



Bachelorarbeit

zur Erlangung des Grades eines Bachelor of Engineering (B. Eng.)

Konzeption und Realisierung einer dezentralen Steuerung für eine Festo – Kommissionieranlage unter Berücksichtigung von RFID- Infrastrukturelementen

AUTOR

Ziniu Lu

Maschinenbau | Mechatronik | Physiktechnik

Matrikelnummer: 21002

E-Mail.: luziniuoskar@outlook.com

ERSTPRÜFER

Prof. Dr. H. Mrech

ZWEITERPRÜFER:

Dipl.-Inf. Ronny Kunow

Merseburg, den 24.04.2017

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlauf oder dem Sinn nach anderen Werken (dazu zählen auch Internetquellen) entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift des Verfassers

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1. Einleitung	1
1.1 Vorstellung der Bachelorarbeit	1
1.2 Aufgabenstellung und Trennung.....	2
2. Grundlagen.....	3
2.1 iCIM-System	3
2.2 Ziele beim Aufbau eines dezentralen Steuerungskonzeptes.....	3
3. Hardwarekomponenten der Kommissionieranlage.....	5
3.1 Hochregallager	6
3.2 Transportsystem und Touch Panel.....	8
3.3 Kommissionierstation.....	10
3.4 Palette und Werkstückträger	11
3.5 Zellenrechner	12
4. Softwaresysteme der Kommissionieranlage	15
4.1 CIROS Supervision	15
4.2 CIROS Studio.....	16
4.3 Siemens Step 7	17
5. Arbeitsprozesse an der Kommissionieranlage.....	18
5.1 Übersicht zu den Arbeitsprozessen.....	18
5.2 Kommissionieren.....	18
5.3 Ausliefern	19
6. Zentrale Steuerung der Kommissionieranlage	22
6.1 Netzansichten.....	22
6.2 Realisierung Arbeitsprozesse	23
6.3 Bewertungen der alten Lösung	23
7. Konzeption einer dezentralen Steuerung der Kommissionieranlage.....	25
7.1 Allgemeine Anforderungen	25
7.2 Alternative Lösungen	26

7.2.1 Lösung 1.....	27
7.2.2 Lösung 2.....	28
7.3 Auswertung	29
7.4 Aufbau RFID-Infrastruktur	30
7.5 Realisierung in den Softwares	31
7.5.1 Kommunikationsfunktionen SPS	31
7.5.2 Kommunikationsfunktionen Roboter	32
7.5.3 Kommunikationsfunktionen Arduino	33
7.5.4 Kommunikationsfunktionen PC.....	34
7.6 Kommunikationsprotokoll.....	35
8. Realisierung dezentrale System.....	38
8.1 Hochregallager	38
8.1.1 Arbeitsablauf	38
8.2 Transportsystem.....	43
8.2.1 Ablauf Stopper_1 und Stopper_2.....	43
8.2.2 Ablauf Stopper_3 und HMI.....	45
8.3 Kommissionierstation.....	47
8.3.1 Ablauf.....	47
8.3.2 Realisierung Multitaskfunktion	50
8.4 RFID-Geräte	52
8.4.1 Arbeitsablauf	52
8.5 Zellenrechner und Lagerverwaltung	53
8.5.1 Funktionen Interface	53
8.5.2 Funktionen Datenverwaltung.....	56
8.5.3 Überwachungssystem	58
9. Potenzielle Probleme und Optimierung	59
9.1 keine Palette gefunden	59
9.2 Platz der Palette besetzt	59
9.3 Blockierung des Roboters.....	60
9.4 Container ausgegangen.....	61
9.5 Palette immer umlaufen	61
10. Vergleich der konventionellen mit der „smarter“ Lösung.....	63
10.1 Vorteile	63

10.2 Nachteile	64
11. Zusammenfassung und Ausblick.....	65
11.1 Zusammenfassung.....	65
11.2 Ausblick	66
12. Literaturverzeichnis	67

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 iCIM-System	5
Abb. 2 Maßzeichnung iCIM-System.....	6
Abb. 3 Paletteplätze Hochregallager.....	7
Abb. 4 Teleskop	8
Abb. 5 Transportsystem und Arbeitsplätze	9
Abb. 6 Touch Panel / HMI	10
Abb. 7 Kommissionierstation	11
Abb. 8 Palette	12
Abb. 9 Werkstückträger	12
Abb. 10 Benutzerinterface	13
Abb. 11 Visualisierung der Transportprozesse	14
Abb. 12 Datenbank	14
Abb. 13 CIROS Supervision	15
Abb. 14 CIROS Studio	16
Abb. 15 SIMATIC Step 7.....	17
Abb. 16 Container Schwarz, Blau, Reaktor(Grau), Harz(Gelb).....	18
Abb. 17 Ablauf Kommissionieren	20
Abb. 18 Ablauf Ausliefern	21
Abb. 19 Netzansicht Kommissionieranlage.....	22
Abb. 20 Lösung 1	27
Abb. 21 Lösung 2.....	28
Abb. 22 Arduino	30
Abb. 23 Aufbau RFID-Gerät.....	31
Abb. 24 Funktion "AG_SEND" (FC5)	32
Abb. 25 Funktion "AG_RECV" (FC6)	32
Abb. 26 Beispiel Kommunikationsprogramm in MELFA-BASIC IV	33
Abb. 27 Bibliothek Kommunikationsprogramm Arduino	34

Abb. 28 Beispiel Kommunikationsprogramm im PC.....	34
Abb. 29 Funktionsablauf Hochregallager	42
Abb. 30 Funktionsablauf Stopper_1 & 2	44
Abb. 31 Funktionsablauf Stopper_3 und HMI	46
Abb. 32 Funktionsablauf Kommissionierstation	49
Abb. 33 Programm_1: Kommunikationen	50
Abb. 34 Programm_2 Palette ein- / ausnehmen	51
Abb. 35 Programm_3: Container_n auf die Palette einnehmen	51
Abb. 36 Interface.....	53
Abb. 37 Buttons	54
Abb. 38 Auftrag Status.....	55
Abb. 39 Datenverwaltung.....	56
Abb. 40 Auftragsstapel.....	57
Abb. 41 Auftragsstatus.....	57
Abb. 42 Lagerinhalt_Initialisierung	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 RFID_Tag_Daten	26
Tabelle 2 Kommunikationsdaten drei Stationen.....	35
Tabelle 3 Kommunikationsdaten zwischen Hauptstation und RFID-Infrastruktur	36
Tabelle 4 Kommunikationsdaten zwischen PC und SPS1	37

Abkürzungsverzeichnis

4CP	Leere Palette
CAM	Computer-aided manufacturing
DB	Datenbank
HMI	Human Machine Interface
iCIM	Interdisciplinary computer-integrated manufacturing
IDE	Integrated Development Environment
PC	Personal Computer
PROFIBUS	Process Field Bus
PROFINET	Process Field Network
RFID	Radio-Frequency Identification
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SQL	Structured Query Language
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol

1. Einleitung

Die Industrialisierung spielt immer eine wichtige Rolle in der nationalen Entwicklung. Heutzutage werden neue Anforderungen an der industriellen Produktion gestellt: die „intelligente“ Fabrik. Genauso wird der Begriff „Industrie 4.0“ geprägt.

„In der Industrie 4.0 verzahnt sich die Produktion mit modernsten Informations- und Kommunikationstechnik. Technische Grundlage hierfür sind intelligente, digital vernetzte Systeme, mit deren Hilfe eine weitestgehend selbstorganisierte Produktion möglich wird: Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und Produkte kommunizieren und kooperieren in der Industrie 4.0 direkt miteinander.“¹

Durch die Vernetzung aller Fertigungsketten können die Informationen der Produktionsprozesse echtzeitig überwacht und optimiert werden. So kann die Wirtschaftlichkeit der Produktion gesteigert, die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie gestärkt und die Flexibilität der Produktion erhöht werden.

1.1 Vorstellung der Bachelorarbeit

An der Hochschule Merseburg steht ein Festo-Kommissionieranlage, sogenannte „iCIM-System“. Das System wurde von einem Zellenrechner zentral gesteuert, um vier Produktvarianten bezüglich des eingegebenen Auftrags zu kommissionieren.

Die Aufgabe meiner Bachelorarbeit ist, das iCIM-System auf eine dezentrale Steuerlösung unter Berücksichtigung von RFID-Infrastrukturelementen zu konzeptieren und zu realisieren. Außerdem sind den Steuerungs-Interface und die Datenverwaltung entsprechend anzupassen. Die neue Lösung ist multimedial zu dokumentieren.

¹ <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/> (abgerufen am 15.03.2017)

1.2 Aufgabenstellung und Trennung

Die Aufgabe der vorliegenden Bachelorarbeit war es, das iCIM-System auf eine dezentrale Steuerlösung unter Berücksichtigung von RFID-Infrastrukturelementen zustellen. Dazu war ein Konzept zu erarbeiten und zu realisieren. Außerdem sollten das Steuerungs-Interface und die Datenverwaltung entsprechend angepasst werden. Die neue Lösung war multimedial zu dokumentieren

Um die Aufgabe zu schaffen, muss man zuerst das alte Programm prüfen, ob es noch funktionieren kann. Dann ist das Kommunikationsnetz jeder Arbeitsstation, Auswahl- und Aufbauplan der RFID-Infrastrukturelemente zu konzeptieren. Entsprechend wird das ganze System ergänzt. Zum Ende ist das ganze System zu prüfen und die Dokumentation multimedial zu notieren.

Die Bearbeitung der Bachelorarbeit erfolgte in einem Projekt in Kooperation mit dem Studenten, Herrn Lizhao Jin. Die Aufgaben zur Programmierung wurden getrennt. Das Hochregallager, das Transportsystem und das RFID-Modell wurden von Herrn Jin programmiert. Der Roboter, das Bedienpanel und die Datenverwaltung wurden von Verfasser programmiert. Die neue Lösung des Systems wird in dieser Arbeit detailliert dargestellt.

2. Grundlagen

2.1 iCIM-System

Das an der Hochschule Merseburg im Lehrstuhl für Produktionssysteme / CAM vorhandene automatisierte Kommissioniersystem mit Kommissionierstation, Transportsystem und Hochregallager basiert auf dem Festo-Konzept iCIM.

„iCIM“-System (Eng: interdisciplinary computer-integrated manufacturing; DE: Interdisziplinäre Computerintegrierte Fertigung) ist der Herstellungsansatz der Verwendung von Computer, um den gesamten Produktionsprozess zentral zu kontrollieren.²

Der Hauptvorteil des iCIM-System ist die Möglichkeit, automatisierte Fertigungsprozesse zu erstellen. Außerdem kann die Fertigung durch die Integration von Computer schneller und weniger fehleranfällig sein.³

Trotzdem ist iCIM-System sehr komplex, um alle Anlagen, Roboter, Fließband usw. miteinander anzupassen, da die CIM-Komponenten aus verschiedene Fabrik hergestellt werden und die Kompatibilität nicht gewährleistet ist. Entsprechend wird die Anschaffung – oder Entwicklungskosten sehr hoch.

Ein anderes Problem ist die niedrige Flexibilität. Nach einem Umbau eines iCIM-System muss die Logistik ganz neu konzipiert werden.⁴

2.2 Ziele beim Aufbau eines dezentralen Steuerungskonzeptes

Bei einem dezentralen Steuerungssystem werden die oben dargestellten Probleme vermieden werden. Jede Komponente des Systems arbeitet unabhängig. Sie kommunizieren miteinander nur durch ein bestimmtes Protokoll. Mit Einsatz von RFID-Infrastruktur bei jeder Komponente wird immer die RFID-Tag-Information an dem Produkt gescannt. Die Soll-Zustand und Ist-

² <http://www.atcv.de/downloads/cim%20projekt.pdf> (abgerufen am 17.03.2017)

³ <http://www.atcv.de/downloads/cim%20projekt.pdf> (abgerufen am 17.03.2017)

⁴ <http://www.digital-manufacturing-magazin.de> (abgerufen am 18.03.2017)

Zustand wird verglichen und festgestellt, ob das Produkt bei dieser Komponente verarbeitet soll.

Es ist der Logistik des Systems vorteilhaft, da eine Komponente von anderen ganz getrennt wird und nicht aufeinander beeinflusst. So kann man verschiedene Maschinen mit unterschiedlichen Normen und Softwares in einem Fertigungssystem zusammenbauen. Und die Maschine oder Mitarbeiter in einer Fertigungskette hat mehr Flexibilität und Freiheit, selbst zu regeln. Auf diese Weise wird die Komplexität des Systems beherrscht. Für eine Fertigungsupgrade und Systemaufbau ist es auch geeignet. Es wird effizienter und wirtschaftlicher.⁵

Das ist der Grund, warum diese Arbeit entwickelt wird.

⁵ <http://www.atcv.de/downloads/cim%20projekt.pdf> (abgerufen am 17.03.2017)

3. Hardwarekomponenten der Kommissionieranlage

Im Labor A/-1/13 im Hochschule Merseburg ist diese Kommissionieranlage aus verschiedenen, dem iCIM-System vom FESTO AG zugehörigen, Stationen zusammengestellt. Wie in der Abbildungen 1 und 2 gezeigt wird, das System wird im folgenden Stationen verteilt: Hochregallager, Transportsystem, Kommissionierstation. Dazu liegt ein Zellenrechner, dass das System kontrollieren und überwachen kann.

Die Hardware jeder Station und alle anliegende Sensoren wird ausführlich erklärt.

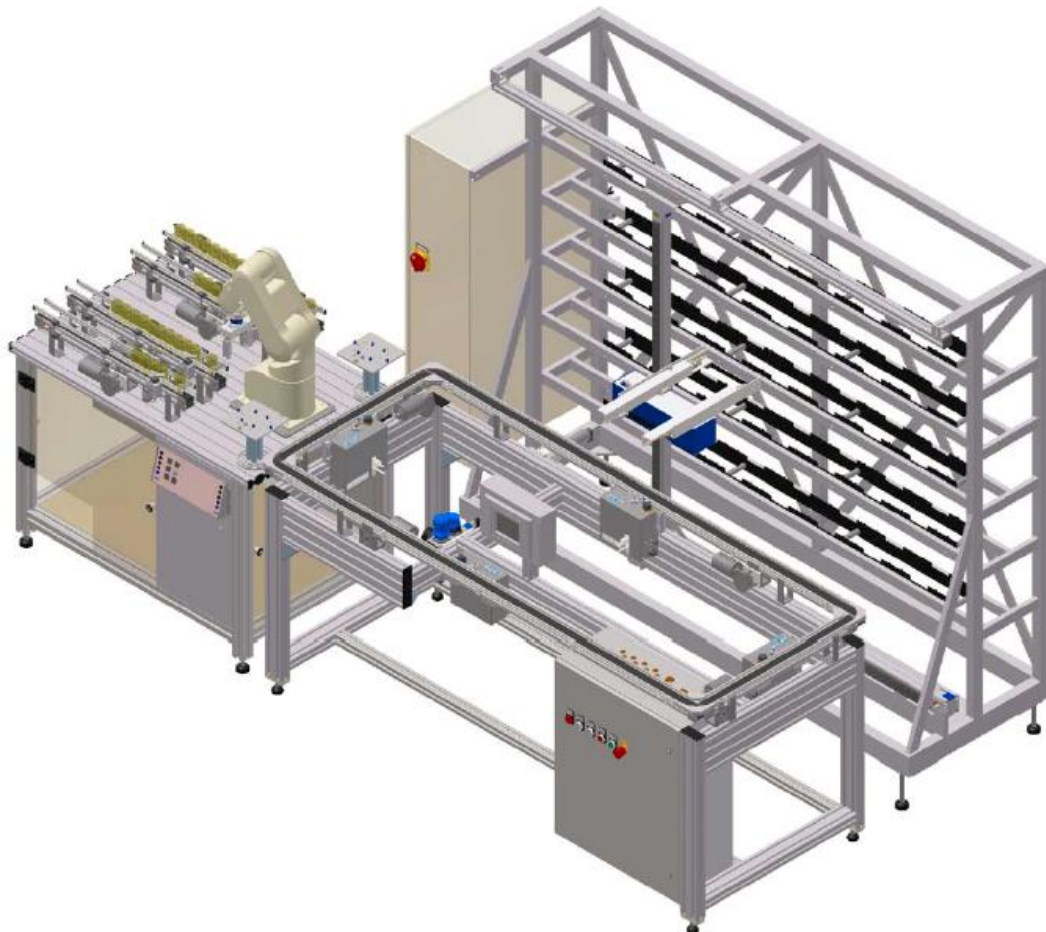


Abb. 1 iCIM-System⁶

⁶ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Handbuch_A002

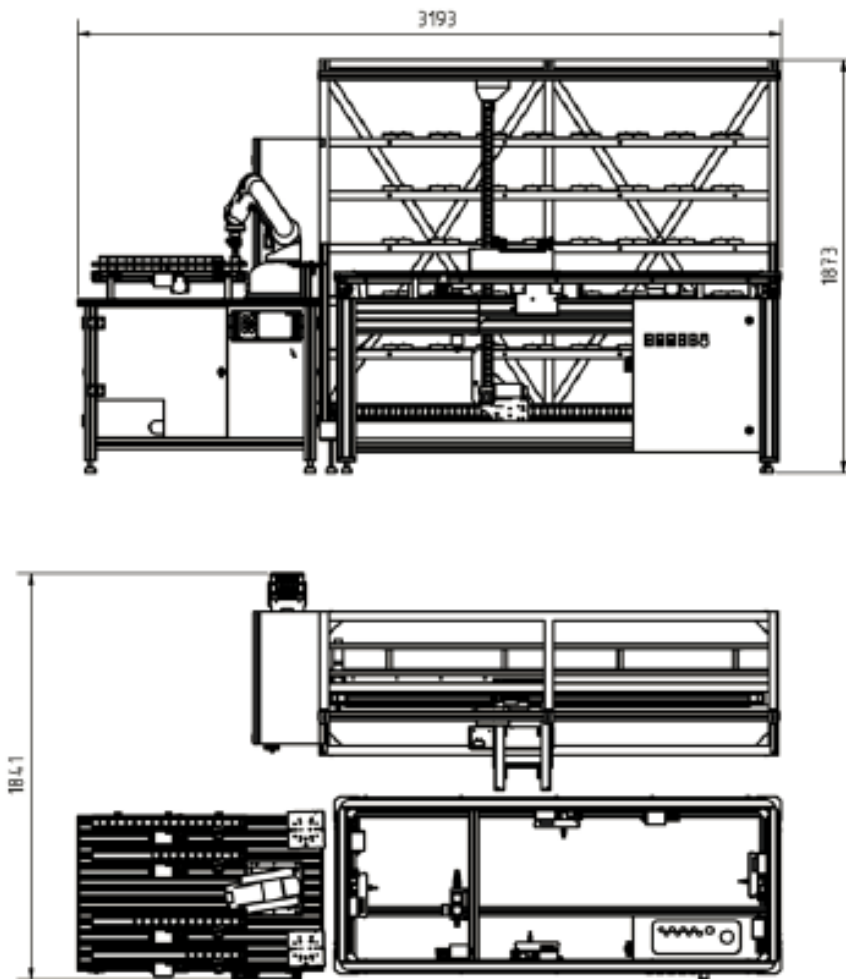


Abb. 2 Maßzeichnung iCIM-System⁷

3.1 Hochregallager

Die Station Hochregallager ist für das Ein- und Auslagern von Paletten konstruiert worden. Es gibt insgesamt 40 Plätze (siehe Abb. 3), um die belegten oder leeren Paletten ein- aus- oder umzulagern.

