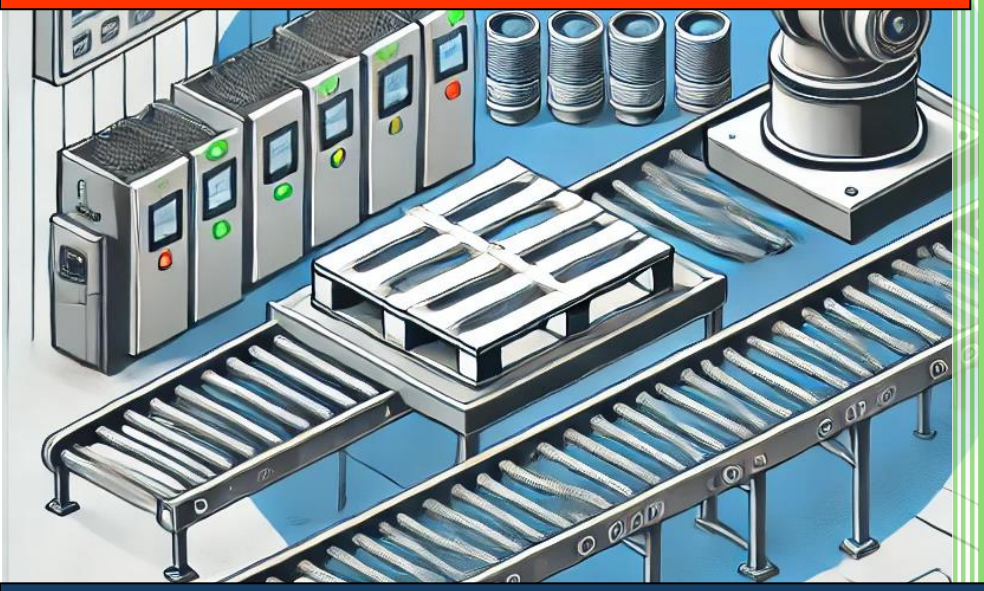
Migrosverteilbetrieb Neuendorf

Auftraggeber: MVN
Beat Dauwalder
Neustrasse 49
4623 Neuendorf



Diplomarbeit

Erweiterung der Palettenprüfanlage

Projektleiter: Jonathan Ursule
Abteilungsleiter: Nikola Peric
Betreuer: Lukas Kurmann

Projekttitel: Erweiterung der Palettenprüfanlage
Schule: TEKO Höhere Fachschule

24.9.2024

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 4
Akronymverzeichnis 6
1 Summary 7
2 Einleitung 8
3 Projektziele und Lieferobjekte 9
3.1 Projektziele 9
3.2 Lieferobjekte 9
4 Inhalts- und Umfangsmanagement 10
5 Risikomatrix für das Zeitmanagement 13
6 Zeitmanagement 14
6.1 Projekt Planung 14
6.2 Gantt Chart 14
6.3 Meilensteine 14
7 Budget 15
8 Projektorganigramm 16
8.1 Aufgaben und Kompetenzen 16
8.2 *Projektstrukturplan* 17
8.3 Swot-Analyse der Erweiterung der Palettenprüfanlage 18
8.3.1 Stärken 18
8.3.2 Schwächen 18
8.3.3 Chancen 19
8.3.4 Risiken 19
8.4 Risikomanagement für die Erweiterung der Palettenprüfanlage 20
8.4.1 Risikobewertung 20
8.4.2 Risikominderungsstrategien 21
8.4.3 Überwachung und Kontrolle 22
9 Paletten für Automatisierte Hochregallager 23
9.1 Paletten Normen für Europaletten 23
9.2 Chep-Paletten 25
9.3 Klötze 26
10 Palettenprüfanlage 27

10.1 Speicherprogrammierbare Steuerung 27
10.1.1 Human Machine Interface-Touchpanel 27
10.1.2 Busmodul 28
10.1.3 Topolgieansicht 29
10.2 Human Machine Interface-Touchpanel 30
10.2.1 Startbildschirm 30
10.2.2 Aktuelle Störungen 30
10.2.3 Grundstellung 31
10.2.4 Paletten Zähler 31
10.3 Teilanlage 32
10.3.1 Angetriebene Rollenförderer (1.1.1 - 1.4) 32
10.3.2 Entstapler (1.4) 34
10.3.3 Palettenprüfstation (1.6) 35
10.3.4 Prüfungsniveaus: 36
10.3.5 Winkelübergabe (1.7) 37
10.3.6 Leer-Palettenspender für Gutpaletten (1.9.1) 38
10.3.7 Leer-Palettenspender für Schlechtpaletten (1.9.2) 38
10.3.8 Querverschiebewagen und Rollenförderer (1.10-1.11) 39
10.4 Sicherheitskonzept 40
11 Umsetzung 41
11.1 Erweiterung der Funktion Chep Paletten 41
11.1.1 Sensoren Anordnung 42
11.1.2 Vorne 42
11.1.3 Seitlich 42
11.1.4 Flussdiagramm 43
Montage der SensorenPalettenprüfstation (1.6) 44
11.2 Elektro-Schema 45
12 SPS Programm 46
12.1 Bausteine 46
12.1.1 Funktionsbausteine (FB - Function Blocks): 46
12.1.2 Funktionen (FC - Functions): 46
12.1.3 Datenbausteine (DB - Data Blocks): 46

