektiert und endet bei der Rückkehr beim Empfänger des Systems. Aus dieser Messung errechnet das System schließlich den Abstand zu den Objekten.

[4] Drei Dimensional

[5] Ingenieursgemeinschaft für Messtechnik

Eine Lichtlaufzeitkamera hat zwei wichtige Bestandteile, den Sensor und die IR-Lichtquelle. Sie arbeiten zusammen um den Abstand des Objektes zum Sensor zu messen. Dieses System erfasst gleichzeitig die Tiefen- und die Intensitätsinformationen jedes einzelnen Pixel im Bild. (vgl. Clearview- Lichtlaufzeitmessung)

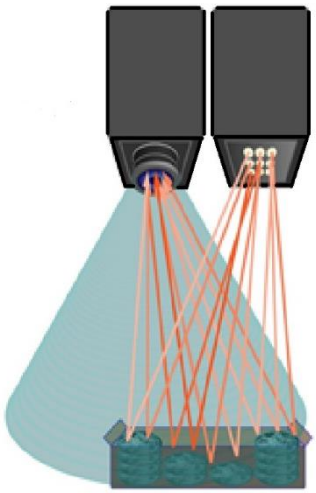


Abbildung 8: Lichtlaufzeitmessung Funktionsdarstellung

(clearview-imaging.com)

Wird die O3D302 genauer betrachtet besticht sie mit einer zuverlässigen Volumenbestimmung für die Lager- und Fördertechnik. Sie ist geeignet für die Vermessung quaderförmiger Objekte und hat dabei eine Zuverlässige Messung von Höhe, Breite und Länge zur Berechnung vom Volumen des Objektes. (vgl. Ifm)

Verknüpft wird die Kamera mittels einer Ethernet-Schnittstelle mit der Steuerbaren programmierbaren Steuerung und kann mit der Software ifm Vision Assistant nach den eigenen Anforderungen parametriert werden.

Aufgrund der aufgezeigten Eigenschaften eignet Sie sich für die benötigte Anforderung.

4. Schnittstellen

Bei der Bearbeitung der Aufgabe ist es wichtig mit den anderen beteiligten Gruppen im ständigen Austausch zu bleiben. Daher wird in diesem Abschnitt auf die überschneidenden Aufgabenbereiche hingewiesen und detaillierter beschrieben. Diese Zusammenarbeit ist essentiell wichtig für eine erfolgreiche weiter Entwicklung der Produktionslinie.

4.1 Schnittstelle Gruppe: Digitaler Zwilling

Die Gruppe Digitaler Zwilling erstellt eine exakte Darstellung der Produktionslinie in einem Programm an der dann neue Ideen erstmals getestet und Konzepte entwickelt werden können.
Damit diese digitale Kopie der Anlage immer auf dem neusten Stand ist, wird von jeder Gruppe eine Mitarbeit vorausgesetzt. Diese bezieht sich auf eine Benachrichtigung der Gruppe bei Umbauarbeiten oder Veränderungen an der Produktionslinie und eventuell der Weiterleitung der CAD[6]-Datei der neu eingebauten Produkte.

In der Bearbeitung dieser Studienarbeit bezieht es sich auf die Entwicklung einer neuen Lagermöglichkeit der Rohlinge und der Anbringung der 3D-Kamera.



Abbildung 9: Rohteil

(eigene Darstellung)

[6] Computer Aided Design

4.2 Schnittstelle Gruppe: Transportsystem

Das fertige Werkstück wird am Ende der Produktionslinie vom Roboter vom Transportband auf den Transportroboter gelegt. Dabei ist eine der wichtigsten gemeinsamen Anforderungen die genaue Übergabe des fertiggestellten Werkstückes auf den Husky. Hierzu wurde definiert, dass sich das Transportfahrzeug in einem abgesprochenen Übergabebereich einfindet. Dieser Bereich wird von der Kamera aufgenommen und die genaue Position an den Roboter weiter gegeben.