Mit Einsatz des Teleskops (Abb. 4) kann die Paletten von Transportsystem in die verschiedenen Fächer des Hochregallagers ein- oder auszulagern. Das Teleskop kann auf beiden Seiten ausfahren. In der Mittel der schwarzen Stange

⁷ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Hochregallager_A001

steht ein Sensor, der die Palette erkennen kann. Die zufahrende Position wird von einer Teach-Box geteachet und in der SPS gespeichert.

Das Lager wird von ein Siemens S7-300 gesteuert. Mit einem CP343 Modul ermöglicht die Kommunikation zu den weiteren Stationen via Ethernet.

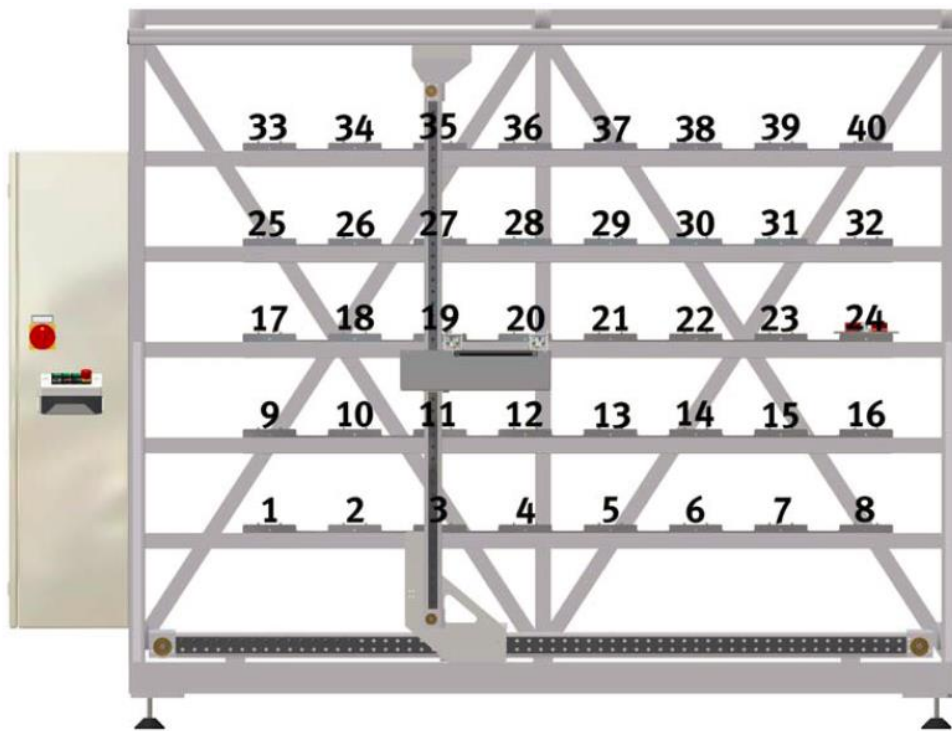


Abb. 3 Paletteplätze Hochregallager⁸

⁸ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Hochregallager_A001

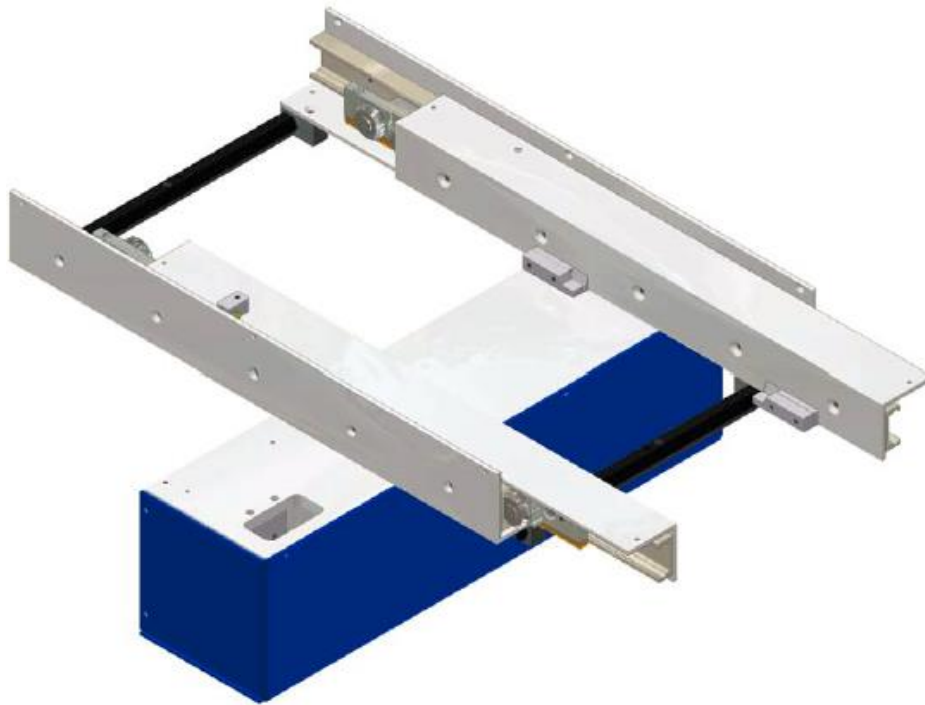


Abb. 4 Teleskop⁹

3.2 Transportsystem und Touch Panel

Die Station Transportsystem ist für den Transport der Produkte eingesetzt werden. Die Richtung des Transportbandes bleibt gegenuehrseitig.

Die Werkstückträger „Schiff“, die auf dem Transportband liegen, transportieren die Paletten, die ein Auftrag schaffen soll oder geschafft hat.

Es gibt je eine Seite des Transportbandes eine Arbeitsposition. Bei jeder Arbeitsposition befindet sich eine Stopper-Box, die das Schiff verhindert oder durchlaufen lässt.

Zusätzlich stehen einige Sensoren auf der Stopper-Box. Dadurch ist das Ankommen des Schiffs erkennbar.

Die Steuerung und die Kommunikationsart ist genauso wie den Hochregallager.

⁹ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Hochregallager_A001

Ein Siemens Touch Panel (Abb. 5) ist an der Arbeitsposition 3 montiert. Hier besitzt ein Handarbeitsplatz, wo ein Mitarbeiter den auszuliefernden Auftrag verarbeiten soll.

Die vier Stopper-Box und der Touch Panel kommunizieren mit Transportsystem (SPS) durch Profibus-DP.

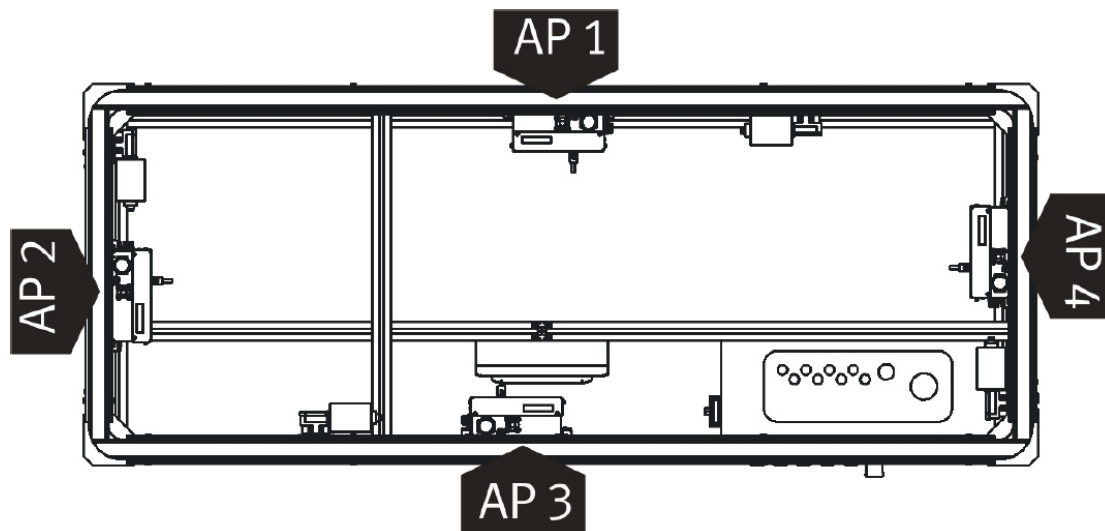


Abb. 5 Transportsystem und Arbeitsplätze¹⁰

¹⁰ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Transportsystem_A001

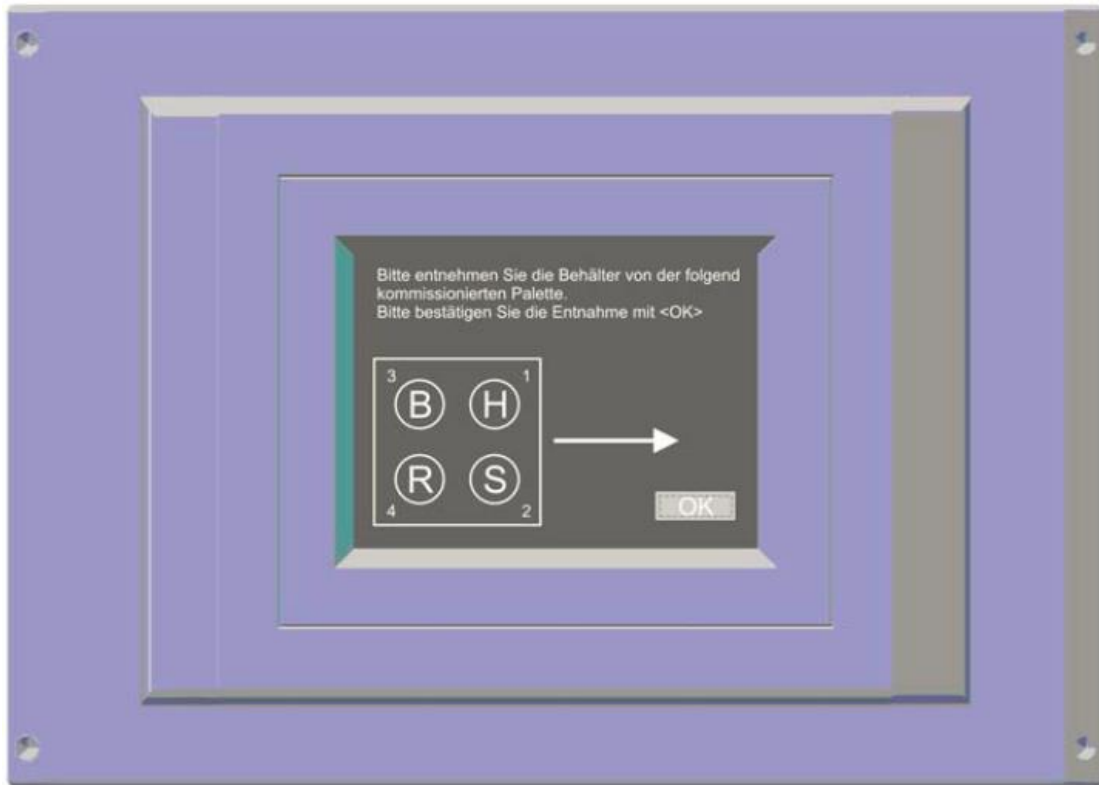


Abb. 6 Touch Panel / HMI¹¹

3.3 Kommissionierstation

Die Kommissionierstation (Abb. 7) beherrscht die Aufgabe Kommissionieren, um die verschiedenen befüllten Containern auf die leere Palette zu bestücken. Ein RV-2AJ Roboter von Mitsubishi wird kontrolliert, um die Aufgabe zu schaffen.

Die Station wird von der Drive Unit des Roboters gesteuert. Die Kommunikation des Roboters wird durch eine RIA-Box ermöglicht. Trotzdem unterstützt der Roboter TCP/IP-Kommunikation.

Hinter dem Roboter befindet sich auf 4 Transportbänder, die die Container transportieren. Die Container werden von Granulat mit 4 verschiedenen Farben (schwarz, blau, grau/Reaktor und gelb/harz) erfüllt. Ein Transportband fördert

¹¹ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Transportsystem_A001

eine bestimmte Farbe. Ein Kommissionierauftrag besteht aus eine zufällige Variante aus der vier Farben.

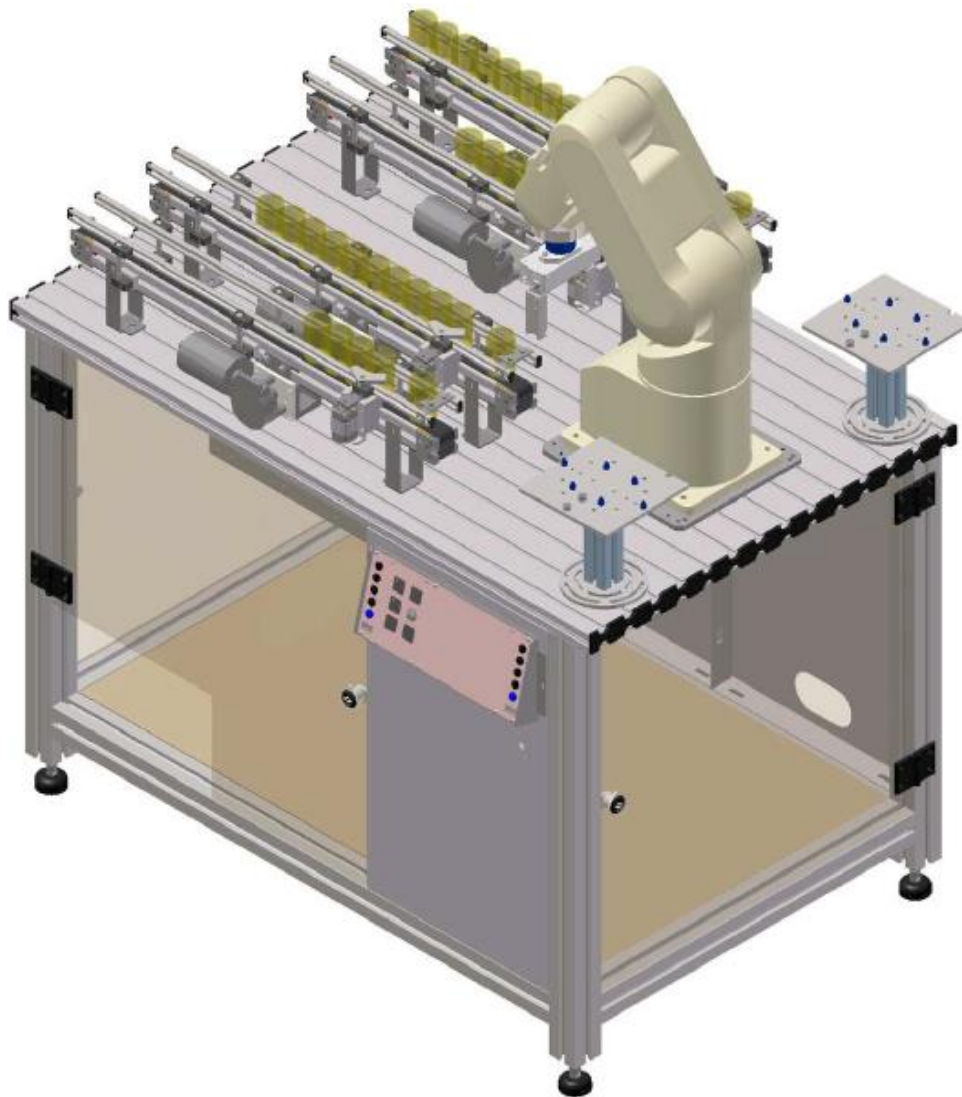


Abb. 7 Kommissionierstation¹²

3.4 Palette und Werkstückträger

Die Paletten werden übereinander im Hochregallager gelagert. In diesem System kann eine Palette maximal vier Container aufnehmen. Die entsprechende Palette wird aus- oder eingelagert, wenn ein Auftrag vom

¹² Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Kommissionierstation_A001

Zellenrechner abgesendet wird oder erledigt ist. Die leere Palette heißt „4CP“, die der Typ des Produkts ist.

Wenn eine Palette vom Hochregallager ausgelagert wird, wird sie auf einen Werkstückträger, sogenannte „Schiff“, übergeben. Das Schiff läuft auf die Transportbänder, um die Palette zu anderer Stationen zu transportieren.

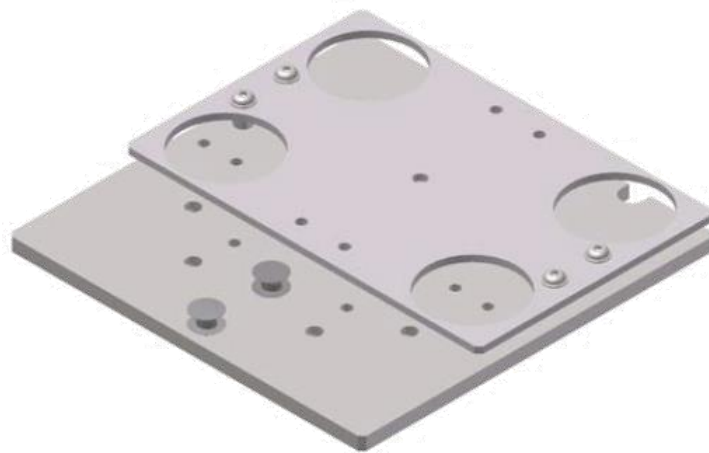


Abb. 8 Palette¹³



Abb. 9 Werkstückträger¹⁴

3.5 Zellenrechner

Ein Windows Zellenrechner ist für die Kontrolle und Überwachung des ganzen Systems zur Verfügung.

¹³ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Kommissionierstation_A001

¹⁴ Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Kommissionierstation_A001

Im Computer liegen ein Benutzer-Interface (Abb. 10) und ein Überwachungsinterface (Abb. 11). Damit kann man den iCIM-System steuern und den Status aller Komponenten erkennen.

Eine Datenbank (Abb. 12) wird auch im Computer installiert, um die Aufträge des Produktes und Statusinhalt des Hochregallagers zu speichern.