12.1.4 Fazit: ... 47
12.2 Anweisungen: ... 47
12.2.1 Logische Anweisungen ... 47
12.2.2 Vergleichsanweisungen: ... 47
12.2.3 Mathematisch Anweisungen ... 47
12.2.4 Zeit- und Zähleranweisungen: ... 48
12.2.5 Speicheranweisungen: ... 48
12.3 Variablentabelle Zähler Farberkennung ... 49
12.4 FC 320 Prüfstrecke ... 50
12.4.1 Netwerk 11 Lichtschranken Prüfstrecke RoBa HP ... 50
12.4.2 Netzwerk 36 Daten Baustein Prüfung Klotz ... 52
12.5 FC 100 Migros ... 53
12.5.1 Netzwerk 4: Farberkennung ... 53
12.5.2 Netzwerk 6: Blaue Paletten ... 54
12.5.3 Netzwerk 5: Normale Paletten ... 54
12.5.4 Palettenzähler ... 55
12.6 FB 373 Pruef Klotz ... 56
12.6.1 Hauptfunktionen des Bausteins: ... 56
12.6.2 Programmieren im Funktionsbaustein ... 58
12.6.3 Netzwerk 1 ... 58
12.6.4 Netzwerk Untersuchen welche Klotzreihe Teil 1 VORN ... 59
12.6.5 Netzwerk 11 Aktive Reihe ermitteln ... 61
12.6.1 Zentrale Funktion: ... 61
12.6.2 Netzwerk 14 ... 62
13 Optimierung der Anlage ... 63
13.1 Einstellen der Sensoren ... 63
13.2 Schlusswort ... 64
13.3 Erreichte Ziele ... 65
13.4 Nicht erreichte Ziele ... 65
13.5 Fazit ... 66
14 Quellenverzeichnis ... 67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1 Projektziele 10
Abbildung 4.2 Systemabgrenzung 10
Abbildung 4.3 Nutzen des Projekts 11
Abbildung 6.1:Projekt Planung 14
Abbildung 6.2 Gantt Chart: Erweiterung der Palettenprüfanlage 14
Abbildung 7.1 : Budget 15
Abbildung 8.1 Projektorganigramm 16
Abbildung 8.2 Projektstruktur 17
Abbildung 8.3 Srärken 18
Abbildung 8.4 Schwächen 18
Abbildung 8.5 Chancen 19
Abbildung 8.6 Risiken 19
Abbildung 8.7 Risikobewertung 20
Abbildung 8.8 Finazielle Risiken 20
Abbildung 8.9 Regulatorische Risiken / Operationelle Risiken 21
Abbildung 9.1 Normen Euro-Paletten 23
Abbildung 9.2 Mass von Europaletten 24
Abbildung 9.3 Chep Palette 25
Abbildung 9.5 Masse Klötze 26
Abbildung 9.4 Chep-Palette von der Seite 26
Abbildung 9.6 Chep-Palette von Hinten 26
Abbildung 10.1 Topologieansicht 29
Abbildung 10.2 Teilanlage HMI 30
Abbildung 10.3 Störungen 30
Abbildung 10.4 rundstellungen 31
Abbildung 10.5 Paletten Zähleer 31
Abbildung 10.6 Angetriebene Rollenförderer (1.1.1 - 1.4) 32
Abbildung 10.7 Position 1.1.1-Position1.4 HMI 32
Abbildung 10.8 Entstapler (1.4) 34
Abbildung 10.9 Entstapler Position 1.4 HMI 34
Abbildung 10.10 Palettenprüfstation (1.6) 35
Abbildung 10.11 Prüfstation Ergebnisse HMI 35
Abbildung 10.12 Palettenprüfstation (1.6) HMI 36
Abbildung 10.13 Winkelübergabe (1.7) 37
Abbildung 10.14 Position 1.7 RoBa und Etikettierer 37
Abbildung 10.15 Leer-Palettenspender für Gutpaletten (1.9.1) 38
Abbildung 10.16 Leer-Palettenmagazin gute Paletten Position 1.9.1 HMI 38
Abbildung 10.17 Palettenmagazin schlechte Paletten Position 1.9.2 38
Abbildung 10.18 Querverschiebewagen und Rollenförderer (1.10-1.11) 39

Abbildung 10.19 Ausfahrt Pos.1.10-Pos1.11 39
Abbildung 10.20 Lichtgitter 40
Abbildung 10.21 Zutrittskonzept 40
Abbildung 11.1 Flussdiagramm Farberkennung 41
Abbildung 11.2 Sensoren Anordnung Vorne 42
Abbildung 11.3 Sensoren Anordnung Seitlich 42
Abbildung 11.4 Flussdiagramm Klotz 43
Abbildung 11.5 Sensoren Chep Palette 44
Abbildung 11.7 Ausschnitt Schema / siehe im Anhang 45
Abbildung 11.6 Busmodul Prüfstation 45
Abbildung 12.1 Variablentabelle Zähler Farberkennung 49
Abbildung 12.2 12.4.2 Netzwerk 36 Daten Baustein Prüfung Klotz 52
Abbildung 12.3 12.5.1 Netzwerk 4: Farberkennung 53
Abbildung 12.4 12.5.2 Netzwerk 6: Blaue Paletten 54
Abbildung 12.5 12.5.3 Netzwerk 5: Normale Paletten 54
Abbildung 12.6 Palettenzähler 55
Abbildung 12.7 Multiinstanzen 57
Abbildung 12.8 LS Gruppen Adresse Input 57
Abbildung 12.9 Netzwerk 1 58
Abbildung 12.10 Klotzreihe VORN Eurpalette 59
Abbildung 12.11 Klotzreihe VORN Chep Palette 60
Abbildung 12.12 12.6.5 Netzwerk 11 Aktive Reihe ermitteln 61
Abbildung 12.13 Netzwerk 11 Aktive Reihe ermitteln 62
Abbildung 13.1 Sensoren Einstellen 63