In der vorherigen Studienarbeit wurde festgelegt das der Husky mit einer maximalen Abweichung von zwei Millimeter an die vorbestimmte Position anfahren kann. Nach der Betrachtung der bemasten Zeichnung (siehe Abbildung 9) ist es in konkreten Zahlen ein Bereich von 992 auf 672 Millimeter.

(vgl. T1000 [Simanowski/Kehrer]

Nach dem jetzigen Stand der Gruppe Transportsystem ist dies nicht möglich. Sie geben uns einen Bereich inklusive Puffer vom 1500 auf 1000 Millimeter vor.

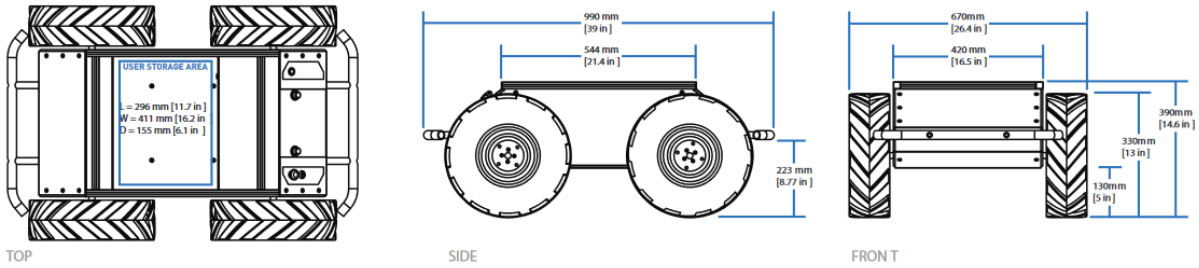


Abbildung 10: Husky Zeichnung

(Husky UGV - Outdoor Field Research Robot by Clearpath (clearpathrobotics.com))

Ob diese Möglichkeit so geplant umsetzbar ist wird in der nächsten Studienarbeit getestet.

Als zweiter bedeutender Absprache Punkt mit der Gruppe ist die maximal mögliche Anzahl an Werkstückträgerplätze auf dem Husky. Momentan ist die Anzahl auf vier Plätze beschränkt diese ist aber aufgrund der Platzverhältnisse noch erweiterbar.

4.3 Schnittstelle Gruppe: Demontageprozess

Erstmals in der Zukunftsfabrik wird die Möglichkeit eines Demontageprozesses auf der selben Produktionslinie getestet, geplant und entwickelt. Aufgrund der ähnlichen Aufgabenbeschreibung ist die Schnittstelle zu dieser Gruppe mit am größten.
Es wird ein übergreifendes Konzept zur Werkstückübergabe benötigt das sowohl für die Werkstücke funktioniert die in der Anlage aufgebaut werden sollen, sowie für die Werkstücke die demontiert werden müssen.
Dabei ist die Absprache von Optimierungsmöglichkeiten an der Station und die Entwicklung eines neuen Lagersystems von großer Bedeutung.

4.4 Schnittstelle Gruppe: Steuerung von Anlagen

Die Gruppe Steuerung von Anlagen ist für die Steuer Programmierbaren Steuerung zuständig. Sie verwalten und programmieren kleinere Programme für die verschiedenen Gruppen.
Da es für die Informationsweitergabe zwischen der Kamera und dem Roboter UR5 ein Komplexeres Programm ist. Wird die erste Struktur von unserer Gruppe übernommen.
In Zusammenarbeit mit dieser Gruppe wird das Programm in die Siemensteuerung anschließend angepasst und in das Hauptprogramm eingepflegt.

4.5 Schnittstelle Ritz-Gebäude

Der Gegenpart der Produktionslinie befindet sich im nahegelegenen Ritz-Gebäude. Verknüpft werden diese zwei Stationen mithilfe des Husky.

Da es aufgrund dieser Beziehung zu ähnlichen Aufgabenbereichen auf beiden Seiten kommt ist eine Kommunikation wichtig.