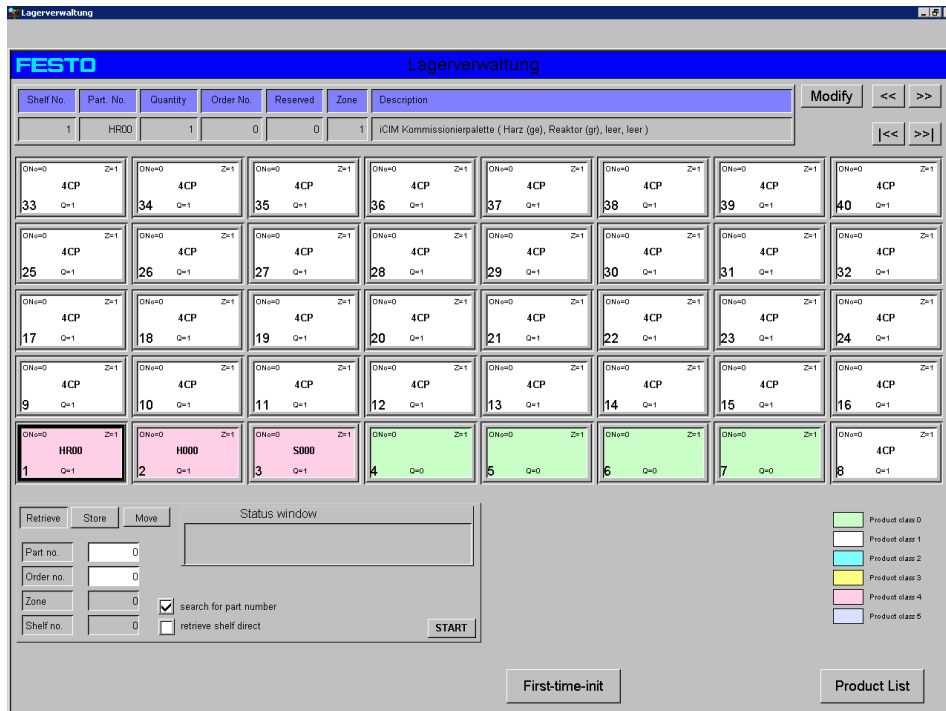


Abb. 10 Benutzerinterface

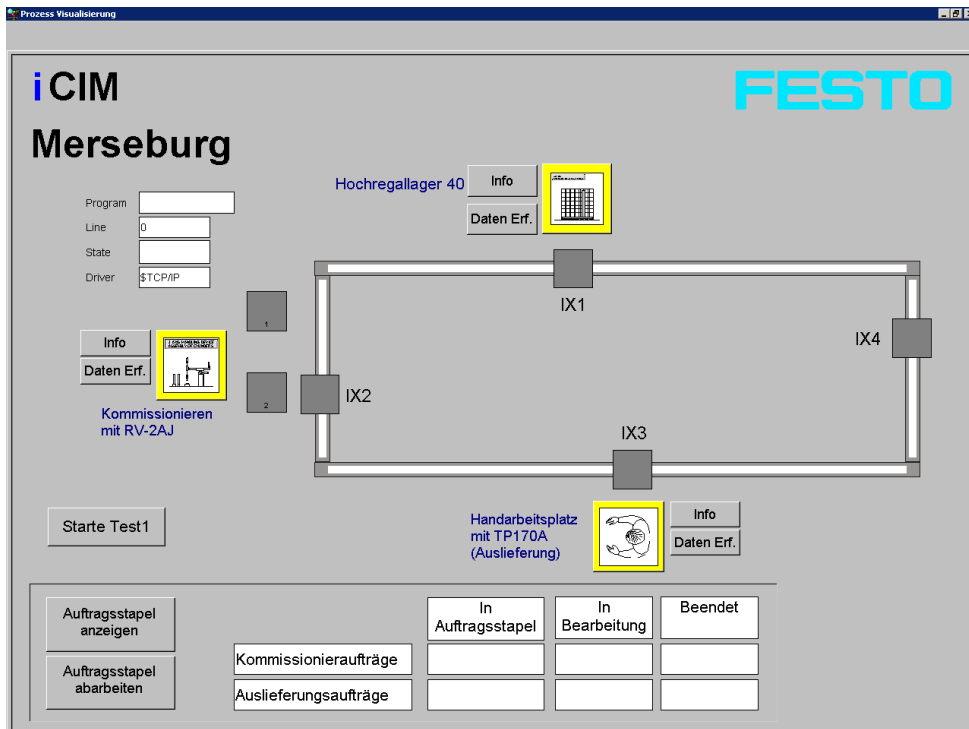


Abb. 11 Visualisierung der Transportprozesse

The screenshot shows the iCIM Datenbank Manager interface. It features a menu bar with 'Datei', 'Bearbeiten', 'Einfügen', 'Datensätze', and 'Fenster'. The main area is divided into three tabs: 'Aufträge', 'Lagerinhalt', and 'Lagerinitialisierung'. The 'Aufträge' tab is active, showing three sections: 'Auftrags Stapel:', 'Aktive Aufträge:', and 'Aufträge Beendet:'. Each section contains a table with columns for ID, Part_No, Description, Code, StartTime, OrderNo, and Status.

Auftrags Stapel:

ID	Part_No	Description	Code	StartTime	OrderNo
224	0BRS	iCIM Kommissionierpalette (leer, Blau, Reaktor (gr), Schwarz)	C	00:00:00	0

Aktive Aufträge:

AutoNum	ID	Part_No	Description	Code	StartTime	OrderNo	Status
(AutoWert)	0				00:00:00	0	

Aufträge Beendet:

AutoNum	ID	Part_No	Description	Code	StartTime	EndTime	OrderNo	Status
2271	524	0BRS	iCIM Kommissionierpalette (leer, Blau, Reaktor (gr), Schwarz)	C	17:49:00	17:50:31	0	aborted
2270	516	H000	iCIM Kommissionierpalette (Schwarz, leer, Blau, leer)	C	12:54:34	12:58:51	0	finished
2269	510	HR00	iCIM Kommissionierpalette (Harz (ge), Reaktor (gr), leer, leer)	C	12:54:34	12:58:19	0	finished
2268	516	H000	iCIM Kommissionierpalette (Schwarz, leer, Blau, leer)	D	12:51:41	12:54:22	0	finished
2267	510	HR00	iCIM Kommissionierpalette (Harz (ge), Reaktor (gr), leer, leer)	D	12:51:41	12:53:37	0	finished
2266	517	00BH	iCIM Kommissionierpalette (leer, leer, Blau, Harz (ge))	C	11:41:38	12:01:30	0	aborted
2265	516	S000	iCIM Kommissionierpalette (Schwarz, leer, leer, leer)	C	11:41:38	11:47:02	0	finished
2264	510	H000	iCIM Kommissionierpalette (Schwarz, leer, Blau, leer)	C	11:41:38	11:46:30	0	finished
2263	510	HR00	iCIM Kommissionierpalette (Harz (ge), Reaktor (gr), leer, leer)	C	11:38:24	11:41:35	0	finished

Abb. 12 Datenbank

4. Softwaresysteme der Kommissionieranlage

Um das Kommissioniersystem zu programmieren und zu steuern, werden Programme **CIROS Supervision**, **CIROS Studio** und **Siemens Step 7** eingesetzt.

4.1 CIROS Supervision

CIROS Supervision arbeitet als eine universal einsetzbare und frei programmierbare Steuerung für beliebige flexible Bearbeitungs- und Montagezellen. Die Fertigungsanlagen werden dadurch bedient und gesteuert. Die Visualisierung eines Fertigungsprozesses lässt sich realisierbar.¹⁵

Mit CIROS Supervision wird ein Interface programmiert.

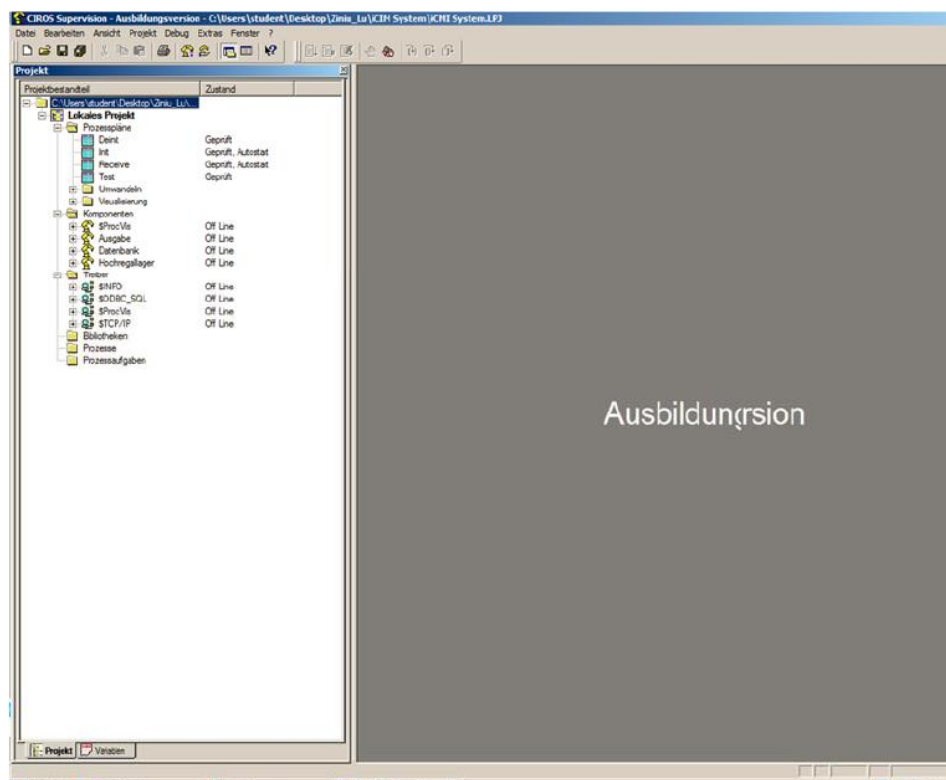


Abb. 13 CIROS Supervision

¹⁵ CIROS Supervision Benutzerhandbuch; S. 20

4.2 CIROS Studio

CIROS Studio ist das professionelle Arbeitswerkzeug für die Erstellung von Simulationsmodellen. Die industriell eingesetzte, leistungsfähige Entwicklungsplattform vereint die drei Werkzeuge Simulation, Modellierung und Programmierung unter einer gemeinsamen Oberfläche.¹⁶

Mit CIROS Studio wird Kommissionierstation programmiert.

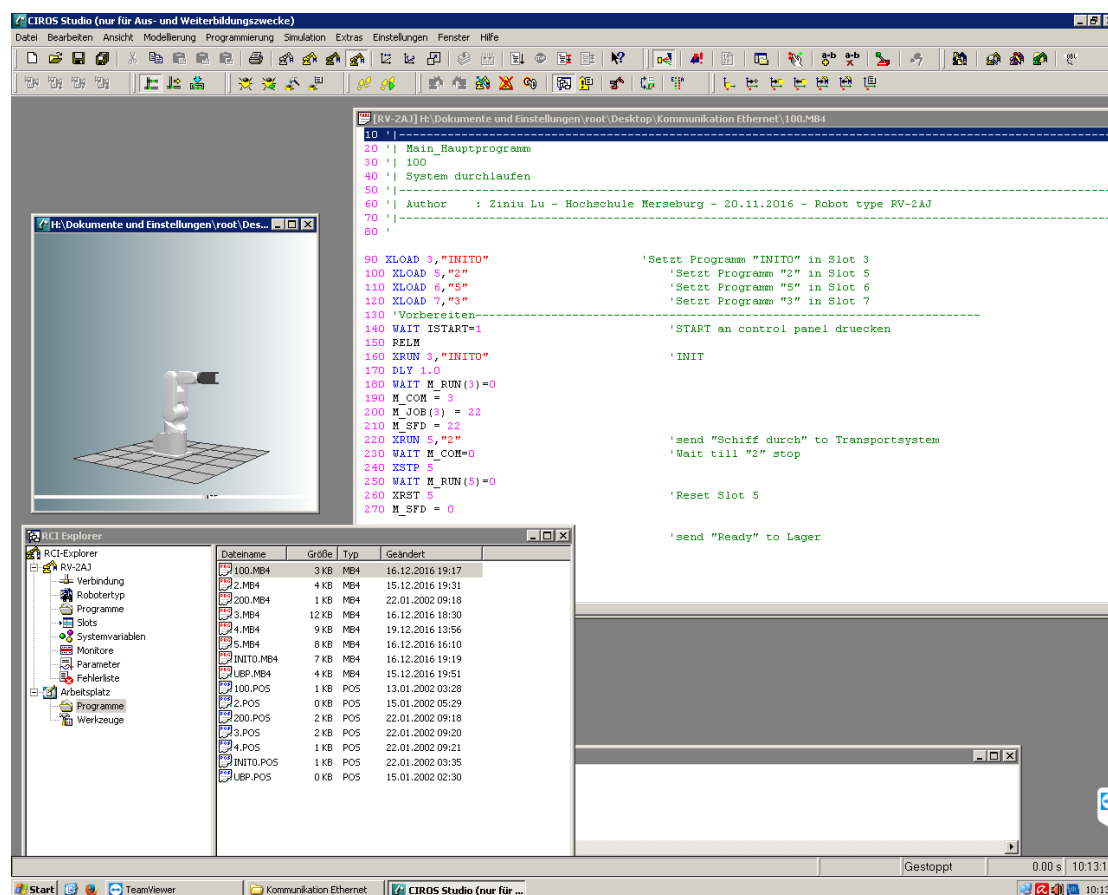


Abb. 14 CIROS Studio

¹⁶ <http://www.festo-didactic.com/de-de/lernsysteme/software-e-learning/ciros/ciros-studio-virtuelle-lernumgebungen-erstellen.htm>; (abgerufen am 24.04.2017)

4.3 Siemens Step 7

STEP 7 ist eine Software zur Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) der SIMATIC-S7-Familie der Siemens AG und ist Nachfolger von STEP 5 für die SIMATIC S5 Controller.

Mit Step 7 werden der Hochregallager und das Transportsystem programmiert.

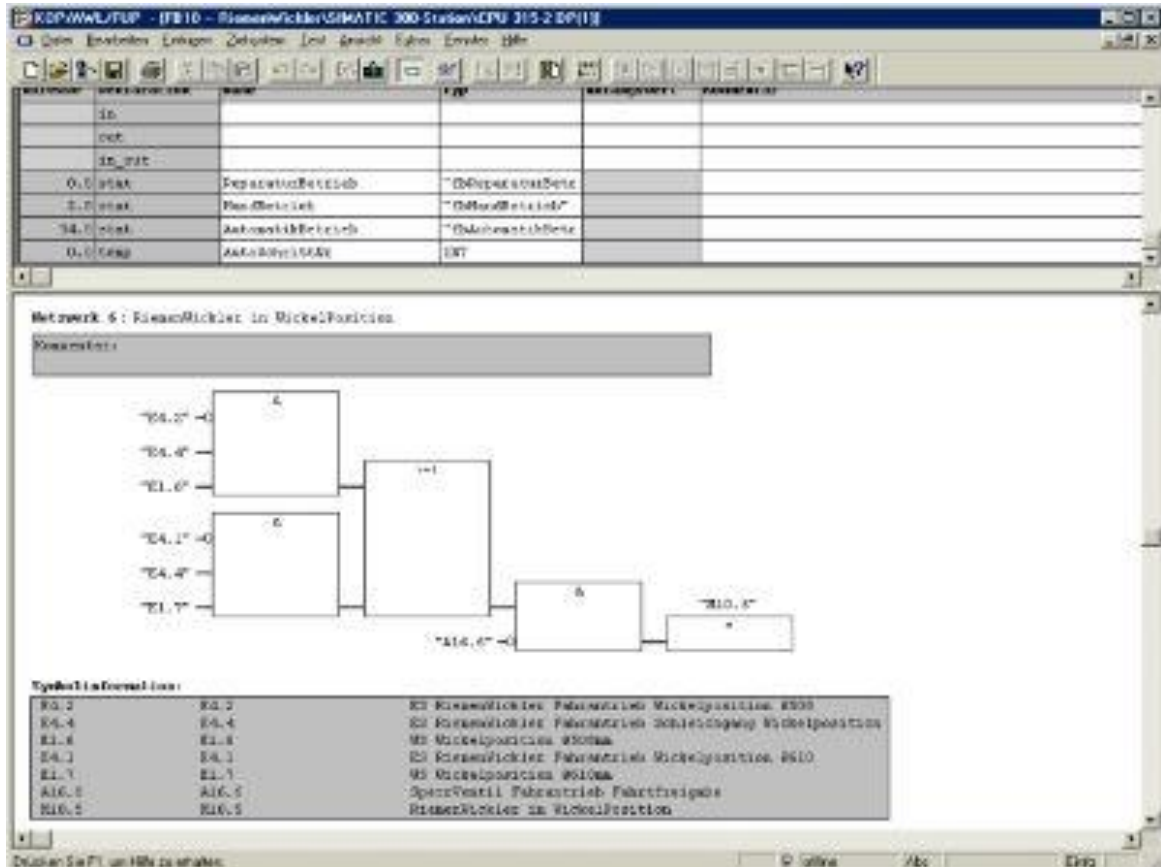


Abb. 15 SIMATIC Step 7

5. Arbeitsprozesse an der Kommissionieranlage

5.1 Übersicht zu den Arbeitsprozessen

In der Kommissionieranlage können vier verschiedene Container zu Aufträgen kommissioniert sowie ein- bzw. ausgelagert werden.



Abb. 16 Container Schwarz, Blau, Reaktor(Grau), Harz(Gelb)¹⁷

Aufträge sind dadurch gekennzeichnet, dass jeweils bis zu vier verschiedene oder gleichartige Produkte je nach Kundenwunsch auf einer Palette bereitgestellt werden. Durch die Kombination der vier Produkte ergeben sich insgesamt 624 verschiedene Auftragsvarianten.

Die Arbeitsprozesse an der Kommissionieranlage sind dadurch gekennzeichnet, dass eine leere Palette gemäß einem eingegebenen Auftrag bei der Kommissionierstation zu erfüllen, oder eine befüllte Palette bei der Arbeitspunkt 3 zu leeren. So wird diese zwei Modelle „Kommissionieren“ und „Ausliefern“ genannt.

In diesem Kapitel wird der Ablauf dieser zwei Modelle ausführlich erklärt.

5.2 Kommissionieren

Beim „Kommissionieren“ muss erstens eine leere Palette im Hochregallager gefunden werden. Wenn ein Schiff kommt an Arbeitspunkt 1 an, wird die Palette

¹⁷ Li zhao Jin, (2017), Bachelorarbeit, Seite 4

durch Teleskop ausgelagert und auf dem Schiff aufgesetzt. Die Palette wird nach Arbeitspunkt 2 transportiert und wird vom Roboter entnommen.

Nach der Aufnahme der Palette wird die entsprechende Produktkombination gemäß dem Auftrag an der Palette übernehmen.

Zum Ende wird die befüllte Palette wieder auf dem kommenden Schiff aufgesetzt, zurück transportiert und eingelagert.

5.3 Ausliefern

Beim Ausliefern wird zuerst ein Auftrag eingeben. Der Lagerinhalt wird durchgesucht, ob eine Palette die gleiche Produktkombination hat. Wenn ja, wird diese Palette ausgelagert und nach Arbeitspunkt 3 transportiert. Nach dem Ankommen der Palette wird der Paletteninhalt auf dem Touch Panel angezeigt. Der Mitarbeiter bei Arbeitspunkt 3 überprüft, ob der Paletteninhalt richtig ist, und entnimmt alle Containers. Die leere Palette wird wieder eingelagert.

Falls keine entsprechende Palette im Lager liegt, wird das System eine Rückgabewert „error Auftrag“ empfängt. Dieser Auftrag wird erledigt.