Akronymverzeichnis

Akronym	Definition
S7	Siemens Simatic S7 (Speicherprogrammierbare Steuerungssystem von Siemens)
MVN	Migros-Verteilbetrieb Neuendorf AG
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung (Programmable Logic Controller)
TIA	Totally Integrated Automation (Automatisierungskonzept von Siemens)
HMI	Human Machine Interface (Mensch-Maschine-Schnittstelle)
FC	Funktionsbaustein (Wiederverwendbarer Baustein ohne Datenspeicherung)
FB	Funktionsbaustein (Baustein mit Datenspeicherung für spezifische Prozesse)
DB	Datenbaustein (Speicherbereich für Variablen in SPS-Systemen)
PROFINET	Industrieller Ethernet-Standard für die Automatisierung
TON	Einschaltverzögerung (Timer in der SPS, der eine Aktion um eine festgelegte Zeit verzögert)
CTU	Zähler-Aufwärts (Zählerfunktion in der SPS-Programmierung, die nach oben zählt)
CTD	Zähler-Abwärts (Zählerfunktion in der SPS-Programmierung, die nach unten zählt)
P-TRIG	Positiver Flanken-Trigger (Erkennt eine positive Flanke eines Signals)
MVB	Migros-Verteilbetrieb (Vertriebszentrum von Migros)
CHEP	Commonwealth Handling Equipment Pool (Standardisiertes Palettensystem, blaue Paletten)
EPAL	European Pallet Association (Organisation, die Europaletten zertifiziert)

1 Summary

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Optimierung einer Palettenprüfanlage, insbesondere mit der Unterscheidung zwischen Chep- und Europaletten. Die größte Herausforderung bestand darin, sicherzustellen, dass die Chep-Paletten korrekt erkannt werden, da sie aufgrund der abweichenden Anordnung der Klötze zuvor aussortiert wurden. Durch eine präzise Kalibrierung der Sensoren, die Integration von strukturierten Programmen im TIA Portal und den Einsatz von Multiinstanz-Techniken konnte das System so verbessert werden, dass beide Palettentypen zuverlässig verarbeitet werden.

Im Rahmen des Projekts wurden Sensoren für die genaue Erkennung der Klötze konfiguriert und logische Abläufe programmiert, um einen reibungslosen Betrieb sicherzustellen. Mithilfe von Tools wie dem **SPS Analyzer** wurden die Sensoren so eingestellt, dass optimale Ergebnisse für den Prüfprozess erzielt wurden. Das System kann nun präzise zählen und zuverlässig zwischen normalen Paletten und Chep-Paletten unterscheiden, ohne Fehler zu verursachen.

Neben der technischen Umsetzung wurden Schulungen durchgeführt, um die Bedienung der Anlage zu optimieren. Die Kombination aus theoretischem Wissen, das ich in meinen drei Jahren an der Technikerschule erworben habe, praktischer Erfahrung aus früheren Projekten und diesem abschließenden Großprojekt im Bereich SPS führte zu einem erfolgreichen Ergebnis und einer deutlichen Verbesserung der Systemleistung.

2 Einleitung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Optimierung einer bestehenden **Palettenprüfanlage**, deren Hauptaufgabe die Unterscheidung und Inspektion von **Chep-Paletten** und **Euro-Paletten** ist. In der ursprünglichen Konfiguration führte die Anlage oft zu Fehlfunktionen bei der Erkennung von Chep-Paletten, da diese aufgrund der unterschiedlichen Klotzanordnung fälschlicherweise aussortiert wurden. Ziel dieser Arbeit war es, die Anlage so zu modifizieren, dass beide Palettentypen zuverlässig erkannt und korrekt verarbeitet werden.

Im Zuge dieser Optimierung wurden die Sensoren der Anlage mithilfe eines **SPS Analyzers** präzise kalibriert und der Programmablauf im **TIA Portal** neu strukturiert. Dabei kam die Multiinstanz-Programmierung zum Einsatz, um die Effizienz und Übersichtlichkeit zu steigern. Neben der technischen Umsetzung wurde auch besonderer Wert auf die **Schulung der Mitarbeiter** gelegt, um die Bedienung der Anlage weiter zu optimieren.

Diese Diplomarbeit baut auf den in drei Jahren Technikerschule erworbenen Kenntnissen auf. Insbesondere die Erfahrungen aus den Bereichen **Projektplanung**, **Elektronik**, **C++**, **HTML**, **JavaScript** und **Robotik** flossen in die Umsetzung dieser Arbeit ein. Die erfolgreiche Anwendung dieser Kenntnisse im Bereich der **SPS-Programmierung** stellt den Höhepunkt meines bisherigen Ausbildungswegs dar.

In den folgenden Kapiteln wird die technische Umsetzung der Optimierungen im Detail beschrieben, die Herausforderungen der praktischen Anwendung erläutert und die erreichten Ergebnisse dargestellt. Ziel dieser Arbeit ist es, eine dauerhafte und effiziente Lösung für die Palettenprüfung bereitzustellen, die nicht nur eine korrekte Erkennung der Palettenarten sicherstellt, sondern auch die Effizienz der Anlage insgesamt steigert.