Aufgrund der neuen Konzeptidee zur Lageerkennung der Werkstücke mittels eines Bildverarbeitungssystem, wurde Kontakt mit dem Verantwortlichen der Produktionslinie im Ritz-Gebäude, dem Herrn Leber, aufgenommen um Möglichkeiten von Kamerasysteme zur Objekterkennung abzusprechen.

Bei diesem Informationsaustausch wurde herausgestellt das sie ebenfalls keine direkte Objekterkennung vom Husky haben. Im Ritz-Gebäude werden die Werkstücke mit der Hand entnommen und dann weiterverarbeitet.

Die nächste Objekterkennung folgt im nächsten Schritt, dort wird an einem Handarbeitsplatz mithilfe von Webcams und einem eigenen programmierten Programm herausgefunden welche Art Werkstück es ist und wie es weiter Verarbeitet werden muss. Diese Möglichkeit der Objekterkennung wurde in dieser Studienarbeit daraufhin erforscht. Dabei kam das Fazit heraus das eine 3D-Kamera aufgrund der exakteren Koordinatenbestimmung und Berechnung von Punkten geeigneter für die Anforderungen an der Station ist.

5. Umsetzung

Bei der Bearbeitung der Aufgaben waren für dieses Semester die einzigen zwei praktischen Punkte die Beschaffung der 3D-Kamera und die Entwicklung eines Werkstücklagers. Die genauere Umsetzung wird in den nächsten Abschnitten genauer beschrieben.

5.1 Beschaffung Kamera

Zur Lageerkennung des Husky und den darauf enthaltenen Werkstückträger wird die im Abschnitt 3.2 beschriebene 3D-Kamera benötigt. Aufgrund der nahen Zusammenarbeit mit der ifm group services wurde diese mit dem benötigten Zubehör gespendet und uns zur Verfügung gestellt.

Die Inbetriebnahme der Kamera, sowie ihre Einbindung in den vorhandenen Ablauf wird in der nächsten Studienarbeit bearbeitet.

5.2 Prototyp Lager

In Abbildung zehn wird die alte Lagermöglichkeit der Rohlinge erkenntlich. Darin ist weder Platz zur Erweiterung der Anzahl der Rohlinge, sowie Platz für ein weiteres Lager für die Demontageteile.

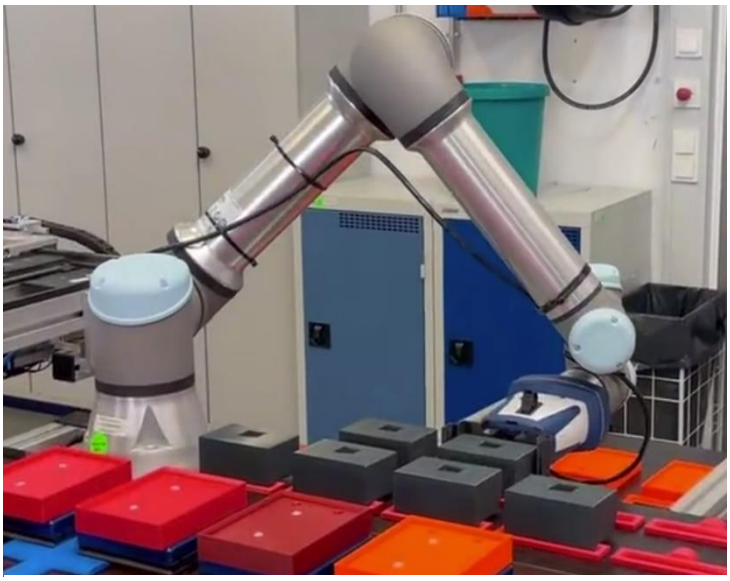


Abbildung 11: altes Konzept Lager

(eigene Darstellung)

Daraufhin begann der Prozess einer neuen Entwicklung eines Werkstücklagers. Für die ersten Versuche wurde mittels eines Pappkarton eine Vorrichtung gebaut.
Der erste Prototyp wurde nach der Skizze in Abbildung elf angefertigt.