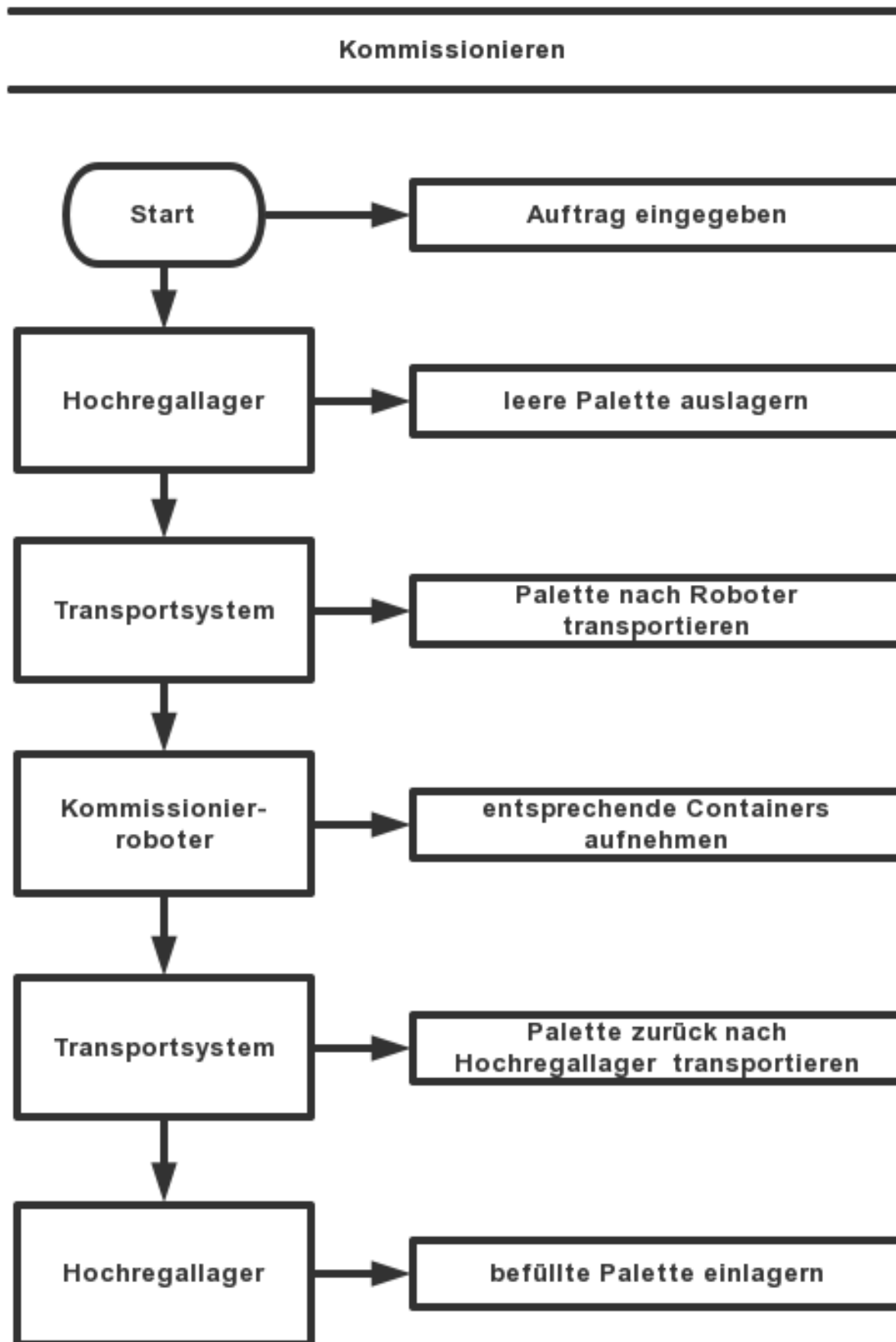


Abb. 17 Ablauf Kommissionieren

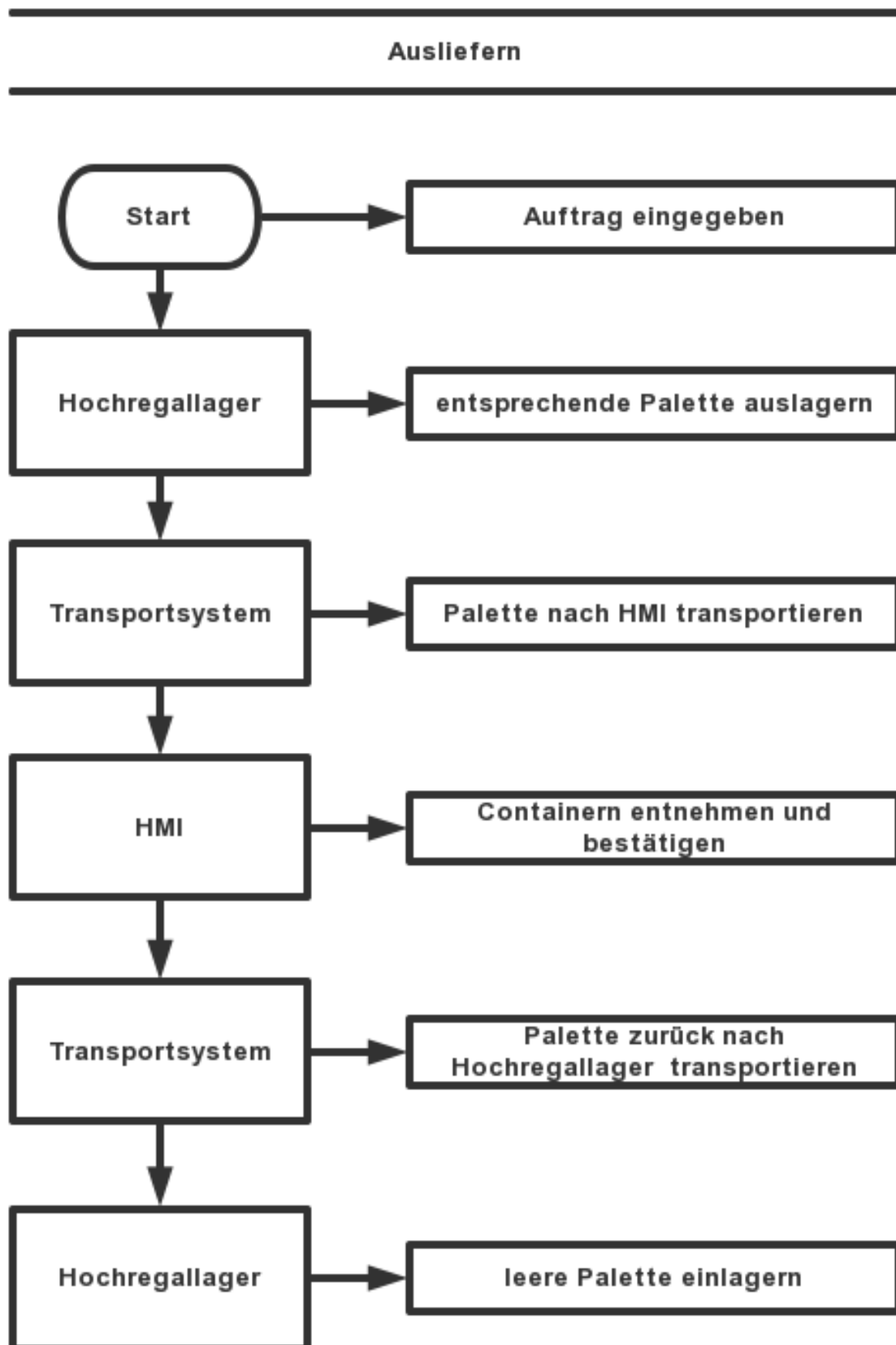


Abb. 18 Ablauf Ausliefern

6. Zentrale Steuerung der Kommissionieranlage

Die Kommissionieranlage war vorher schon als ein iCIM System eingebaut und programmiert. In diesem Kapitel wird die Kontroll- und Kommunikationsstruktur ausführlich erklärt.

6.1 Netzansichten

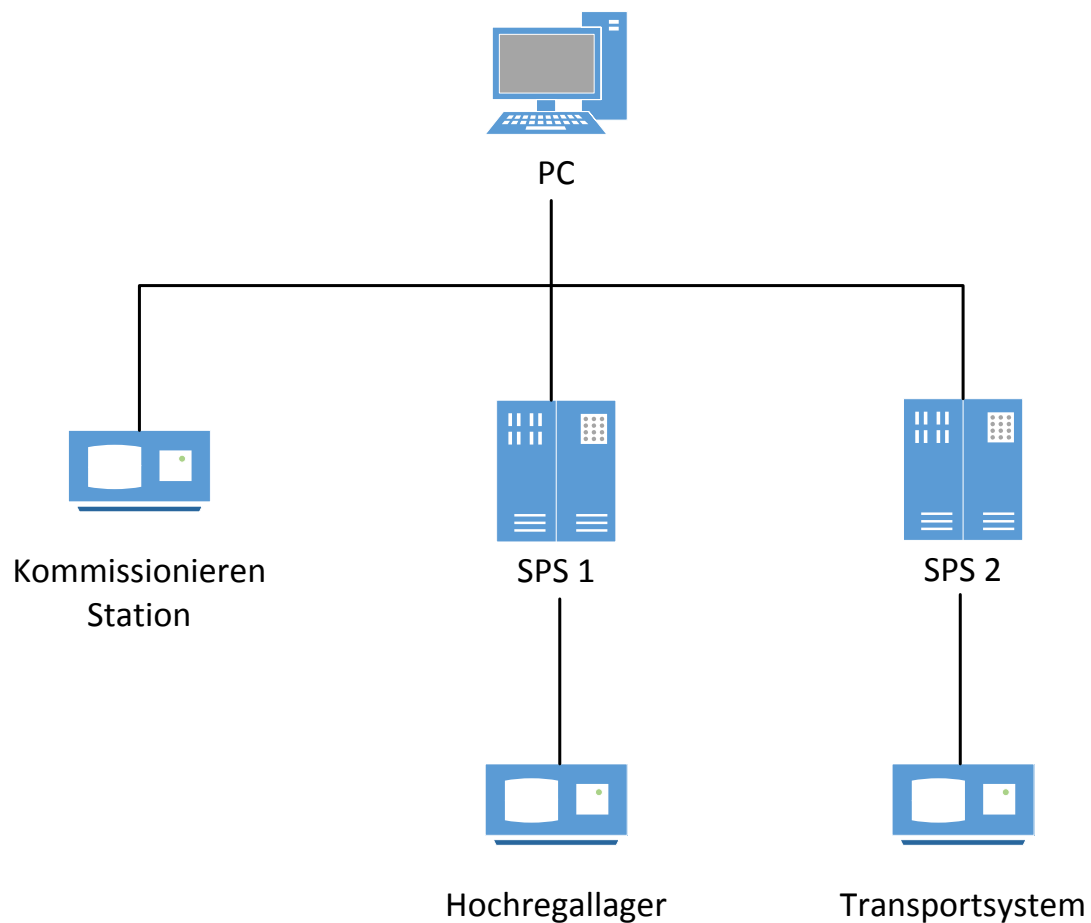


Abb. 19 Netzansicht Kommissionieranlage

Das ganze System wurde vom PC zentral gesteuert. Das Programm im Software CIROS Supervision kontrolliert die Arbeitslogistik. Die drei Stationen: Hochregallager, Transportsystem und Kommissionierstation kommunizieren über den PC durch Ethernet.

6.2 Realisierung Arbeitsprozesse

Zum Einlagern bzw. Auslagern der Palette wird die Positionsnummer vom PC nach SPS1 abgesendet. Die Positionsdaten und Bewegungsprogramm werden in der SPS1 gesteuert.

Zum Transportieren der Palette wird ein Schiff entlang dem Transportbänder geschoben. Bei jedem Arbeitspunkt wird die Schiffnummer durch ein Sensor gekannt. Die Nummer wird nach Zellenrechner geschickt und so kann die Information der anliegenden Palette verfolgt und überwacht werden. Der Computer beschließt, ob der Stopper das Schiff durchlässt, oder ruft entsprechende Programm von andere Station auf.

Das Touch Panel arbeitet nur, wenn eine auszuliefernde Palette an Arbeitspunkt 3 ankommt. Nach der Entnahme des Containers wird ein Button „OK“ gedrückt.

Die SPS2, die das ganze Transportsystem steuert, kommuniziert mit vier WAGO-Module und Siemens Touch Panel durch Profibus-DP. Die alle Kommunikationsdaten werden in der Datenbank der SPS2 gespeichert und nach die Andere Station abgesendet.

6.3 Bewertungen der alten Lösung

Die alte Lösung wurde vom Mitarbeiter vom FESTO entwickelt und programmiert. Aber am Anfang der Bachelorarbeit könnte das System nicht laufen. Der Grund war komplex. Die CIROS Softwares wurden neu installiert und treten immer Treiber-Probleme auf. Der FM354-Modul, der den Teleskop steuert kann, war kaputt und muss ein Neue getauscht wird. Die Stromversorgung des Roboters war nicht genug und muss neue Batterien getauscht werden. Es ist auch erforderlich, der Nullpunkt des Roboters zu justieren. Der Repartierungsvorgang des Systems wird hinter als Dokumentationen ausführlich deklariert.

Nach der Repartierung wurde das Kommissioniersystem getestet. Die zwei Aufgaben, Kommissionieren und Ausliefern wurden erfolgreich durchgeführt. Die echtzeitige Überwachung funktionierte auch. Aber es treten von Zeit zu Zeit ein Handshake Problem zwischen PC und Roboter. Wenn einige zu

kommissionierende Aufträge gleichzeitig abgesendet wurden, wurde die Rückgabewert des abgerufenen Programms nicht erfolgreich nach PC geschickt und wurde ein Fehler im PC angemeldet, da die Komplexität der Logistik zur Schwierigkeit der Durchführung führte.

7. Konzeption einer dezentralen Steuerung der Kommissionieranlage

Die neue Lösung des Systems wird als eine dezentrale Form konzipiert. Jede Station arbeitet unabhängig und wird intelligenter als vorher. Die Kommunikationsweise wird als TCP/IP-Verbindung festgestellt, da diese Kommunikationsweise an alle Komponenten unterstützt wird. Im Vergleich zu andere Verbindungsmöglichkeit verhält sich die TCP/IP-Verbindung sehr flexibel für Kommunikationsdatentyp und stabil für Verbindungsaufbau.

7.1 Allgemeine Anforderungen

- **Kommunikationsnetz**

In diesem dezentralen System werden Hochregallager, Transportsystem, Kommissionierstation und Zellenrechner als vier unabhängige Hauptstationen eingesetzt.

Zellenrechner kommuniziert nur über Hochregallager, um Aufträge abzusenden und Lagerinhalt zu erkennen. Transportsystem kommuniziert über Hochregallager und Kommissionierstation, um das Ankommen der Palette zu informieren und den Durchgehen-Befehl zu empfangen.

Es ist auch erforderlich, dass Roboter auch mit Hochregallager kommuniziert, da er der aktuelle Zustand verteilen möchte. So kann die zu kommissionierende Palette vom Hochregallager nur ausgelagert, wenn der Roboter noch leer Platz hat. Es vermeidet den nutzlosen Umlauf der Palette.

- **Kommunikationsdaten**

Die drei Schreib/Lese-Köpfe werden an der Arbeitspunkt 1, 2 und 3 aufgebaut. An jeder Palette wird ein RFID-Tag angeklebt. Die Informationen der RFID-Tag beinhaltet Aufgabe, Ist-Zustand, Soll-Zustand und den Zähler (Umlaufhäufigkeit).

Die Aufgabe einer Palette bedeutet „zu kommissionieren“, oder „zu ausliefern“ zum Varianten. Der Ist- und Soll-Zustand besteht aus eine zufällige Kombination der vier Farben. Die alle Informationen werden in der Form von vereinbarenden Ziffern im RFID-Tag gespeichert. Durch die Erkennung und Übersetzung der Tag-Daten beschließt jede Hauptstation, ob diese Palette durchgelassen oder abgearbeitet werden soll.

Variable_Name	Größe	Daten	Erklärung
Aufgabe	1 Byte	1	Kommissionieren
		2	Ausliefern
		3	Leer Schiff
		4	Error
Soll_1,2,3,4 Ist_1,2,3,4	1 Byte	1	Schwarz
		2	Blau
		3	Reaktor(Grau)
		4	Harz(Gelb)
		5	Leer
Zähler	1 Byte	1,2,3,4,5	Häufigkeit

Tabelle 1 RFID_Tag_Daten

7.2 Alternative Lösungen

Hier werden einige Lösungsmöglichkeiten erklärt. Nicht nur der Kommunikationsplan sondern auch die Verwendung der RFID-Infrastruktur

wird überlegt. Nach dem Vergleich der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit wird die beste Lösung durchgeführt.

Zwei Möglichkeiten der RFID-Infrastruktur sind auszuwählen. Eine Variante wäre ein RFID-Set vom TURCK zur Verfügung. Mit einem Interface werden die Schreib/Lese/Köpfe angekoppelt. Erhältlich sind Kommunikation zur SPS durch Ethernet/IP und PROFINET. So kann es vom SPS programmiert und gesteuert werden.

Außerdem kann ein Arduino mit Ethernet- und RFID-Modul eingesetzt werden. Durch die Vernetzung im Internet kann Arduino unabhängig arbeiten. Es kann einfach mit C programmiert werden.

7.2.1 Lösung 1

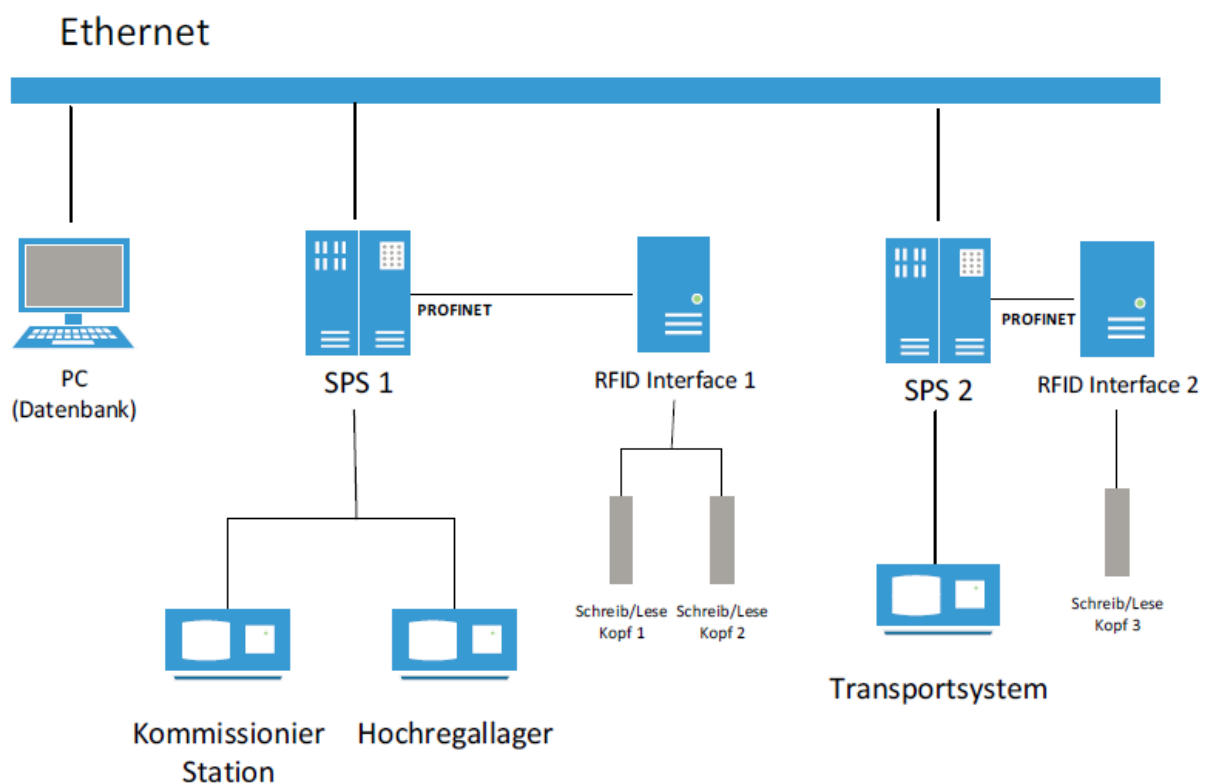


Abb. 20 Lösung 1¹⁸

¹⁸ Lizhao Jin, (2017), Bachelorarbeit, Seite 33

In dieser Lösung werden zwei Interfaces, die jede bis zum zwei Schreib/Lese-Köpfe anschließen kann, eingesetzt. Wie in der Abbildung 20 gezeigt werden zwei Interfaces jeweils mit eine SPS angeschlossen. So kann SPS2 genauso wie SPS1 direkt eine RFID-Infrastruktur steuern, wenn sie die Tag-Information am Arbeitspunkt 3 kennenlernen will. Der Roboter ist durch SPS1 mit die entsprechende RFID-Infrastruktur zu kommunizieren.