3 Projektziele und Lieferobjekte

3.1 Projektziele

Das Projektziel gliedert sich in vier Hauptbereiche:

1. **Optimierung der Palettenprüfanlage:** Durchführung einer detaillierten Analyse der aktuellen Prozesse und Abläufe der Palettenprüfanlage, um Potenziale für Optimierungen zu identifizieren. Ziel ist es, die Effizienz der Anlage zu steigern und die Qualität der geprüften Paletten zu verbessern.

2. **Erweiterung der Siemens S7 Steuerung:** Evaluierung und Anpassung der bestehenden Siemens S7 Steuerung, um die Anlage um die Funktion zur Erkennung und Aussortierung von Chep-Paletten zu erweitern. Diese Maßnahme soll das Störungsmanagement verbessern und die Verarbeitungsqualität erhöhen.

3. **Integration zusätzlicher Sensoren:** Implementierung zusätzlicher Sensoren zur präzisen Erkennung von Chep-Paletten und zur Identifizierung von Fehlern an den unteren Brettern der Paletten. Dadurch soll die Prüfgenauigkeit erhöht und die Anzahl der wiederverwendbaren Paletten maximiert werden.

4. **Optionale Installation von Scannern für Loops:** Installation von zwei zusätzlichen Scannern, die in das Leitsystem integriert werden, um die Erkennung von Loops im System zu ermöglichen. Diese Maßnahme soll sicherstellen, dass Paletten effizient im System verbleiben oder aussortiert werden, je nach Detektion der Loops.

3.2 Lieferobjekte

1.1 Prozessdokumentation der optimierten Palettenprüfanlage: Es wird eine detaillierte Dokumentation der analysierten und optimierten Prozesse der Palettenprüfanlage erstellt.

1.2 Beschreibungen zur Verbesserung der Prozessabläufe: Die identifizierten Optimierungspotenziale werden dokumentiert und detaillierte Verbesserungsvorschläge erarbeitet.

2.1 Erweiterung der Siemens S7 Steuerung: Die Anpassungen an der Siemens S7 Steuerung werden dokumentiert, insbesondere die Integration der neuen Funktionen zur Erkennung und Aussortierung von Chep-Paletten.

3.1 Installation und Kalibrierung der Sensoren: Die zusätzlichen Sensoren werden installiert und kalibriert. Dieser Prozess wird dokumentiert, um die Funktionalität und Integration in die bestehende Anlage zu gewährleisten.

4.1 Optionale Installation und Integration der Scanner: Die Installation und Integration der optionalen Scanner für die Erkennung von Loops wird durchgeführt und dokumentiert. Diese Scanner werden getestet, um ihre Funktionalität und ihren Nutzen für den Betrieb zu bewerten.

4 Inhalts- und Umfangsmanagement

Ausgangslage

Diese Anlage spielt eine zentrale Rolle bei der Sicherstellung der Qualität der Paletten, die im Logistikprozess verwendet werden. Aufgrund geänderter Normen ist es nun erforderlich, neben Europaletten auch Chep-Paletten im Betrieb zu akzeptieren und zu verarbeiten. Chep-Paletten erfüllen auch die EU-Norm für Paletten, sind aber Blau haben leichte Unterschiede bei der Konstruktion. Die bestehende Anlage ist derzeit nicht in der Lage, Chep-Paletten zu erkennen und auszusortieren, was die Notwendigkeit einer Erweiterung und Optimierung der Anlage mit sich bringt.

Projektziele

Das Projektziel gliedert sich in vier Hauptbereiche:

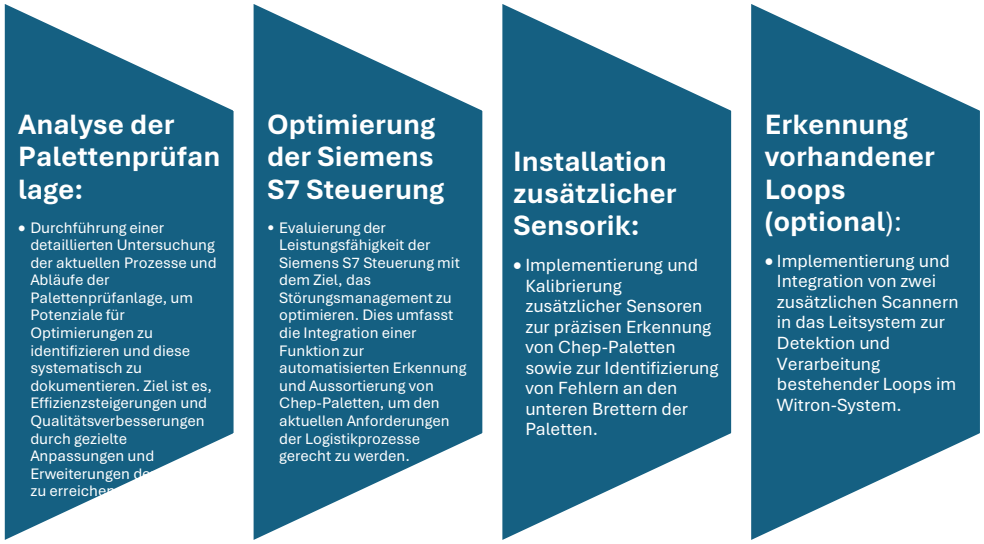


Abbildung 4.1 Projektziele

Systemabgrenzung

Abbildung 4.2 Systemabgrenzung

Nutzen des Projekts

Das Projekt soll folgende Vorteile für das Migros-Verteilzentrum Neuendorf bringen:

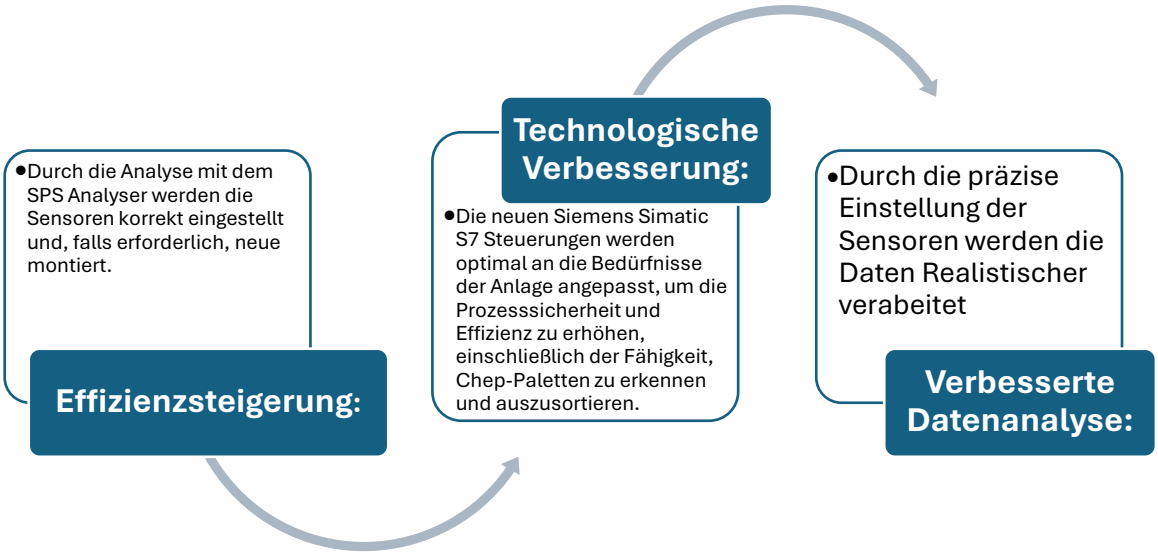


Abbildung 4.3 Nutzen des Projekts

Das Projekt wird alle durchgeführten Maßnahmen und deren Ergebnisse in einem detaillierten Bericht dokumentieren.

Rahmenbedingungen

Das Projekt wird von einer Person durchgeführt, die insgesamt 180 Arbeitsstunden in das Projekt investiert.
Die für die Projektarbeit vorgesehenen Tage werden flexibel an den Schichtplan angepasst.
Eine Intensivarbeitswoche zur Fokussierung auf das Projekt ist für einen spezifischen Zeitraum geplant.
Zusätzlich zum Zeitplan und regelmäßigen Abstimmungsterminen wird der Auftraggeber eine Pendenzenliste führen.

Restriktionen

Der Abgabetermin für das **Pflichtenheft** ist der **24. August 2024**.

Der Abgabetermin für die **Diplomarbeit** ist der **24. September 2024**.

Presentation ist am **10.Oktober.2024**

5 Risikomatrix für das Zeitmanagement

Risiko	Eintritts-wahr-schein-lichkeit	Auswir-kungen	Risiko ebene	Maßnahmen zur Risikominderung
Verzögerungen bei der Integration der Sensoren in die SPS und Programmierung im TIA Portal	Hoch	Hoch	Kritisch	Engmaschiges Monitoring, umfangreiche Tests, enge Zusammenarbeit mit Experten.
Technologische Ausfälle während der Programmierung	Mittel	Hoch	Hoch	Implementierung eines Backup-Systems, regelmäßige Wartung, und Schulung des technischen Personals.
Verzögerungen bei der Fertigstellung der schriftlichen Ausarbeitung	Mittel	Mittel	Mittel	Strikte Einhaltung des Zeitplans, regelmäßige Zwischenfeedbacks vom Betreuer, Priorisierung der Kapitel.
Unerwartete Schwierigkeiten bei der Implementierung der Lichtschranken	Niedrig	Mittel	Mittel	Durchführung von Vorabtests, enge Kommunikation mit dem Hersteller der Lichtschranken.
Probleme bei der Abgabe der Arbeit (z.B. Druckprobleme, Fehler in der Formatierung)	Niedrig	Hoch	Mittel	Früher Druck- und Bindeprozess, zusätzliche Überprüfung der Formatierung und Qualitätssicherung.
Schwierigkeiten bei der Präsentationsvorbereitung (z.B. technische Probleme, mangelnde Vorbereitung)	Niedrig	Hoch	Mittel	Durchführung einer Probepräsentation, Vorbereitung von Backup-Technik, zusätzliche Übungseinheiten.
Mangelnde Akzeptanz und Anpassung des Personals an neue Systeme	Mittel	Mittel	Mittel	Umfangreiche Schulungen und Einführungen, Nutzung von Change-Management-Techniken.