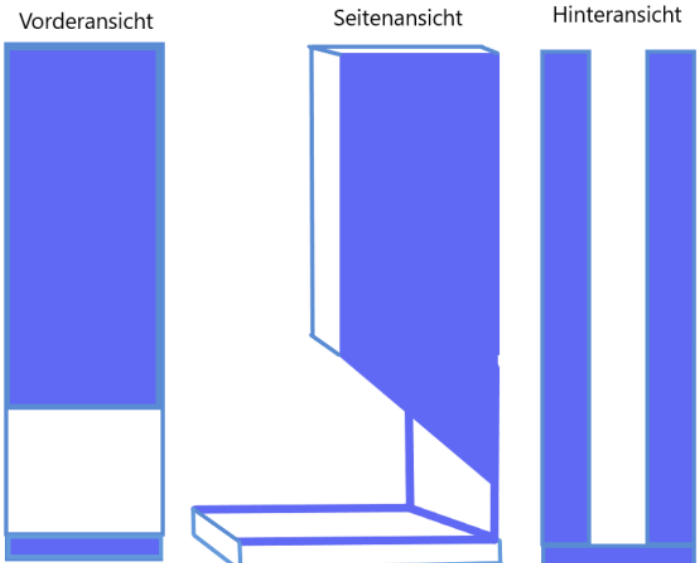


Abbildung 12: Skizze Prototyp Lager

(eigene Darstellung)

Dabei musste auf die folgenden Anforderungen geachtet werden:

- Rohteil gut greifbar für den Roboter
- Lager leicht nachfüllbar
- Ausreichend Stabilität für die gestapelten Rohteile