7.2.2 Lösung 2

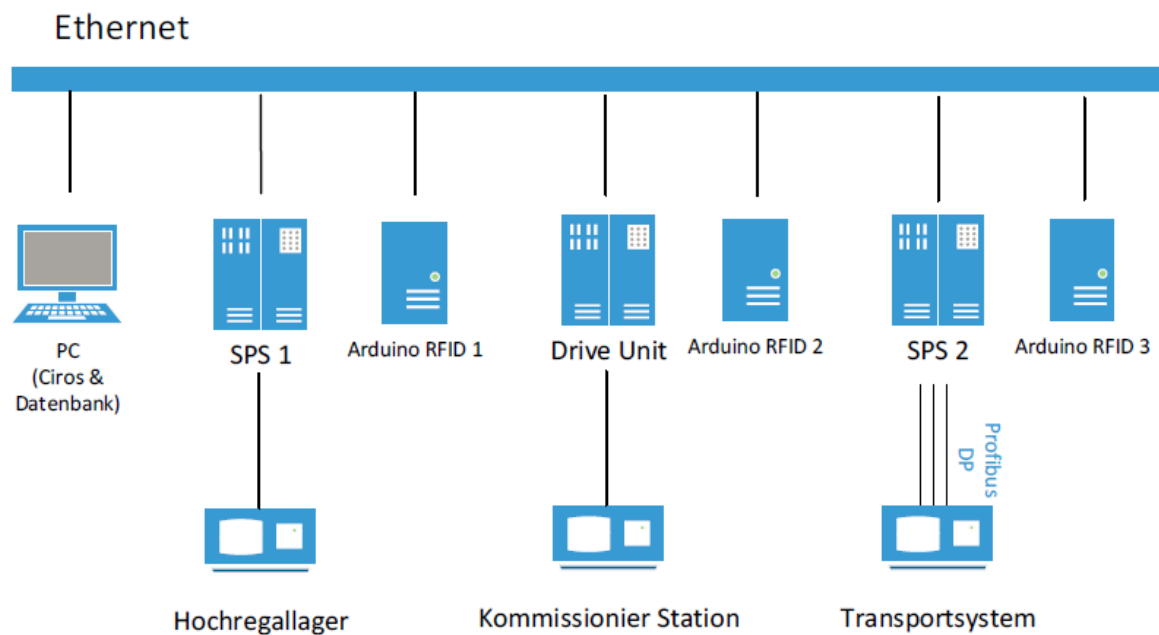


Abb. 21 Lösung 2¹⁹

Mit eine flexible Verwendung des Arduinos wird das System ganz neu konzeptiert. Das Arduino gilt als das Interface eines RFID-Systems. Der Ethernet-Modul und RFID-Modul werden an den Arduino eingesteckt. So kann jeder RFID-Infrastruktur nur mit einer bestimmten Station kommunizieren und als eine zugehörige Station arbeiten.

Die Kontrolle von Hauptstationen ist hier nicht erforderlich. Arduino kann selbst im Internet verkabelt und unabhängig programmiert werden.

¹⁹ Lizhao Jin, (2017), Bachelorarbeit, Seite 32

7.3 Auswertung

Die Lösung 1 wird mit modulares RFID-System von TURCK durchgeführt. Das Produkt vom TURCK ist komplett eine industrielle Lösung. Es bietet das Interface vom IP20 bis IP67 an. Die Schreib/Lese-Abstand erreicht vom 30mm/30mm bis 6000mm/3000mm.²⁰

Gemäß verschiedene Fertigungsaufforderung sowie Schreib/Leseabstand, Schutzart, Bauform, Umgebungstemperatur usw. werden zahlreiche RFID-Module entwickelt.

Das RFID-System gilt tatsächlich in der Lösung 1 auch als eine unabhängige Station. Es verteilt sich nur dieselbe SPS mit Hochregallager. Aber Die Arbeitsabläufe beeinflussen nicht aufeinander.

Im Vergleich zur Lösung 1 ist die Lösung 2 am billigsten. Ein RFID-Set vom TURCK kostet über Tausend Euro, da es eine Industrieanlage ist und allgemeine Industrieanforderung erreicht. Aber Arduino ist ein elektronisches Produkt. Es ist flexibel und kann nach dem Bedarf mit entsprechende Erweiterungsmodule kombiniert werden.

Die Kommunikationsnetze in Lösung 2 sind mehr dezentral als die anderen zwei Lösungen, da die Arbeitsablauf des Roboters und der SPS2 nicht vom SPS1 beeinflusst. Die drei Hauptstationen stehen gleichwertig.

Außerdem wurde Einsatz vom Raspberry Pi als Interface des RFID-Moduls überlegen. Es integriert USB, HDMI und Internet-Schnittstelle in einer kleinen Leiterplatte. Es verhält sich wie ein normale PC und eine grafische Benutzeroberfläche. Aber die Anlassenzeit des Raspberry Pi dauert zu lang und die Programmierung wäre auch komplex.

Zuletzt wird Lösung 2 ausgewählt und durchgeführt, da die weniger Geld kostet und dazu leicht zu realisieren. In dieser Lösung wird Arduino UNO R3 eingesetzt.

²⁰ RFID-System BL ident - Projektierung, http://pdb2.turck.de/repo/media/_de/Anlagen/d500024.pdf, S. 33 (Abgerufen am 22.03.2017)

7.4 Aufbau RFID-Infrastruktur

Genauso wie die Abbildung 22 gezeigt hat, ist Arduino eine nackte Integrierter Schaltkreisplatte. Das Ethernet-Modul wird angeschlossen und mit Hilfe einer Schaltplatte und Jumper Wire Kabels wird ein Schreib/Lese-Kopf mit Pins des Arduinos kombiniert. Der Schreib/Lese-Kopf steht neben dem Stopper. Die längs und transversale Abstand des Kopfs soll genau gemessen werden.

Der RFID-Tag wird unter der Palette angeklebt. Weil die Palette aus Aluminium besteht und das elektromagnetisches Feld des RFID-Systems beeinflussen kann, muss der RFID-Tag mit der Palette eine bestimmte Abstand bleiben und müssen Schreib/Lese-Kopf und RFID-Tag ausreichend nahe sein.

Außerdem ist ein geschlossenes Gehäuse erforderlich, um die Hardware zu schützen. Eine Halterung ist auch zu konzeptieren, um die Gehäuse an der Schiene zu fixieren.

Die alle oben dargestellte Abmessungen und Konzeption wurde von Herrn Lizhao Jin geschafft. Hier in der Abbildung 23 werden die Ergebnisse angeführt.

Die Halterung wurde vom Verfasser konstruiert und von 3D-Drucker hergestellt. Die Abmessung und Konstruktion befinden in der Dokumentation.



Abb. 22 Arduino²¹

²¹ Lizhao Jin, (2017), Bachelorarbeit, Seite A-2

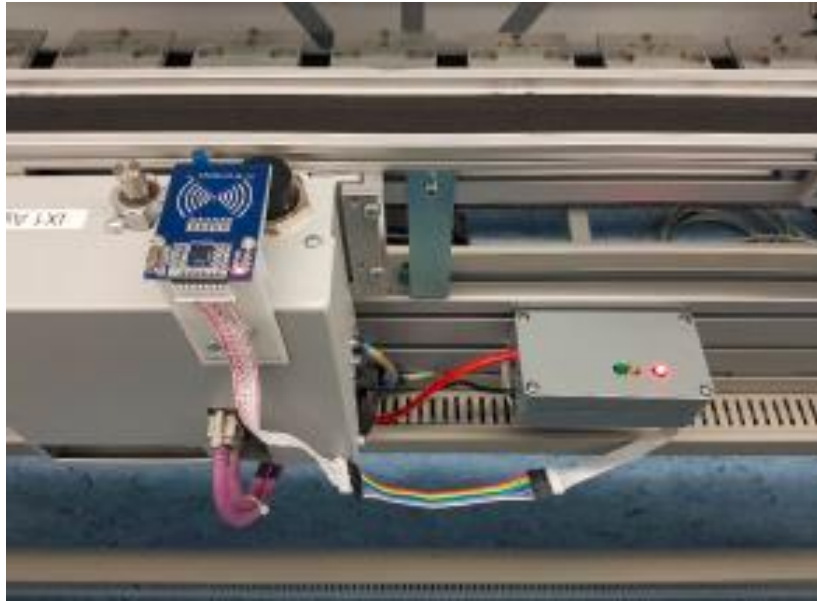


Abb. 23 Aufbau RFID-Gerät

7.5 Realisierung in den Softwares

Die Komponenten dieses Kommissioniersystems kommen aus verschiedene Hersteller. Jede Komponente arbeitet unabhängig und kommuniziert mit anders durch Ethernet. Um die TCP/IP-Verbindung aufzubauen, muss die entsprechende Funktionen in den Softwares aufgerufen.

7.5.1 Kommunikationsfunktionen SPS

Die Funktionen „AG_SEND“ (FC5) und „AG_RECV“ (FC6) dienen zum Absenden und Empfangen der TCP/IP Daten an eine andere SPS-Station, an eine PC-Station oder an ein Fremdsystem.

Im Software SIMATIC S7 werden die Kommunikationsparameter sowie IP-Adresse, Port-Nummer und Datenlänge konfiguriert. Diese zwei Funktionen sind asynchron und können gleichzeitig über eine Verbindung kommunizieren.

Die abzusendenden oder zu empfangenden Daten werden im vorbestimmten Datenbaustein in der SPS gespeichert. Anhand eines vereinbarten Protokolls werden die Daten richtig übersetzt.

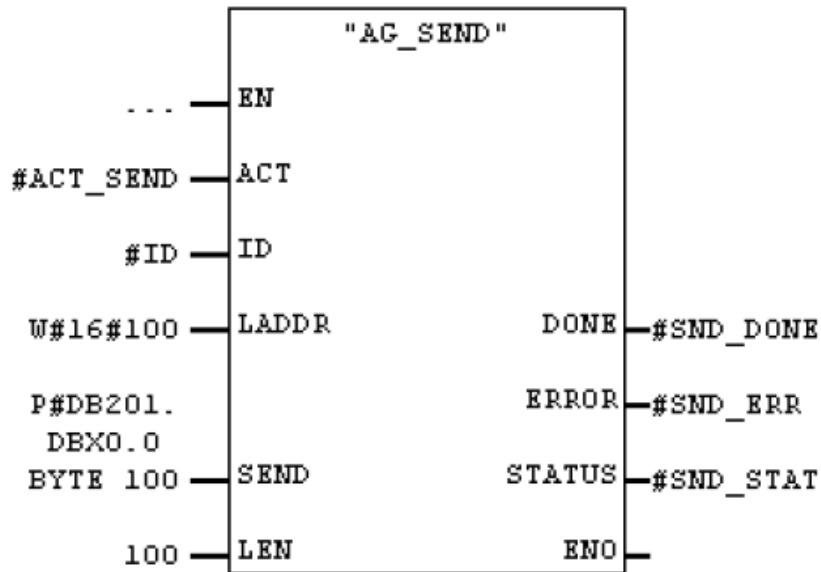


Abb. 24 Funktion "AG_SEND" (FC5)²²

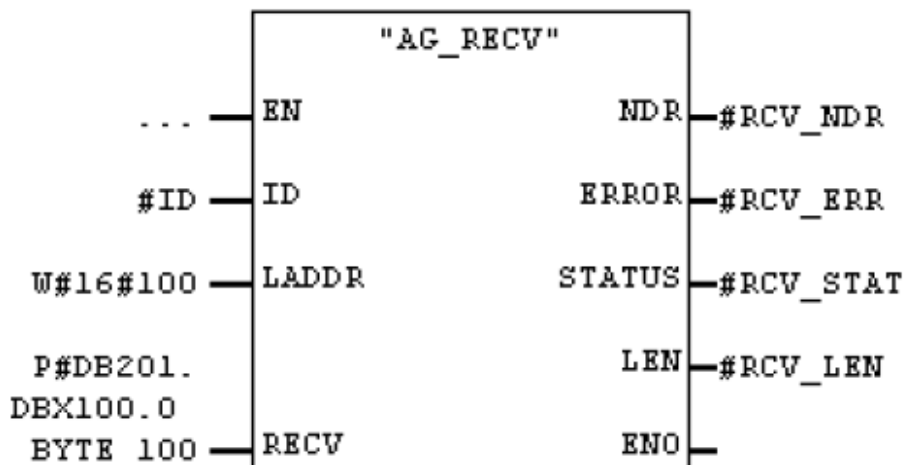


Abb. 25 Funktion "AG_RECV" (FC6)²³

7.5.2 Kommunikationsfunktionen Roboter

„Eine Ethernet-Schnittstellenkarte, die die Anbindung des Roboters an ein Ethernet-Netzwerk ermöglicht, wird in einem Steckplatz des Roboter-Steuergeräts CRn500 installiert.“²⁴

²² <https://support.industry.siemens.com/cs/document/17853532/>; (abgerufen am 05.04.2017)

²³ <https://support.industry.siemens.com/cs/document/17853532/>; (abgerufen am 05.04.2017)

²⁴ CRn-500 Ethernet-Schnittstelle, Seite 1-4

Die Parametrierung wird anhand des Handbuchs „CRn-500 Ethernet-Schnittstelle“ ausgeführt. Die Kommunikationsleitungen wird durch die Befehle „OPEN“ oder „CLOSE“ ein- und ausgeschaltet. Bei diesem Roboter ist eine Kommunikation mit bis 8 Clients möglich. Die Befehle „PRINT“ und „INPUT“ führt die Übertragung der Daten aus. Die abzusendende Daten werden automatisch in die Form der ASCII-Code umgewandelt.

Roboterprogramm

Beispiel in MELFA-BASIC IV

```
10 OPEN "COM3:" AS #1
20 PRINT #1,"START"
30 INPUT #1,DATA

40 IF DATA<0 THEN GOTO 70

50 PRINT #1,"DATA=";DATA

60 GOTO 30
70 PRINT #1,"END"
80 END
```

Abb. 26 Beispiel Kommunikationsprogramm in MELFA-BASIC IV²⁵

7.5.3 Kommunikationsfunktionen Arduino

Im Software „Arduino“ wird die Kopffdateien über Ethernet- und RFID-Modul in der Bibliothek des Arduinos unterstützt.