Risikokategorien

- *Kritisch: Risiken, die sofortige Aufmerksamkeit erfordern, da sie die gesamte Diplomarbeit und deren rechtzeitige Abgabe gefährden könnten. Maßnahmen zur Risikominderung sollten umgehend ergriffen werden.*
- *Hoch: Risiken, die erhebliche Auswirkungen haben könnten und daher besonders sorgfältig überwacht werden müssen. Proaktive Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind erforderlich.*
- *Mittel: Risiken, die den Fortschritt verzögern könnten, aber durch rechtzeitiges Eingreifen kontrolliert werden können. Regelmäßige Überprüfung der Maßnahmen ist notwendig.*
- *Niedrig: Risiken mit geringen Auswirkungen, die jedoch im Auge behalten werden sollten, um sicherzustellen, dass sie nicht eskalieren.*

Bewertungskriterien

- *Eintrittswahrscheinlichkeit:*
  - *Hoch: Das Risiko ist sehr wahrscheinlich.*
  - *Mittel: Das Risiko könnte auftreten.*
  - *Niedrig: Das Risiko ist unwahrscheinlich.*
- *Auswirkungen:*
  - *Hoch: Der Einfluss auf den Zeitplan oder die Qualität der Arbeit wäre signifikant.*
  - *Mittel: Der Einfluss wäre spürbar, aber kontrollierbar.*
  - *Niedrig: Der Einfluss wäre gering und leicht zu managen.*

6 Zeitmanagement

6.1 Projekt Planung

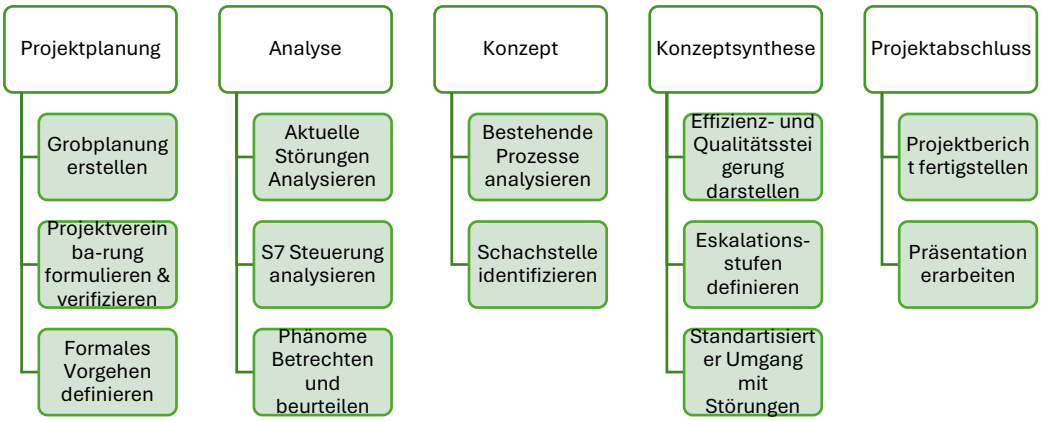
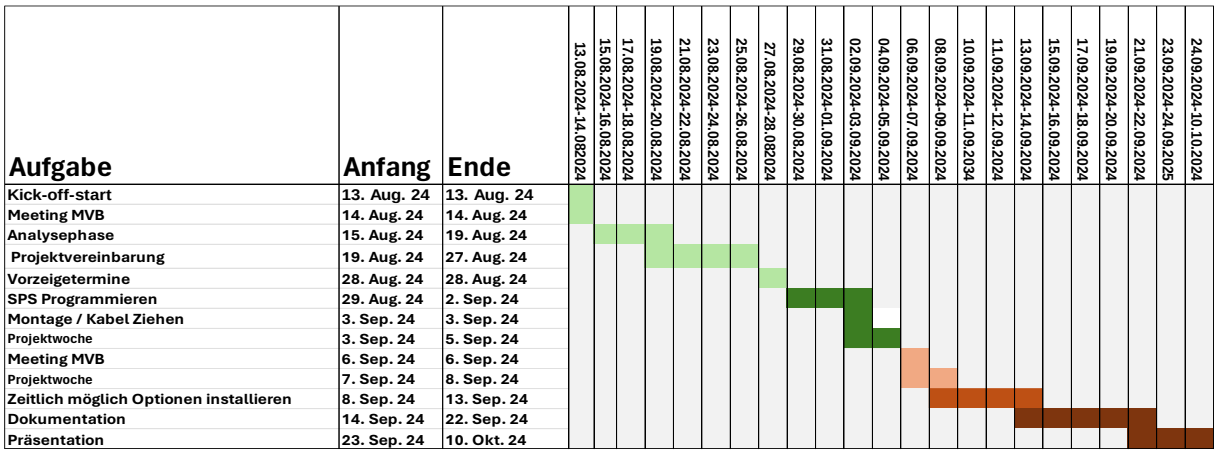


Abbildung 6.1:Projekt Planung

6.2 Gantt Chart



Aufgabe	Anfang	Ende
Kick-off-start	13. Aug. 24	13. Aug. 24
Meeting MVB	14. Aug. 24	14. Aug. 24
Analysephase	15. Aug. 24	19. Aug. 24
Projektvereinbarung	19. Aug. 24	27. Aug. 24
Vorzeigetermine	28. Aug. 24	28. Aug. 24
SPS Programmieren	29. Aug. 24	2. Sep. 24
Montage / Kabel Ziehen	3. Sep. 24	3. Sep. 24
Projektwoche	3. Sep. 24	5. Sep. 24
Meeting MVB	6. Sep. 24	6. Sep. 24
Projektwoche	7. Sep. 24	8. Sep. 24
Zeitlich möglich Optionen installieren	8. Sep. 24	13. Sep. 24
Dokumentation	14. Sep. 24	22. Sep. 24
Präsentation	23. Sep. 24	10. Okt. 24

Abbildung 6.2 Gantt Chart: Erweiterung der Palettenprüfanlage

6.3 Meilensteine

11.06.2024	Kickoff-Meeting
13.08.2024	Start
14.08.2024	Meeting MVB
16.08.2024	Abschluss der Analysephase
29.08.2024	Unterzeichnung der Projektvereinbarung
03..09-08.09.2024	Projektwoche
09.09.2024	SPS Einspielen
10.09.2024	Vorzeigetermin Diplom Lehrer
23.09.2024	Abgabe der Projektarbeit
10.10.2024	Präsentation in der Schweizerisch Fachschule Teko