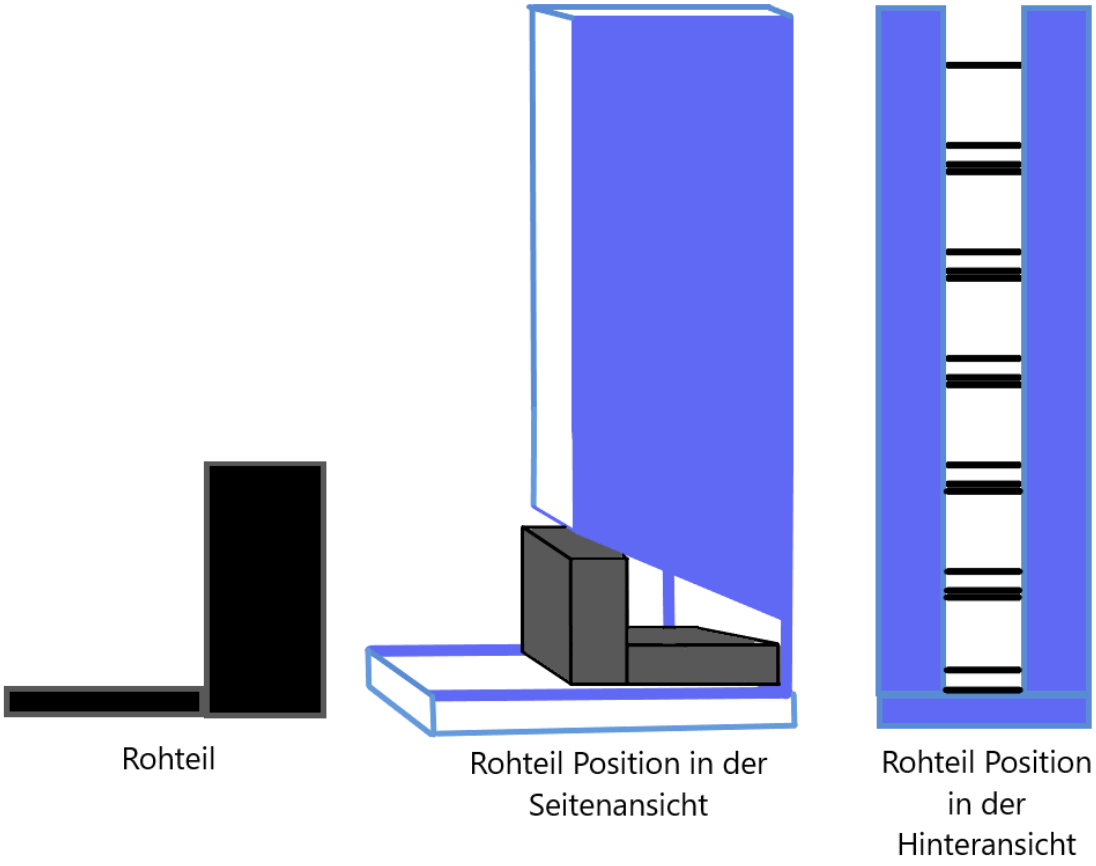


Abbildung 13: Skizze Lager mit Rohteil

(eigene Darstellung)

Zum besseren Verständnis ist in der Abbildung zwölf der Prototyp mit Rohteilen dargestellt. Dabei befindet sich auf der linken Seite eine Darstellung eines Rohteils, in der Mitte wie es aus dem Lager vom Roboter greifbar ist und auf der rechten Seite wie das Lager von hinten aussieht und befüllt werden kann.
Nach diesen Überlegungen entstand der Prototyp (siehe Abbildung 13).

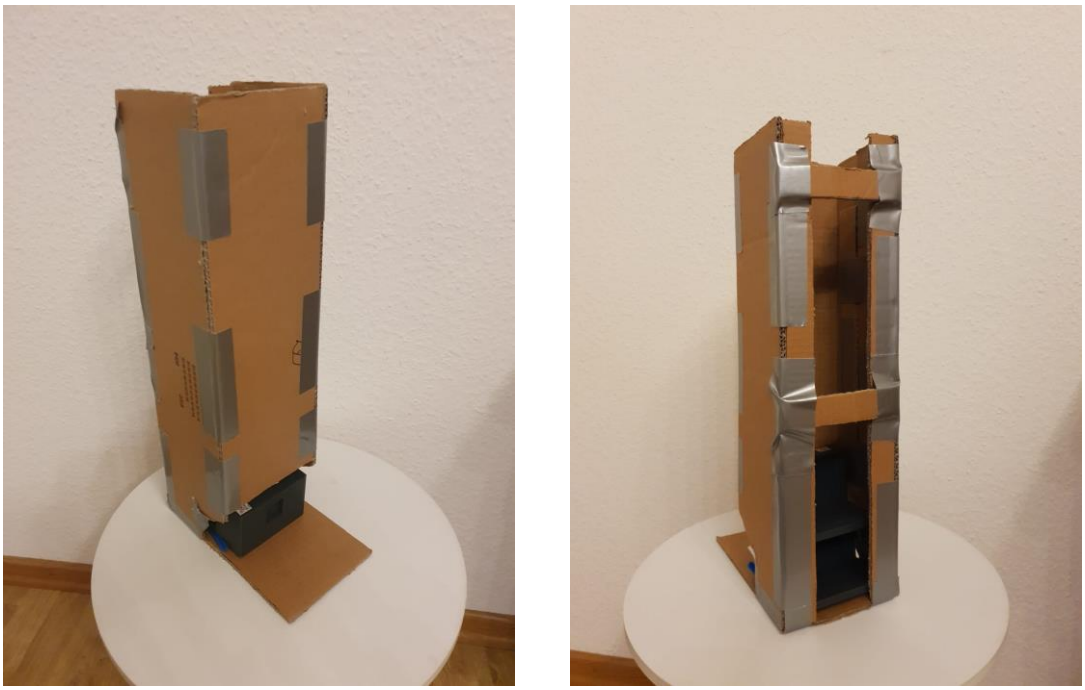


Abbildung 14: Lager Prototyp

(eigene Darstellung)