²⁵ CRn-500 Ethernet-Schnittstelle, Seite 3-7

```

sketch_apr24a $
#include <Dhcp.h>
#include <Dns.h>
#include <Ethernet.h>
#include <EthernetClient.h>
#include <EthernetServer.h>
#include <EthernetUdp.h>

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

Abb. 27 Bibliothek Kommunikationsprogramm Arduino

7.5.4 Kommunikationsfunktionen PC

Im Software „CIROS Supervision“ wird die TCP/IP-Verbindung durch einen „TCP/IP-Treiber“ im PC aufgebaut. Die Befehle „Receive“ und „Send“ ermöglicht Empfangen und Absenden der Daten.

Zeile	Bedingung	Komponente	Prozeßaufgabe	Nächste Zeile	Kommentar
; Kommando an Server schicken, auf Antwort warten und ausgeben					
10		Client	Send("GET NAME#")		
20		.CALL	GetAnswer()		
30		.DISPLAY	\$RES		
; Prozeßaufgabe auf Server starten					
40		Client	Send("START TASK#")		
50		.CALL	GetAnswer()		
60		.DISPLAY	\$RES		
70		.CALL	GetAnswer()		
80		.DISPLAY	\$RES	END	

Abb. 28 Beispiel Kommunikationsprogramm im PC²⁶

7.6 Kommunikationsprotokoll

Es ist erforderlich, ein Kommunikationsprotokoll zu definieren. Die alle zu kommunizierende Daten werden nach verschiedene Datentyp und verschiedene Länge sortiert. Ein bestimmter Wert vertritt einen spezifischen Sinn. Durch die Erkennung dieses Wertes wird die nächste Aktion der Station festgestellt.

- **Kommunikation zwischen SPS1, SPS2 und Kommissionierstation**

Die Kommunikationsinformation zwischen die Stationen SPS1, SPS2 und Roboter beinhaltet die Statusänderung der Stationen, ankommende oder durchzulaufende Schiff und Fehlermeldung. Für jede Information wird ein 1-Byte-Wert definiert. Das Protokoll runter zeigt einige Beispiele.

Wert	Größe	Bedeutung
33	1 Byte	Vorbereitet; Initialisierung erfolgreich
11	1 Byte	Ein Schiff kommt
22	1 Byte	Erwartende Schiff durch lassen
44	1 Byte	Leer Schiff anfordern
55	1 Byte	Fehlermeldung

Tabelle 2 Kommunikationsdaten drei Stationen

Ist die Initialisierung der Kommissionierstation oder des Hochregallagers erfolgreich, wird der Wert „33“ nach Transportsystem abgesendet.

Das Transportsystem überprüft die Sensoren bei der entsprechende Arbeitspunkt, ob ein Schiff kommt an. Falls das Signal zum Ankommen des Schiffs aktiviert ist, wird der Wert „22“ nach Roboter oder Hochregallager informiert.

Nach der Verarbeitung des Roboters oder Hochregallager soll das Schiff durchlaufen. So wird die Wert „22“ zurück nach Transportsystem abgesendet und das Schiff wird durch gelassen.

- **Kommunikation zwischen Hauptstationen und RFID-Infrastrukturen**

Die Kommunikation mit RFID schließt die Aufgaben „Lesen“ und „Schreiben“ ein.

Beim Ankommen eines Schiffs werden die Daten „2rea“ nach RFID abgesendet. Die RFID-Tag-Daten werden mehr als 10-mal erkannt. Die sichergestellten Tag-Daten werden zurückgesendet.

Vor dem Durchlaufen eines Schiffs werden die zu überschreibende Daten nach RFID geschickt. Werden die Daten erfolgreich in den RFID-Tag geschrieben, werden die Daten „bwri“ zurück geschickt. Danach wird Transportsystem informiert, das Schiff durch zu lassen.

Kommunikationsdaten	Erklärung
2rea	„to read“ - Tag_Daten zu lesen
bwri	„be wriiten“ - neue Tag_Daten geschrieben

Tabelle 3 Kommunikationsdaten zwischen Hauptstation und RFID-Infrastruktur

- **Kommunikation zwischen PC und SPS1**

SPS1 kommuniziert mit PC, um die Aufträge abzuarbeiten und Lagerinhalt zu aktualisieren.

Die Kommunikationsdaten bestehen aus eine 4-Byte-Größe Zeichenkette und eine 8-Byte-Größe Zifferncode. Unter wird ein Beispiel gezeigt

a d d a 0x00 0x31 0x31 0x32 0x33 0x34 0x00 0x00

Die 4-Byte-Zeichkette „adda“ bedeutet „add Auftrag“ bzw. eine neue Auftrag zu addieren.

0x31 ist ein hexadezimaler Ausdruck. Es bedeutet „zu kommissionieren“. 0x31 0x32 0x33 0x34 sind Auftragsinhalt, Die Zahl 0x31 bis 0x34 vertreten vier Farben des Containers. Das Protokoll des Datenträgerinhalts wurde vorne im Kapitel [] ausführlich erklärt.

Außer „adda“ werden andere Zeichenketten auch definiert. Zum Beispiel Mit „seti“ wird der Inhalt einer bestimmten Lagerposition aktualisiert.

Die vollständigen Protokolle der Kommunikationsdaten werden in der Tabelle gezeigt.

Variable	Erklärung
geti	Lagerinhalt anfragen
seti	Lagerinhalt einstellen
adda	Auftrag eingeben
enda	Auftrag beenden
erra	Auftrag nicht beenden
acta	Auftrag bearbeitet

Tabelle 4 Kommunikationsdaten zwischen PC und SPS1

8. Realisierung dezentrale System

In diesem Kapitel wird die Realisierungsablauf der dezentralen Lösung dargestellt. Die Lauflogistik wird zuerst sichergestellt. Danach werden alle Stationen umprogrammiert. Vor der Inbetriebnahme werden einige Potenzielle Probleme im System gelöst.

8.1 Hochregallager

Das Programm vom Hochregallager wurde von Herrn Lizhao Jin entwickelt. Es funktioniert als eine Multitask-Funktion.

Auf einer Seite wird der aktuelle Lagerinhalt im Datenbaustein „**DB_Lagerinhalt**“ der SPS_1 gespeichert. Die alle vom PC abgesendeten und nicht geschafften Aufträge werden im Datenbaustein „**DB_Auftragsstapel**“ gespeichert.

Auf der anderen Seite wird der Arbeitsablauf vom Ein-/Auslagern und Kommunikationen ausgeführt.

Die Realisierung und Abarbeitung der zwei Datenbausteine werden nicht vom Verfasser, sondern von Herrn Jin ausführlich erklärt. In diesem Kapitel werden nur die beobachtbaren Funktionen des Hochregallagers dargestellt.²⁷

8.1.1 Arbeitsablauf

Wie im Ablaufdiagramm Abbildung 29 gezeigt, läuft Hochregallager gemäß den folgenden Prozess.

- **Initialisierung**

Am Anfang wird Hochregallager initialisiert. In der Initialisierung wird alle TCP/IP-Verbindung mit andere Stationen aufgebaut. Teleskop fährt nach die Position_1 des Hochregallagers und justiert die Position.

²⁷ Bachelorarbeit vom Herrn Lizhao Jin – Kapitel 5.3

Wenn die Initialisierung erfolgreich durchgeführt wird, wird eine Information „Ready“ vom Hochregallager nach Transportsystem abgesendet.

- **Ankommen Werkstückträger**

Nach der erfolgreichen Initialisierung kommt das Programm zu einem Umlauf. Der Umlauf beginnt immer mit dem Ankommen eines Werkstückträgers, sogenannte „Schiff“. Dabei empfängt Hochregallager eine Information „Schiff kommt“ vom Transportsystem.

- **RFID-Tag-Daten erkennen**

Nach dem Empfangen der Information „Schiff kommt“ schickt der Hochregallager die Daten „to read“ nach RFID_1, um die Tag_Daten der Palette auf dem Schiff zu erkennen. Der RFID_Tag unter Palette auf dem Werkstückträger wird vom Schreib/Lese-Kopf über 10-mal gescannt. Die erkannten Daten werden zurück nach Hochregallager geschickt.

- **Tag_Daten bewerten und Palette abarbeiten**

Es gibt drei Möglichkeiten der Situation: leer Schiff, 4CP und befüllte Palette. Unter Berücksichtigung der Tag_Daten, Auftragsstapel vom Hochregallager und des Status vom Roboter wird es sichergestellt, ob die Palette auf dem Werkstückträger eingelagert werden soll, ob eine Palette im Hochregallager ausgelagert werden soll oder ob der Werkstückträger durchgelassen werden soll.

Fall_1: „leer Schiff“

Wenn der Schreib-/Lese-Kopf durch 10-maligen Versuchen keine Tag_Daten bekommt, bedeutet keine Palette auf dem Schiff, sogenannte „leer Schiff“.

In diesem Fall sucht der Hochregallager im „DB_Auftragsstapel“, ob ein Kommissionierauftrag verfolgt. Falls ja, wird der Status vom Roboter überprüft, ob er im Zustand „Ready“ steht.

Wenn die drei dargestellte Bedingungen

- „leer Schiff“

- Kommissionierauftrag verfolgt
- Status des Roboters = „Ready“

erfüllt wird, wird eine leere Palette bzw. „4CP“ gefunden. Diese Palette wird ausgelagert und auf dem Schiff gelegt.

Wenn eine der drei Bedingungen nicht erfüllt wird, wird keine Palette ausgelagert.

Falls keine leere Palette im Hochregallager steht, wird dieser zu kommissionierendem Auftrag als einen „Error_Auftrag“ behandelt und über PC informiert.

Fall_2: „4CP“

Nach dem Empfangen der Tag_Daten wird die Aufgabe, Ist_Daten, Soll_Daten und Zähler (Umlaufhäufigkeit) bewertet.

Wenn Ist_Daten = „0000“ ist, bedeutet eine leere Palette, sogenannte „4CP“ auf dem Werkstückträger.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die diese „4CP“ entsteht. Entweder ist es eine geschaffte ausgelieferte Palette, oder es ist eine nicht geschaffte zu kommissionierender Palette. So wird die folgende Bedingung geprüft:

$$\text{Soll_Daten} = \text{Ist_Daten} ?$$

Wenn diese Bedingung erfüllt wird, ist diese Palette eine geschaffte ausgelieferte Palette. So soll diese Palette eingelagert werden.

Aber bevor dem Einlagern wird der nächste Auftrag geprüft. Falls der kommende Auftrag zu kommissionieren ist, wird die Palette einfach durchgelassen. Sonst wird es eingelagert.

Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wird, ist diese Palette eine nicht geschaffte zu kommissionierender Palette. Und eine weitere Bedingung wird geprüft:

$$\text{Zähler} < 5 ?$$

Es prüft, ob die Palette kleiner als 5 Mal umgelaufen ist. Wenn die Bedingung erfüllt wird, soll die Palette durchgelassen, sonst muss sie eingelagert.

Nach dem Einlagern der Palette springt der Ablauf zu Fall_1, da der Werkstückträger wieder leer ist.

Fall_3: befühlte Palette

Wenn Ist_Daten \neq „0000“, ist die Palette mit Container befühltet. In diesem Fall muss die Palette vom Roboter abgearbeitet worden sein. Die Palette soll eingelagert werden und Der Ablauf soll zu Fall_1 springen.

Aber bevor dem Einlagern soll der folgende Auftrag geprüft, ob der ein auszuliefernde Auftrag ist und der gleiche Kombination den Container benötigt. In dieser koinzidenten Situation wird der Werkstückträger einfach durchgelassen.

- **Neuer Auftrag in RFID_Tag überschreiben**

Nach der Abarbeitung des Hochregallagers werden neue Daten in den RFID_Tag überschrieben, wenn es erforderlich ist.

Die neuen Tag_Daten werden in der richtigen Form vom Hochregallager zu RFID_1 abgeschickt und 10-mal im RFID_Tag eingeschrieben. Nach dem Überschreiben werden die Daten im RFID_Tag noch mal gelesen, um die Richtigkeit zu prüfen.

Wenn die Daten richtig geschrieben ist, wird die Bestätigungsinformation „be writen“ zurück geschickt.

Falls das Überschreiben nicht erfolgreich ist, stoppt der Ablauf und wartet auf manuelles Reparieren.

- **Werkstückträger durchlassen**

Nach dem Überschreiben neuen Tag_Daten schickt der Hochregallager die Daten „Schiff durch“ zu Transportsystem, um den Werkstückträger durchzulassen.

Bisher kommt der Umlauf zum Ende und wartet auf das Ankommen des nächsten Werkstückträgers.

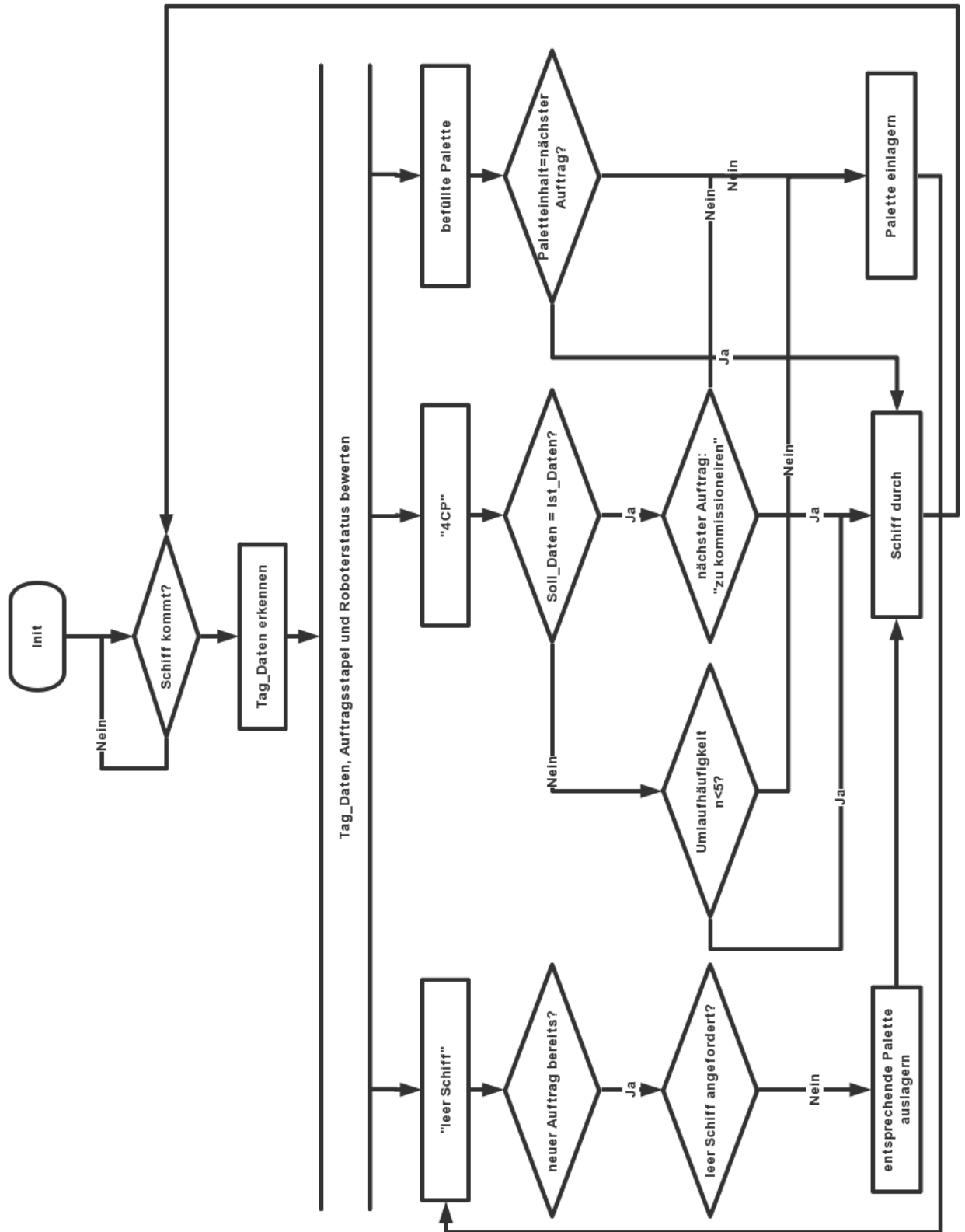


Abb. 29 Funktionsablauf Hochregallager

8.2 Transportsystem

Das Programm vom Transportsystem wurde auch von Herrn Lihao Jin entwickelt. Die Aufgaben vom Transportsystem sind ganz parallel. Drei Stoppers und ein HMI arbeiten relativ unabhängig.

8.2.1 Ablauf Stopper_1 und Stopper_2

- **Initialisierung**

Bei der Initialisierung werden die TCP/IP-Verbindungen mit Hochregallager, Kommissionierstation und RFID_3 aufgebaut. Der Stopper_4 ist nutzlos in diesem System. So wird Stopper_4 reingefahren.

- **Ankommen Werkstückträger**

Wenn ein Werkstückträger kommt zu dem Stopper_1 oder Stopper_2 an, werden die Eingangssignale vom entsprechende Sensoren aktiviert. So wird es gewiss, dass ein neuen Werkstückträger ankommt.

Dabei wird die Information „Schiff kommt“ zu Hochregallager oder Kommissionierstation abgesendet.

- **Werkstückträger durchlassen**

Nach dem Absenden der Information wartet der Transportsystem auf eine Rücksendung „Schiff durch“. Dann wird der Stopper reingefahren und der Werkstückträger geht durch. Bis der Werkstückträger vollständig verlässt, wird der Stopper ausgefahren.

Hierbei beendet sich der Umlauf und Der Stopper wartet auf das Ankommen des nächsten Werkstückträgers.

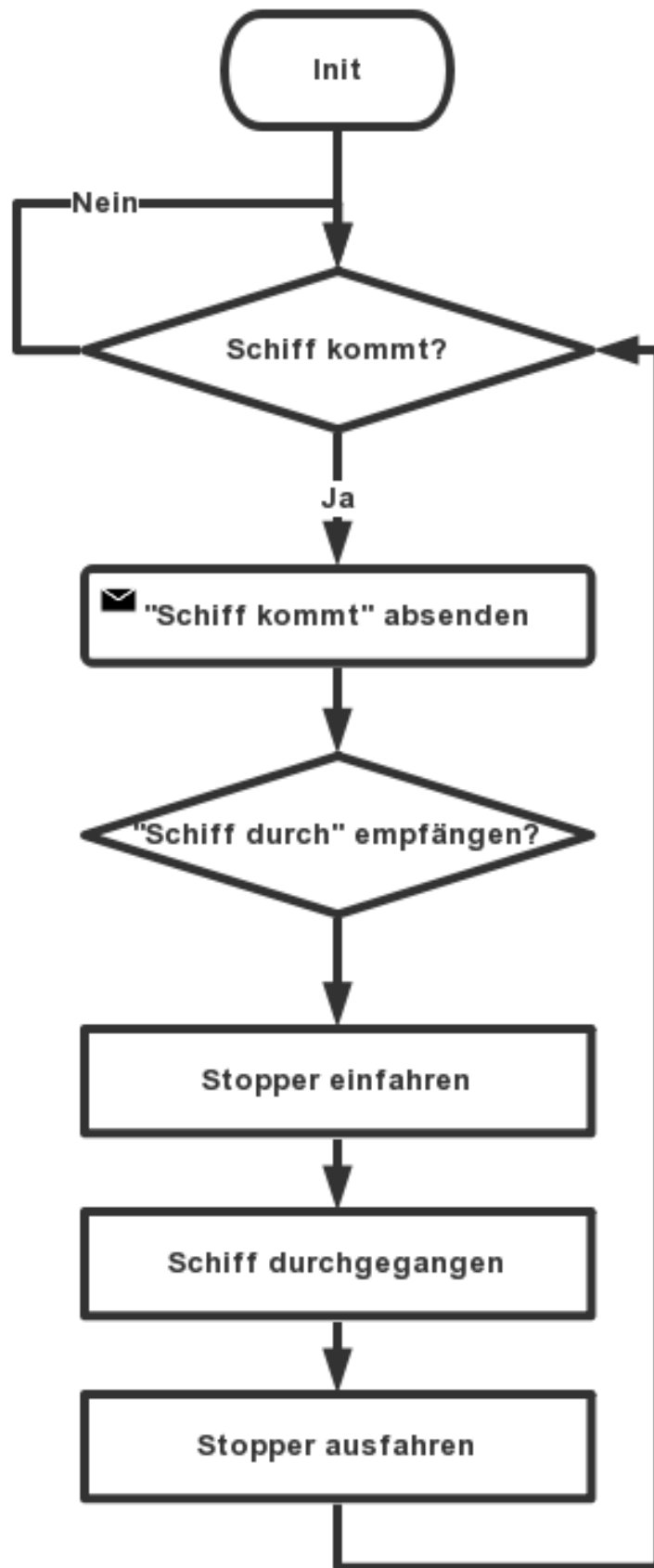


Abb. 30 Funktionsablauf Stopper_1 & 2