7 Budget

Komponente	Anzahl	Einzelpreis (CHF)	Gesamtpreis (CHF)
Klotz- und Querbalkensensoren (Sick Sensor)	3 Stück	201.07	1,206.42
Sensoren für den unteren Balken (Sick Sensor)	6 Stück	201.07	1,206.42
Verbindungskabel	10 Stück	50 Meter gesamt	-
M12 Stecker, 4-polig, gerade	9 Stück	14.32	128.88
Scanner (Leuze BCL 301i SF 100)	2 Stück	2,154.00	4,308.00
Scanner Box	2 Stück	-	-
SICK 2D Machine Vision Inspector	1 Stück	291.50	291.50
Siemens S7 (bereits vorhanden)	-	-	-
Eingangsmodule (bereits vorhanden)	-	-	-
TIA Portal Lizenz (bereits erworben)	-	-	-
Halterungen	9 Stück	-	-

Abbildung 7.1 : Budget

Die Gesamtkosten für das Projekt belaufen sich auf **CHF 7.141,20**.

Es sind keine zusätzlichen Kosten zu erwarten. Reisekosten sowie Schulungskosten entfallen, da die Schulungen intern durch den Teamleiter durchgeführt werden. Darüber hinaus wird das Schaltschema der Anlage angepasst, und das interne Team wird in die erweiterte SPS-Programmierung eingewiesen.

8 Projektorganigramm

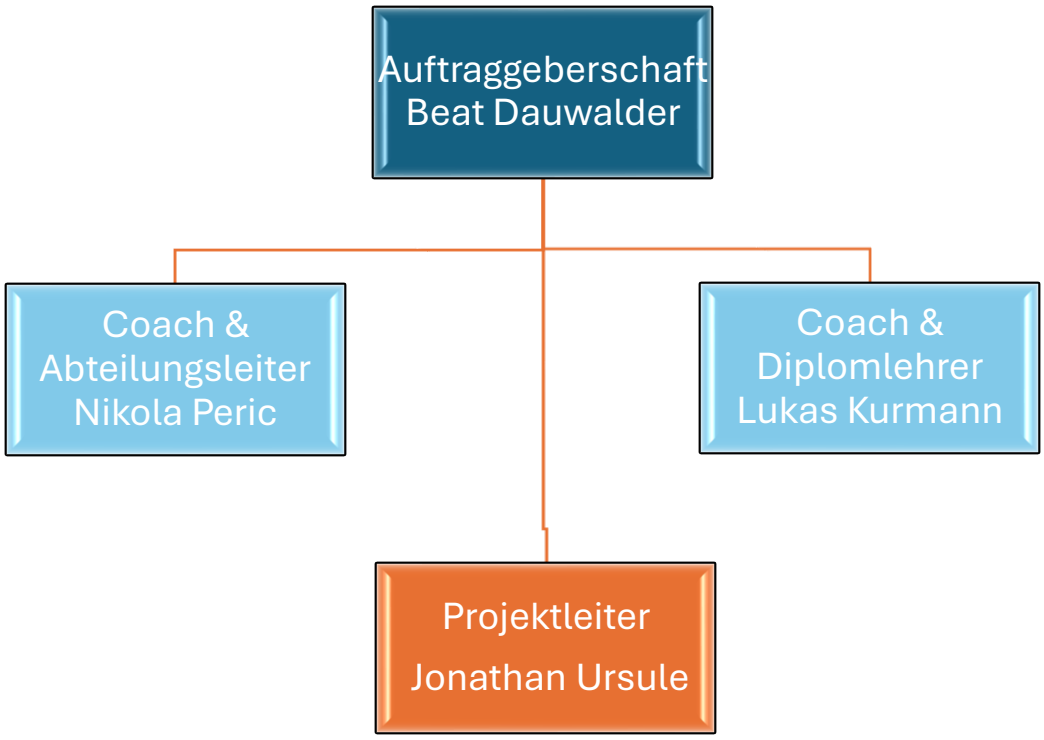


Abbildung 8.1 Projektorganigramm

8.1 Aufgaben und Kompetenzen

Jonathan Ursule

- *Leitet Präsentationen*
- *Führt Protokoll*
- *Kommuniziert zwischen den Projektinvolvierten*
- *Fachliche Arbeit an Projektaufgaben*

Nikola Peric

- *Leitet Meetings*
- *Unterstützt bei der fachlichen Arbeit an Projektaufgaben*
- *Überwacht den Projektfortschritt*