Nach mehreren Versuchen ein Rohteil nach dem anderen herausziehen zu können trafen die folgenden Erkenntnise ein:

- Die Wände rechts und links am Lager müssen bis zum Boden gehen
- Damit die Rohteile in der benötigten Position nachrücken werden Stopper benötigt die den Nachrück-Effekt abschwächen (möglich durch kleine Stücke Gummi)
- Die Wände um den Rohling dürfen nur minimal größer sein (siehe Abbildung 14)

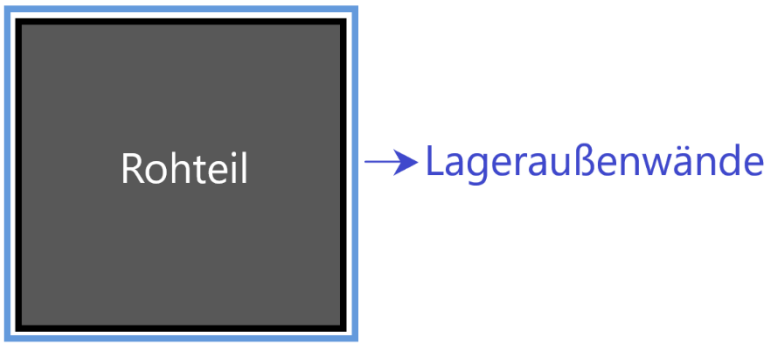


Abbildung 15: Draufsicht Lager

(eigene Darstellung)

6. Fazit und Ausblick

Der erste Teil der Bearbeitung der Studienarbeit war stark von theoretischer Recherchearbeit geprägt. Es musste sich zuerst in das bestehende System eingearbeitet werden. Das beinhaltete auch das Einarbeiten in die Programmierung des UR5. Zudem fand umfangreiche Recherche zum Thema Kamerasystemen statt. Hierfür wurde auch Kontakt mit Mitarbeitern des IWT aufgenommen, um sich deren im Betrieb befindenden Kamerasystem anzuschauen. Dabei stellte sich heraus, dass deren System für unsere Anforderungen nicht geeignet ist. Daraus resultierte, dass ein neues Kamerasystem ausgesucht und bestellt werden muss. Dies wurde in dieser Phase realisiert.

Des Weiteren wurde der Greifer-Aufsatz von dem Roboter bei der Werkstückträgerbeladungsstation ausgetauscht. Hierfür wurde ein Aufsatz mit verstärkten Streben, welcher von einem 3D-Drucker gedruckt wurde, verwendet und montiert. Zudem wurden Überlegungen über ein neues Konzept für das Lager der Rohlinge getätigt. Hierfür wurde ein Prototyp entwickelt, mit dem man die Kapazität deutlich erhöhen kann.

Im Ausblick auf die nächste Bearbeitungsphase gibt es noch einige offene Punkte, die behandelt werden müssen. Dies betrifft vor allem das Kamerasystem, welches zunächst aufgebaut und eine Verknüpfung mit dem Roboter hergestellt werden muss. Im Programm des UR5 muss ein variables Bezugskoordinatensystem hergestellt werden, das durch die Bestimmung der Objektkoordinaten berechnet werden kann. Im gleichen Zug müssen die vorhandenen Punkte im Programm ebenfalls auf das neue Koordinatensystem umgeschrieben werden, um ein flüssigen Programmfluss garantieren zu können.

Des Weiteren muss der Greifer-Aufsatz auf eine einwandfreie Funktion getestet werden.
Auch bei dem Prototyp vom Lager der Rohlinge müssen Anpassungen vorgenommen werden. Dieser muss noch optimiert und getestet werden, bevor es dann an die tatsächliche Umsetzung gehen kann.