8.2.2 Ablauf Stopper_3 und HMI

- **Initialisierung**

Der Initialisierungsvorgang des Werkstückträgers läuft gleich wie Stopper_1 und Stopper_2.

- **Werkstückträger ankommen**

Wenn ein Werkstückträger kommt zu Stopper_3 an, wird es vom Sensor gekannt.

- **Tag_Daten erkennen**

Nach der Erkennung des Ankommens vom Werkstückträger werden die Daten „to read“ vom Transportsystem zu RFID-Gerät geschickt. Die Tag_Daten werden vom Schreib-/Lese-Kopf gescannt und zurück zu Transportsystem abgesendet.

- **Tag_Daten bewerten und Palette abarbeiten**

Hier wird eine Bedingung bewertet:

Aufgabe = „Ausliefern“

Wenn diese Palette auszuliefern ist, werden die Ist_Daten auf dem HMI angezeigt. Ein Mitarbeiter soll die Container überprüfen, ob sie richtig sind. Wenn ja, soll die Container entnommen und der Button „OK“ auf dem HMI gedrückt werden.

Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wird, wird der Werkstückträger einfach durchgelassen.

- **Tag_Daten überschreiben**

Nach dem Drücken des Buttons „OK“ werden die neuen Tag_Daten nach RFID-Gerät geschickt und in den RFID_Tag überschrieben. Wenn das Überschreiben erfolgreich ist, wird die Information „be witten“ zurück geschickt.

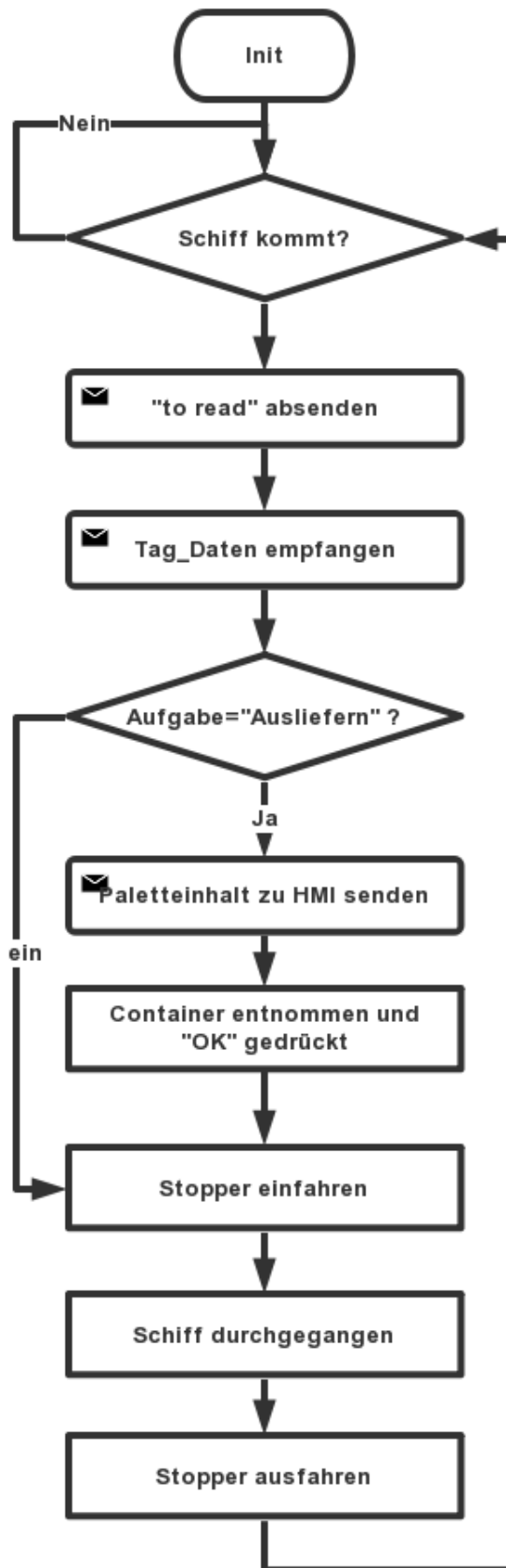


Abb. 31 Funktionsablauf Stopper_3 und HMI

- **Werkstückträger durchlassen**

Nach der Abarbeitung der Palette wird der Werkstückträger durchgelassen. Der Stopper_3 wird reingefahren. Bis der Werkstückträger durchgegangen ist, wird Stopper_3 ausgefahren.

Danach springt der Ablauf zum Anfang und wartet auf nächste Werkstückträger.

8.3 Kommissionierstation

Das Programm von der Kommissionierstation wurde vom Verfasser entwickelt. Die Kommissionierstation verbindet sich mit Hochregallager, Transportsystem und RFID_2.

Die Aufgabe des Roboters ist die Container nach dem Auftrag auf die Palette nehmen. Um diese Aufgabe zu schaffen, läuft das Programm als eine Multitaskfunktion.

Wenn der Roboter in Betrieb ist, kommuniziert er gleichzeitig mit andere Station, um den neuen kommenden Palette zu erkennen. Wenn die neue kommende Palette zu kommissionieren ist, wird das anlaufende Programm unterbrochen. Nach der Einnahme der neuen Palette fortführt der Roboter das unterbrochene Programm.

8.3.1 Ablauf

- **Initialisierung**

Bei der Initialisierung wird folgende Prozess durchgeführt:

- Vier Zuführbänder anlaufen
- Vier Trennern drei-Mal ein- und ausschalten, um drei Container vorne zu schieben
- Greifer des Roboters zur definierten Nullpunkt anfahren
- Zwei Palette-Halterung überprüfen, ob Palette bereit legt
- Zuführbänder stoppen
- Prüfen, ob die Container ausreichend sind

Wenn der Prozess durch gefühlt wird, werden die Daten „Ready“ zu Hochregallager und Transportsystem abgesendet.

- **Ankommen Werkstückträger**

Wenn ein Werkstückträger bzw. Schiff zur Stopper_2 ankommt, wird die Daten „Schiff kommt“ empfängt. Dann stellt der Roboter die Anforderung an RFID-Gerät, um die Tag_Daten zu erkennen.

- **Tag_Daten erkennen**

Genauso wie vorne schickt der Roboter „to read“ zum RFID-Gerät und empfängt die Tag_Daten.

- **Tag_Daten und Status bewerten**

Hier werden die Aufgabe, Ist_Daten und Status des Roboters bewertet. Es gibt zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten. Aber nur in zwei Fälle muss es vom Roboter verarbeitet werden.

Fall_1: „leer Schiff“ & geschaffte Palette

Wenn ein leerer Werkstückträger ankommt, wird der Status der Roboter geprüft, ob eine geschaffte Palette auf der Palette-Halterung liegt. Falls ja, wird das anlaufende Programm unterbrochen und diese Palette ausgenommen und zurück zum Hochregallager transportiert.

Nach der Ausnahme der Palette läuft das vorher unterbrochene Programm weiter.

Fall_2: „4CP“ & leere Palette-Halterung

Wenn ein leere Palette bzw. „4CP“ auf dem Schiff liegt, muss es eine zu kommissionierender Palette sein. So wird der Status des Roboters geprüft, ob eine leere Palette-Halterung bereit ist. Falls ja, wird das anlaufende Programm unterbrochen und diese Palette eingenommen.

Nach der Einnahme der Palette springt der Ablauf zum Fall_1, da der Schiff leer ist.

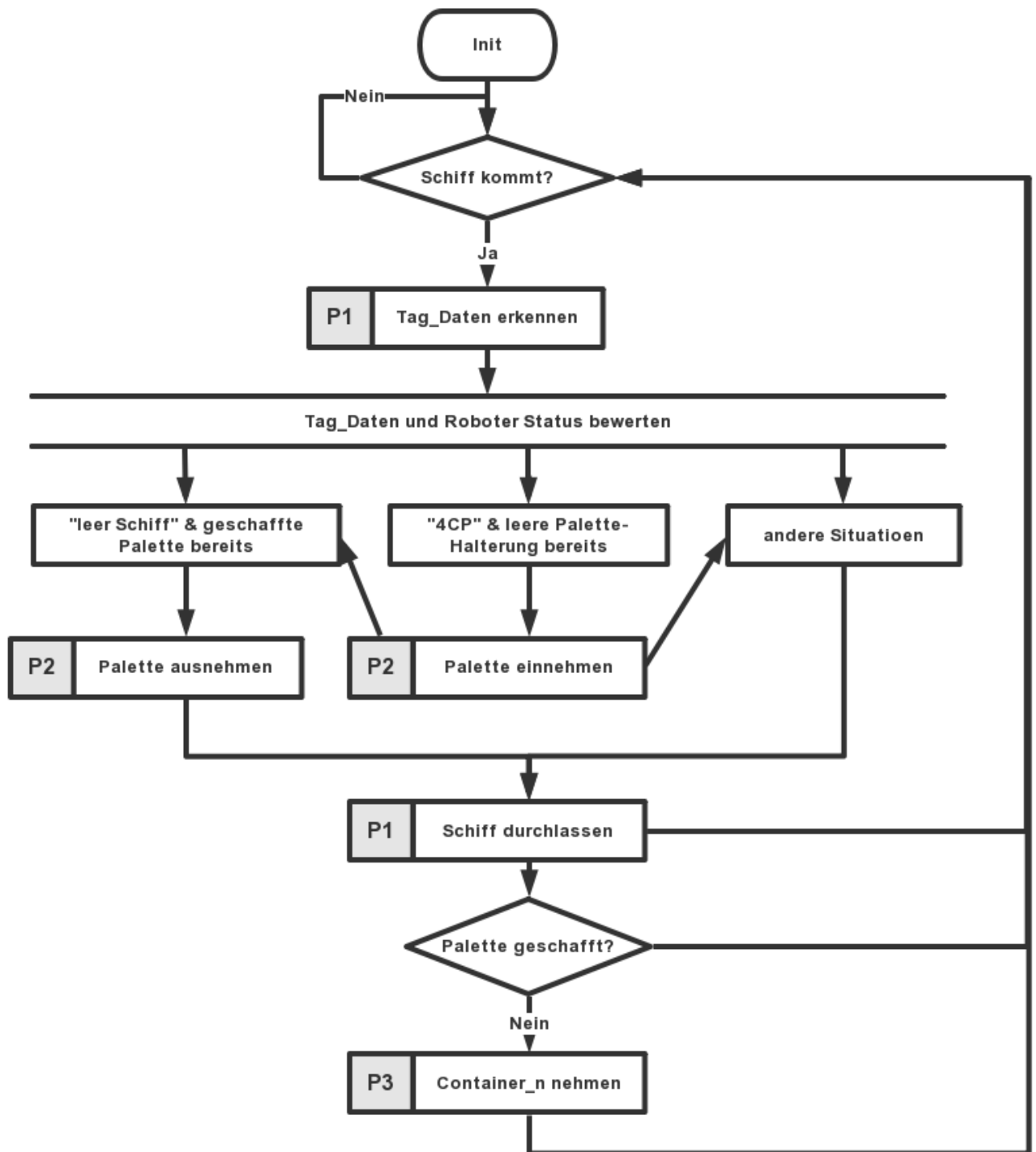


Abb. 32 Funktionsablauf Kommissionierstation

- **Werkstückträger durchlassen**

Nach der Verarbeitung des Roboters wird der Werkstückträger durchgelassen. Bevor muss die neue Tag_Daten überschrieben werden.

8.3.2 Realisierung Multitaskfunktion

In dieser Multitaskfunktion sind insgesamt drei Aufgaben eingesetzt, um der Roboter intelligenter zu werden.

- **Programm_1: Kommunikation**

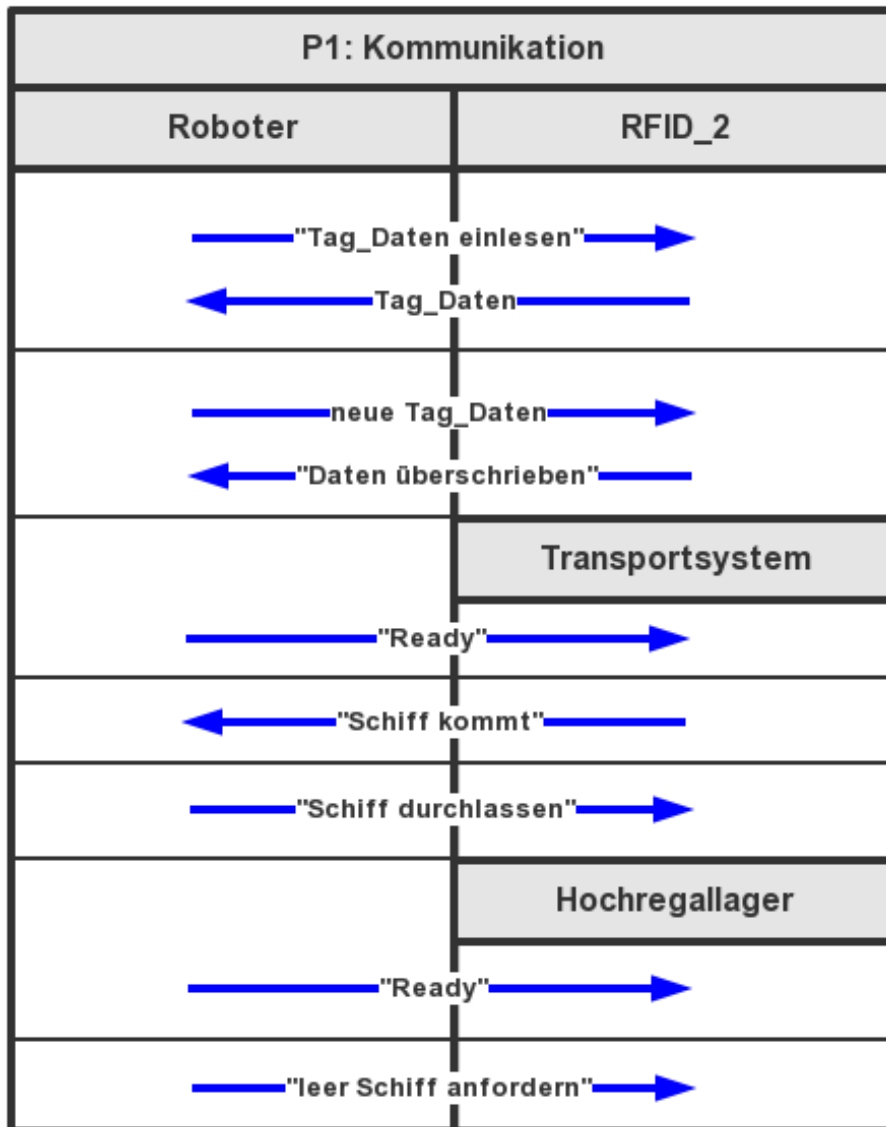


Abb. 33 Programm_1: Kommunikationen

Der Programm_1 beherrscht die Aufgabe, alle Kommunikationsmöglichkeiten zu kontrollieren.

Durch die Kommunikation mit Hochregallager und werden der Status des Roboters und die Information vom Werkstückträger aufeinander getauscht. Mit RFID werden die Tag_Daten eingelesen und überschrieben.

- **Programm_2: Palette ein- / ausnehmen**

Der Programm_2 beherrscht die Aufgabe, die Palette ein- und auszunehmen.

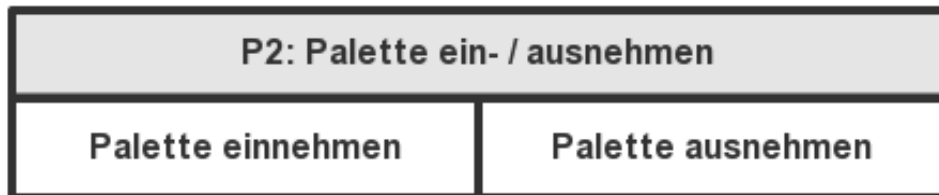


Abb. 34 Programm_2 Palette ein- / ausnehmen

- **Programm_3: Container_n auf die Palette einnehmen**

Die dritte Aufgabe ist ein Programm, dass ein Container auf eine Position der Palette genommen wird.

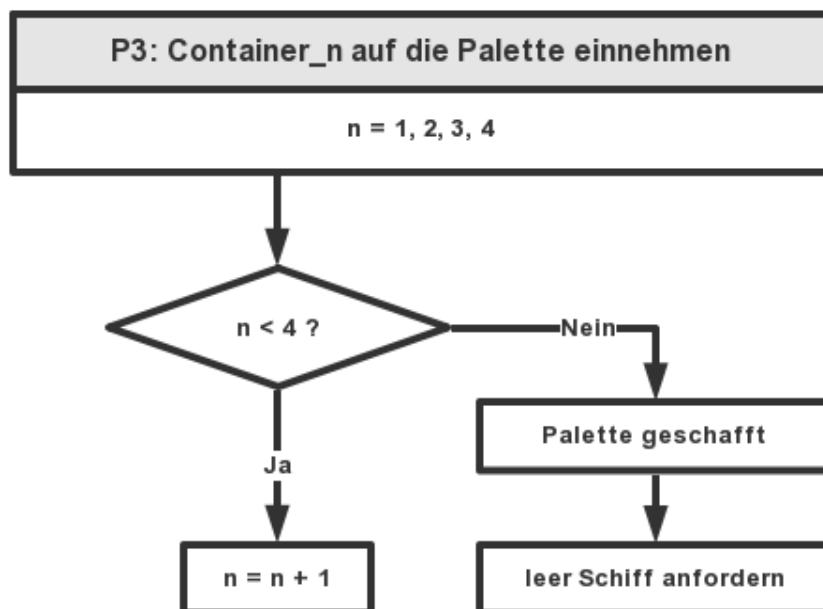


Abb. 35 Programm_3: Container_n auf die Palette einnehmen

Eine Palette hat vier Positionen, so wird P3 vier Mal aufgerufen. Wenn die Palette geschafft wird, wird eine Information nach Hochregallager abgesendet, um ein leer Schiff anzufordern.

Die Beziehungen den drei Programmen sind:

- Programm_1 und Programm_2 kann nicht synchron laufen.
- Programm_2 und Programm_3 kann nicht synchron laufen.
- Programm_1 und Programm_3 kann synchron laufen.

So führt der Roboter den Programm_3 immer aus, um Container zu nehmen. Gleichzeitig kommuniziert der Roboter mit Transportsystem. Wenn eine zu kommissionierender Palette inzwischen kommt, muss sie auf die Ende vom Programm_3 warten. Danach wird diese Palette auf einen leeren Arbeitsplatz eingenommen und der Programm_3 wieder ausgeführt.

8.4 RFID-Geräte

8.4.1 Arbeitsablauf

Die Arbeitsweise die drei RFID-Geräte sind gleich.

Am Anfang wird die TCP/IP-Verbindung zwischen RFID-Gerät und deren Hauptstation aufgebaut. Wenn das RFID-Gerät die Daten „to read“ von der Hauptstation empfängt wird, liest es die Daten im RFID_Tag aus und schick es die Daten nach der Hauptstation zurück. Wenn das RFID-Gerät eine neue Tag_Daten von der Hauptstation empfängt, schreibe es die neuen Daten in den RFID_Tag ein. Die Information „be witten“ wird zurück geschickt, wenn das Einschreiben erfolgreich ist.

Der Kommunikationsstatus wird durch drei LEDs mit verschiedenen Farben gezeigt.

Die rote LED beleuchtet nur, wenn die TCP/IP-Verbindung erfolgreich aufgebaut wird. Die grüne LED blinkt schnell nur, wenn die Daten im RFID_Tag erfolgreich ausgelesen werden. Sonst blinkt sie nur einmal und langsam. Die gelbe LED blinkt schnell nur, wenn die neuen Daten erfolgreich in den RFID_Tag eingeschrieben werden. Sonst blinkt sie nur einmal und langsam.

8.5 Zellenrechner und Lagerverwaltung

Der Zellenrechner kommuniziert nur mit Hochregallager, um Aufträge zu verarbeiten und Lagerinhalt zu verwalten.

8.5.1 Funktionen Interface

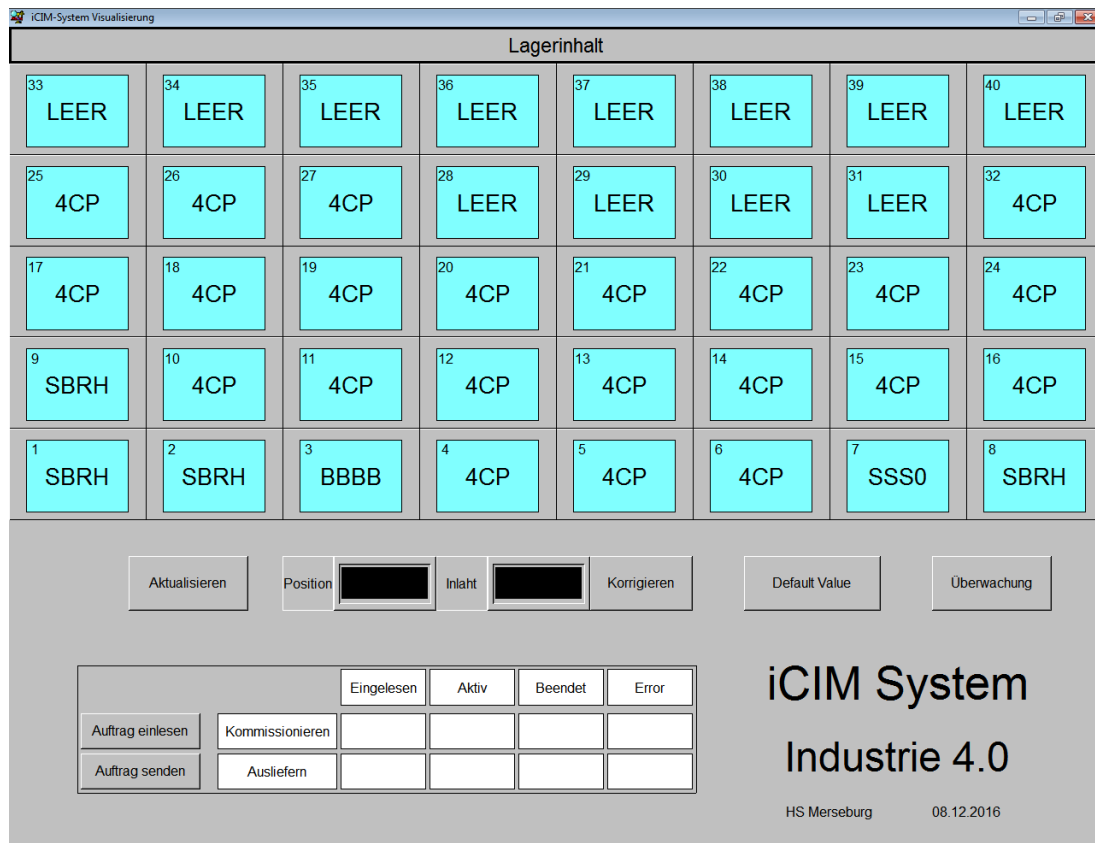


Abb. 36 Interface

- **Lagerinhalt**

Im Oben des Interfaces werden die aktuellen Inhalte aller 40 Lagerpositionen gezeigt. Jede Einheit beinhaltet die Nummer des Paletteplatzes und den zugehörigen Inhalt. Die Hintergrundfarbe ist auch veränderlich. Gelbe bedeutet eine leere Position. Rote bedeutet den unbekanntem Positionsinhalt.

• Button

In der Mitte stehen einige Buttons, um die Lagerinhalt zu verarbeiten.

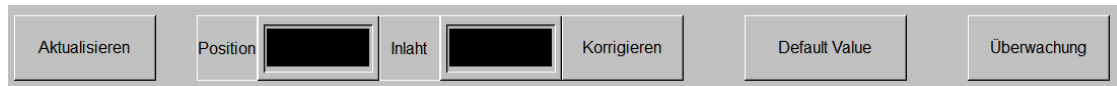


Abb. 37 Buttons

Aktualisieren:

Durch dem Drücken des Buttons „Aktualisieren“ wird die Daten „geti...“ 40 Mal vom PC nach Hochregallager geschickt, um alle Inhalte der Paletteplätze zu erneuern. Die Daten „seti...“ werden vom Hochregallager zurück geschickt, um die Lagerinhalt im PC zu synchronisieren.

Korrigieren:

Der Inhalt eines Paletteplatzes wird gemäß der eingegebene Position und Inhalt manuell korrigiert, wenn das Button „Korrigieren“ gedrückt wird. Die Daten „seti...“ werden vom PC nach Hochregallager abgesendet, um der in der SPS gespeicherte Inhalt zu korrigieren. Nach der Veränderung der entsprechenden Datenbank in der SPS wird die gleiche Daten „seti...“ zurück nach PC geschickt, um der entsprechende Inhalt im Interface und Access-Datenbank zu aktualisieren.

Default Init:

Um alle Inhalte zu korrigieren, wird das Button „Default Init“ eingesetzt. Der Lagerinhalt wird nach den vorgegebenen Daten in der Access-Tabelle „Lagerinhaltinitialisierung“ aktualisiert. Die 40 Inhalte der Paletteplätze werden als 40 Mal „seti...“ nach Hochregallager geschickt, um die „DB_Lagerinhalt“ in der SPS_1 zu korrigieren.

Überwachung:

Mit diesem Button werden alle Kommunikationsdaten und Stationsstatus des ganzen Systems überwacht. Theoretisch sollen die aktuelle Zeit und die Kopien aller abgesendeten und empfangenen Daten nach PC geschickt und im Überwachungsinterface gezeigt. Falls eine Kommunikation nicht durchgeführt

wird, kann das Problem vom Absender bzw. Empfänger sofort sichergestellt werden.

		Eingelesen	Aktiv	Beendet	Error
Auftrag einlesen	Kommissionieren	0			
Auftrag senden	Ausliefern	0	0	1	

Abb. 38 Auftrag Status

Auftrag einlesen:

Mit dem Button „Auftrag einlesen“ sind die in der Datenbank vorgegebener Aufträge zu erkennen. Die Beträge der zu kommissionierenden und auszuliefernden Aufträge werden in der Tabelle angezeigt.

Auftrag senden:

Mit dem Button „Auftrag senden“ werden alle eingelesenen Aufträge in der Form vom „adda...“ nach Hochregallager geschickt. Danach werden die Aufträge im System verarbeitet.

8.5.2 Funktionen Datenverwaltung

iCIM Datenbank Manager

Aufträge Lagerinhalt Lagerinitialisierung Produkte

Auftrags Stapel: zyklische Aktualisierung

ID	Part_NO	OQ_Description	Code	StartTime	OrderNo
*	(Neu)				

Datensatz: 1 von 1 | Kein Filter | Suchen

Aktive Aufträge: zyklische Aktualisierung

AutoNum	ID	Part_No	Description	Code	StartTime	OrderNo	Status
*	(Neu)	0			00:00:00	0	

Datensatz: 1 von 1 | Kein Filter | Suchen

Aufträge Beendet: zyklische Aktualisierung

AutoNum	ID	Part_No	Description	Code	StartTime	EndTime	OrderNo	Status
1248	363	SSSS	iCIM Kommissionierpalette (Schwarz, Schwarz, Schwarz, Schwarz)	D	16:42:24	16:44:29	0	finished
1247	362	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, leer)	D	16:34:23	16:36:41	0	finished
1246	359	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:22:32	0	error
1245	358	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:21:59	0	error
1244	357	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:21:25	0	finished
1243	356	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:20:53	0	error
1242	355	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:20:52	0	error
1241	354	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:19:50	0	error
1240	353	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:19:49	0	error

Datensatz: 1 von 1 | Kein Filter | Suchen

Abb. 39 Datenverwaltung

Mit einem SQL-Treiber wird eine Access-Datei als Datenbank mit dem Interface verbunden. Die Datenbank wurde in der alten Lösung eingesetzt und vom Verfasser umgebaut.

Die Datenbank verwaltet Auftragsstapel, um neue Aufträge einzugeben und Auftragsstatus zu verfolgen. Zudem wird eine Sicherungskopie des Lagerinhaltes in der Datenbank gespeichert.

- **Neue Aufträge eingeben**

In der Tabelle „Auftrags Stapel“ werden neue Aufträge manuell eingegeben. Ein Auftrag besteht aus vier Abkürzungen von vier Produkten. Zum Beispiel „SBRH“ bedeutet „Schwarz, Blau, Grau(Reaktor) und Harz(Gelb)“. „0“ bedeutet einen leer Platz an der Palette. Durch die Spalte „Code“ wird die Aufgabe des Auftrags ausgewählt. „C“ vertritt „Kommissionieren“ und „D“ bedeutet „Ausliefern“.

iCIM Datenbank Manager

Aufträge Lagerinhalt Lagerinitialisierung Produkte

Auftrags Stapel: zyklische Aktualisierung

ID	Part_NO	OO_Description	Code	StartTime	OrderNo
*	(Neu)				

Datensatz: 1 von 1 Keim Filter Suchen

Abb. 40 Auftragsstapel

Wenn die Aufträge nach Hochregallager abgesendet worden ist, werden alle Zeilen in der Tabelle „Auftrags Stapel“ gelöscht. Der Button rechts kann die Tabelle zyklisch aktualisiert, wenn der angekreuzt wird.

- aktive und geschaffte Aufträge anzeigen**

Die abgesendeten Aufträge werden in der Tabelle „Aktive Aufträge“ angezeigt. Wenn ein Auftrag geschafft wird und die entsprechende Zeile in der Tabelle „Aktive Aufträge“ gelöscht und in der Tabelle „Aufträge Beendet“ eingefügt. Mit dem Button „zyklische Aktualisierung“ wird die Tabelle auch erneuert.

Aktive Aufträge: zyklische Aktualisierung

AutoNum	ID	Part_No	Description	Code	StartTime	OrderNo	Status
*	(Neu)	0			00:00:00	0	

Datensatz: 1 von 1 Keim Filter Suchen

Aufträge Beendet: zyklische Aktualisierung

AutoNum	ID	Part_No	Description	Code	StartTime	EndTime	OrderNo	Status
1248	363	SSSS	iCIM Kommissionierpalette (Schwarz, Schwarz, Schwarz, Schwarz)	D	16:42:24	16:44:29	0	finished
1247	362	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, leer)	D	16:34:23	16:36:41	0	finished
1246	359	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:22:32	0	error
1245	358	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:21:59	0	error
1244	357	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:21:25	0	finished
1243	356	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:20:53	0	error
1242	355	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:20:52	0	error
1241	354	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:19:50	0	error
1240	353	BBBB	iCIM Kommissionierpalette (Blau, Blau, Blau, Blau)	C	18:16:58	18:19:49	0	error

Datensatz: 1 von 1 Keim Filter Suchen

Abb. 41 Auftragsstatus

- Lagerinhalt initialisieren**

Hier sind die Inhalte der 40 Lagerplätze freiwillig veränderbar. Durch dem Klicken des Buttons „Default Init“ im Interface werden alle 40 Inhalte Im Hochregallager überschrieben.

Aufträge	Lagerinhalt	Lagerinitialisierung	Produkte				
Lagerinitialisierung:							
SLOT_NO	PART_NO	DESCRIPTION	QUANTITY	ORDER_NO	RESERVED	ZONE	
1	4CP	iCIM Kommissionierpalette für 4 Behälter, unbelegt	1	0	0	1	
2	4CP	iCIM Kommissionierpalette für 4 Behälter, unbelegt	1	0	0	1	
3	4CP	iCIM Kommissionierpalette für 4 Behälter, unbelegt	1	0	0	1	
4	4CP	iCIM Kommissionierpalette für 4 Behälter, unbelegt	1	0	0	1	
5	4CP	iCIM Kommissionierpalette für 4 Behälter, unbelegt	1	0	0	1	
6	4CP	iCIM Kommissionierpalette für 4 Behälter, unbelegt	1	0	0	1	
7	4CP	iCIM Kommissionierpalette für 4 Behälter, unbelegt	1	0	0	1	

Abb. 42 Lagerinhalt_Initialisierung

8.5.3 Überwachungssystem

Im dezentralen System arbeitet jede Station ganz unabhängig. Das dezentrale Kommunikationsnetz verursacht auch eine Schwierigkeit, die jeweiligen Verbindungsstatus anschaulich zu erkennen. In diesem Fall ist ein zentrales Überwachungssystem notwendig.

Idealerweise wird jede Station eine TCP/IP-Verbindung mit zentrale Überwachungscomputer aufgebaut. Die Kopien von aller Kommunikationsdaten werden nach Überwachungscomputer abgesendet. Dadurch werden alle Kommunikationsvorgänge und Status jeder Station sichtbar.

Wegen die Begrenze der Speichergröße von der SPS wurde das Überwachungssystem in dieser Arbeit leider nicht realisiert. Mit dem Software „Sokit“ wurden teilweise Kommunikationsdaten überwacht.

9. Potenzielle Probleme und Optimierung

In der praktischen Entwicklung des dezentralen Systems treten sich einige Probleme auf. Außerdem muss das Sicherheitsproblem auch streng überlegt. Hier werden die potenziellen Probleme gesammelt. Die entsprechende Lösung wird auch angezeigt, wie das System optimiert wird.

9.1 keine Palette gefunden

Problemerkklärung:

Beim Ankommen eines Werkstückträgers sucht der Hochregallager einen entsprechende Palette, um den folgenden Auftrag zu schaffen. Nach dem Durchsuchen im Datenbaustein wird die Position der Palette sichergestellt. Aber Teleskop kann nicht die Paletten an dieser Position erkennen.

Ursache:

- Falsche Lagerinhalt

Lösungen:

- Hochregallager korrigiert den Inhalt dieser Position in den Datenbaustein und aktualisiert den Lagerinhalt im Zellenrechner.
- Teleskop sucht noch mal im Datenbaustein, um die entsprechende Palette auszulagern.

9.2 Platz der Palette besetzt

Problemerkklärung:

Wenn ein Auftrag erfolgreich bearbeitet und läuft zurück zum Hochregallager, ist die Palette in den Hochregallager einzulagern. Der Hochregallager sucht

einen leeren Platz und nimmt die Palette ein. Aber an dieser Platz wird eine unbekannte Palette vom Teleskop gescannt.

Ursache:

- Falsche Lagerinhalt

Lösungen:

- Teleskop nimmt die einzulagerte Palette zurück auf dem Werkstückträger
- Der Inhalt dieses Platzes wird zu „Error“ korrigiert und nach PC geschickt.
- Hochregallager sucht nächsten leeren Platz.
- der Falsche Inhalt wird manuell im Interface korrigiert.

9.3 Blockierung des Roboters

Problemerkklärung:

Es gibt nur zwei Paletteaufnahmen. Das bedeutet, der Roboter kann gleichzeitig maximal zwei Paletten bearbeiten. Wenn zu viele Paletten vom Hochregallager ausgenommen werden, gibt es keinen leeren Werkstückträger für Kommissionierstation, um die geschaffte Palette auszunehmen.

Ursache:

- Stationen dezentral organisiert
- keine Anpassungsregel zwischen Hochregallager und Kommissionierstation

Lösungen:

- Jedes Mal wenn eine Palette geschafft wird, schickt die Kommissionierstation die Daten „44“ nach Hochregallager, um einen leeren Werkstückträger anzufordern.

9.4 Container ausgegangen

Problemerkklärung:

Wenn beim Abarbeiten einer Palette ist Container nicht ausreichend, könnte die Palette nicht geschaffen wird.

Lösungen:

- Kommissionierstation:

- Abarbeiten der Palette abgebrochen
- leer Werkstückträger anfordern
- Alle Palette zurücknehmen
- Container vom Mitarbeiter aufgefüllt
- Neu-Initialisierung

- Hochregallager:

- leer Werkstückträger durchlassen
- Palette mit Kommissionierauftrag einlagern
- Kommissionierauftrag im Auftragsstapel überspringen

9.5 Palette immer umlaufen

Problemerkklärung:

Es könnte sein, dass eine zu kommissionierende Palette immer umläuft und kann nicht von der Kommissionierstation eingenommen.

Lösungen:

- einen Zähler im RFID einstellen, um die Umlaufhäufigkeit zu zählen.

- Palette vom Hochregallager zurück nehmen, wenn Zähler > 5

10. Vergleich der konventionellen mit der „smarter“ Lösung

10.1 Vorteile

- **„intelligente“ System**

Durch die Vernetzung aller Komponenten wird das System intelligenter. Jede Station wird selbst organisiert und stellt sicher, ob die ankommende Palette verarbeitet oder durchgelassen soll. Und jede Station hat die Fähigkeit, meist Fehlern automatisch zu behandeln werden kann.

- **Programme vereinfachen**

Bei der Entwicklung des dezentralen Systems ist es sehr offensichtlich, dass die Programme viel vereinfacht wurden.

Die Programme der zentralen Lösung waren sehr komplex und schwer zu erkennen. Es ist nicht leicht für andere Entwickler, die Programme zu korrigieren und umzubauen.

Aber bei dezentralen Lösung arbeitet jede Komponente unabhängig und beeinflusst nicht auf einander. Aus diesem Grund können die Komponenten vom verschiedene Personen entwickelt. Die Logistik jeder Komponente wird einfacher und kann mehr Funktionen erreichen.

- **Stabilität und Flexibilität des Systems**

Im zentralen System wurde die Paletteinhalt durch die Erkennung des Werkstückträgersnummers erkannt. Falls die Palette entnommen oder abgefallen wird, wird ein Fehler angemeldet. Und es verursacht die Unterbrechung des ganzen Systems.

Aber im dezentralen System kann die Palette freiwillig entnommen oder eingefügt werden. Es vermeidet den kompletten Stopp des ganzen Systems, wenn ein örtlicher Fehler angemeldet wird. So wird die Effizienz erhöht.

- **Wirtschaftlichkeit**

Das zentrale System muss eine konzentrierte Software, die alle Komponenten anpasst, haben. Aber in Wirklichkeit wurde jede Komponente vom verschiedenen Hersteller produziert. Und es kostet immer viel Geld, eine spezielle Software zu kaufen.

Im dezentralen System wird bei jede Komponente geeignete Software eingesetzt. Durch die TCP/IP-Verbindung, die an alle Komponenten unterstützt werden, können die gleichen Aufgaben des Systems aufgeführt werden.

10.2 Nachteile

- **Netzwerksicherheit**

Alle Geräte, die im Netzwerk verbunden werden, steht die Gefährlichkeit vom Netzwerkangriff und Netzwerkvirus. Es ist notwendig, das Sicherheitsproblem zu verbessern und es erhöht die Kosten des dezentralen Systems.

11. Zusammenfassung und Ausblick

11.1 Zusammenfassung

Zum Schluss wird dieser Bachelorarbeit zusammengefasst.

Diese Arbeit wurde vom Verfasser und Herrn Lizhao Jin zusammengearbeitet. Am Anfang wurde die iCIM-Kommissionieranlage von uns kennengelernt. Die defekte Module wurde auch vom uns repariert.

Danach wurde die Konzeption des dezentralen Systems diskutiert. Es beinhaltet den Einsatz der RFID-Infrastrukturen, Kommunikationsnetzwerk und die Trennung der Arbeit.

Durch unzählige Versuch wurde die TCP/IP-Verbindung zwischen PC, SPS, Arduino und Roboter erfolgreich aufgebaut. Und das Kommunikationsprotokoll wurde auch sichergestellt.

Nach dem Aufbau des RFID-Gerätes wurde die Grundfunktion entwickelt. Danach wurde die Behandlung der möglichen Fehler überlegt und optimiert. Ein Überwachungssystem wurde auch erstellt.

Außerdem wurde das alte Programm erfolgreich funktioniert.

Zum Ende funktioniert das ganze dezentrale System ruhig und erreicht die Erwartung von uns. Alle Stationen können selbst sicherstellen, welche Aufgabe durchzuführen.

Trotzdem ist diese Arbeit nicht perfekt.

Wegen die Begrenzung des SPS-CPU wurden die Kommunikationsvorgänge nicht komplett überwacht.

11.2 Ausblick

In Zukunft könnte das Überwachungssystem weiter entwickelt und speziell auf einem Monitor gezeigt. So kann man direkt und deutlich die Kommunikationsvorgänge erkennen.

Das Eingeben der Aufträge könnte fern verarbeitet werden. Die Aufträge können direkt vom Kunden abgesendet und sofort abgearbeitet werden. So wird das System intelligenter.

12. Literaturverzeichnis

Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Hochregallager_A001

Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Handbuch_A002

Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Kommissionieren_A001

Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2005), Handbuch iCIM_Transportsystem_A001

Michael Simon, (2011), WICHTIG!!! – Nach Batteriewechsel oder Komplettausfall usw.

MITSUBISHI ELECTRIC, (2005), MELFA Industrieroboter Bedienungsanleitung CRn-500 Ethernet-Schnittstelle

MITSUBISHI ELECTRIC, (2005), MELFA Technisches Handbuch Bedienungsanleitung RV-1A/RV-2AJ

Festo Didactic GmbH & Co.KG, (2008), CIROS Supervision - Benutzerhandbuch - Treiberreferenz - Getting Started

<http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/>; (abgerufen am 15.03.2017)

https://de.wikipedia.org/wiki/Industrie_4.0; (abgerufen am 15.03.2017)

<http://www.atcv.de/downloads/cim%20projekt.pdf>; (abgerufen am 15.03.2017)

http://www.digital-manufacturing-magazin.de/sites/default/files/magazine-pdf/dm_2015-01_archiv.pdf; (abgerufen am 15.03.2017)

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/17853532>; (abgerufen am 15.03.2017)