Des Weiteren gibt es noch Optimierungsbedarf in Bezug zu der Bin-Picking Station. Die Einbindung des Vermessungsprozesses der Bolzen wurde noch nicht vorgenommen und muss daher in der nächsten Phase erfolgen.
Abschließend lässt sich sagen, dass in dieser Bearbeitungsphase die theoretischen Grundlagen für das erfolgreiche Bearbeiten der Aufgaben in der nächsten Phase geschaffen wurden. Durch die erhaltenen theoretischen Grundlagen und die Beschaffung aller notwendigen Komponenten, steht einem direkten Start in die praktische Arbeit nichts im Weg.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Konzept-Übersicht 3
Abbildung 2: Aufgabenstruktur 5
Abbildung 3: Station Werkstückträger Be- und Entladung 5
Abbildung 4: Bin-Picking-Station 6
Abbildung 5: UR5 9
Abbildung 6: Teach Pendant 10
Abbildung 7: ifm Sensor O3D302 11
Abbildung 8: Lichtlaufzeitmessung Funktionsdarstellung 12
Abbildung 9: Rohteil 13
Abbildung 10: Husky Zeichnung 14
Abbildung 11: altes Konzept Lager 18
Abbildung 12: Skizze Prototyp Lager 18
Abbildung 13: Skizze Lager mit Rohteil 19
Abbildung 14: Lager Prototyp 20
Abbildung 15: Draufsicht Lager 20

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: ERLEDIGTE AUFGABEN 4

Abkürzungsverzeichnis

IWT	Institut für Weiterbildung, Wissens- und Technologietransfer
PTZ	produktionstechnischem Zentrum
SPS	Steuerprogrammierbare Steuerung
UR	Universal Robot
Cobot	Collaborative Robot
3D	drei Dimensionalität
Ifm	Ingenieursgemeinschaft für Messtechnik
CAD	Computer Aided Design

Literaturverzeichnis

- Clearview- Lichtlaufzeitmessung: Lichtlaufzeitmessung: 3D-Aufgaben und deren Bewältigung ; URL: https://www.clearview-imaging.com/de/blog/lichtlaufzeitmessung-3d-aufgaben-und-deren-bew%C3%A4ltigung ; zuletzt geprüft am 14.08.2023.
- Ifm: O3D302 ; URL: https://www.ifm.com/de/de/product/O3D302 ; zuletzt geprüft am 08.01.2024
- DHBW: Zukunftsfabrik Bodensee ; URL: https://www.ravensburg.dhbw.de/forschung-transfer/kompetenzzentren/zentrum-fuer-digitalisierung-in-produktion-und-produktentwicklung#zukunftsfabrik-bodensee ; Zuletzt geprüft am 08.01.2024
- T3200 [Simanowski/Rose] ; Digitale Bildverarbeitung für Barcodes und Definition und Gestaltung der Übergabezone ; Studienarbeit T3200 von Robin Simanowski und Jeffrey Rose ; Stand: 17.07.2023
- T3200 [Deutsch/Zwick] ; Zukunftsfabrik Bodensee: Bin Picking für das Produktionsnetzwerk ; Studienarbeit T3200 von Alexander Deutsch und Tarek Zwick ; Stand: 17.07.2023
- UR5: Der UR5e ; URL: https://www.universal-robots.com/de/produkte/ur5-roboter/ ; Zuletzt geprüft am 08.01.2024
- Zacobria: Introduction to Universal-Robots Script Programming ; URL: https://www.zacobria.com/universal-robots-knowledge-base-tech-support-forum-hints-tips-cb2-cb3/index.php/universal-robots-script-programming/ ; Zuletzt geprüft am 08.01.2024
- T1000 [Simanowski/Kehrer]: Digitale Bildverarbeitung für Barcodes und Definition und Gestaltung der Übergabezone ; Studienarbeit T3100 von Robin Simanowski und Lukas Kehrer ; Stand: 16.01.2023