Lukas Kurmann

- *Diplomlehrer*
- *Unterstützt bei der fachlichen Arbeit an Projektaufgaben*

- *Überwacht den Projektfortschritt*

8.2 *Projektstrukturplan*

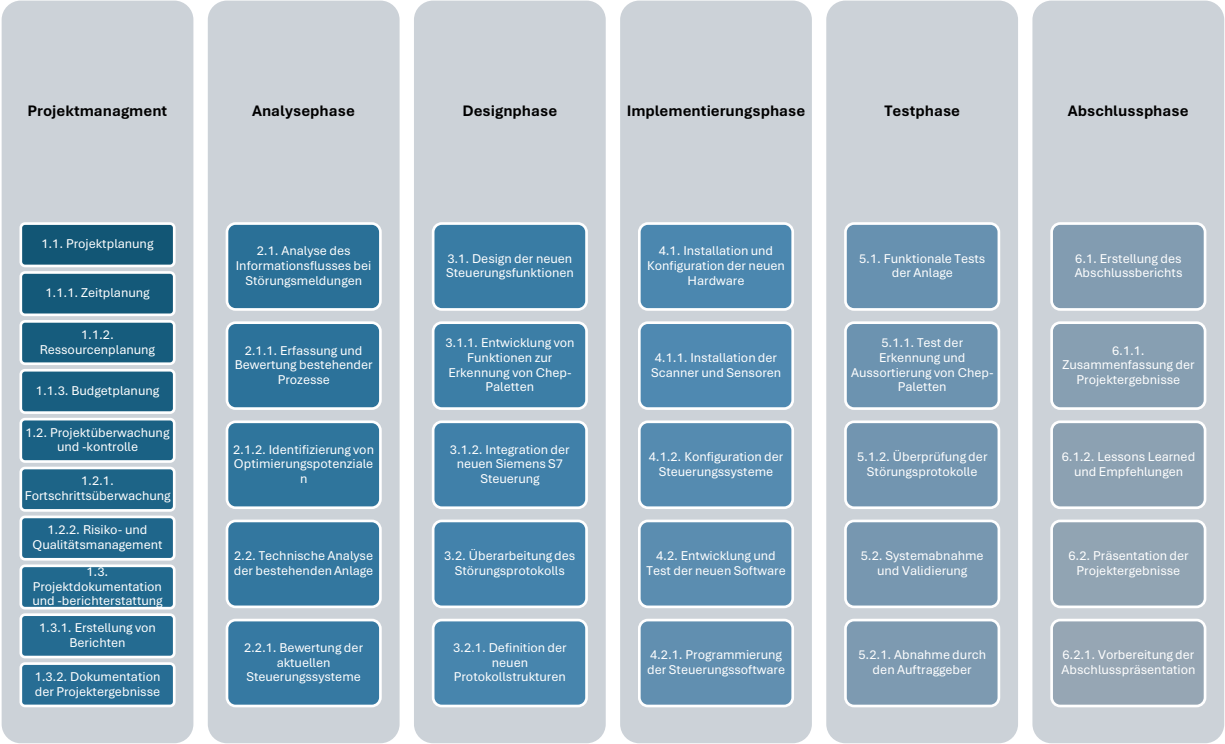


Abbildung 8.2 Projektstruktur

8.3 Swot-Analyse der Erweiterung der Palettenprüfanlage

8.3.1 Stärken

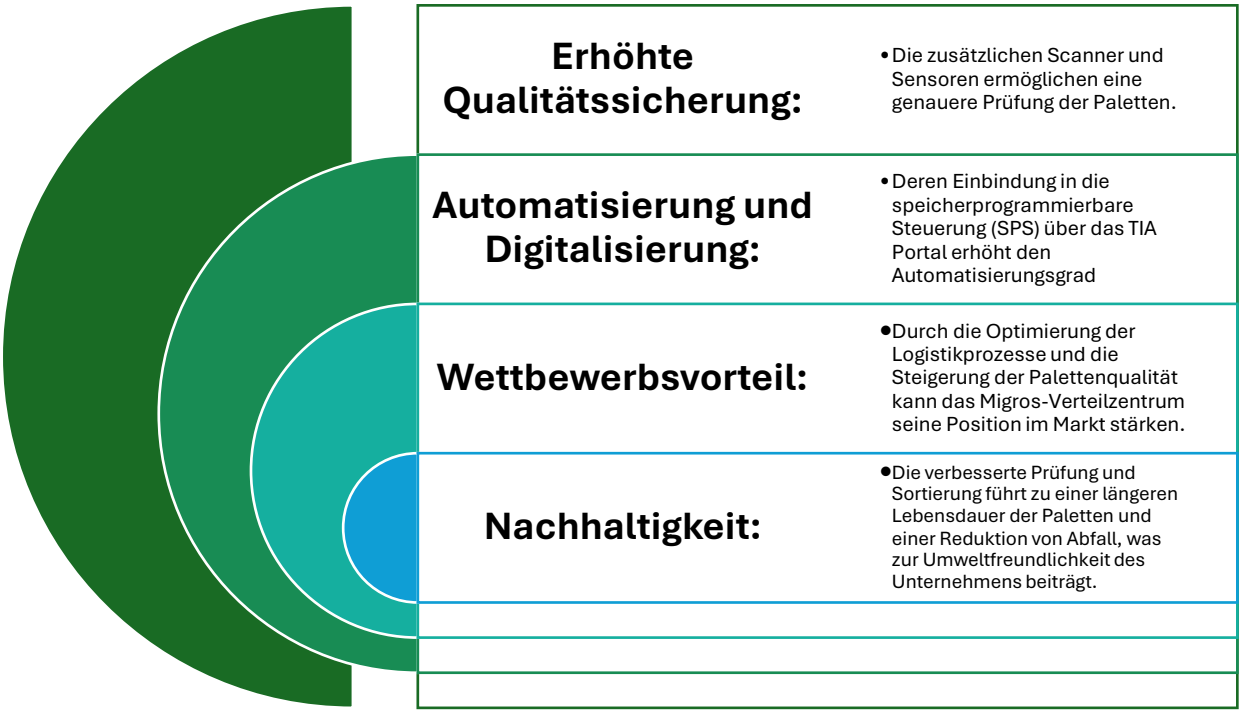


Abbildung 8.3 Srärken

8.3.2 Schwächen

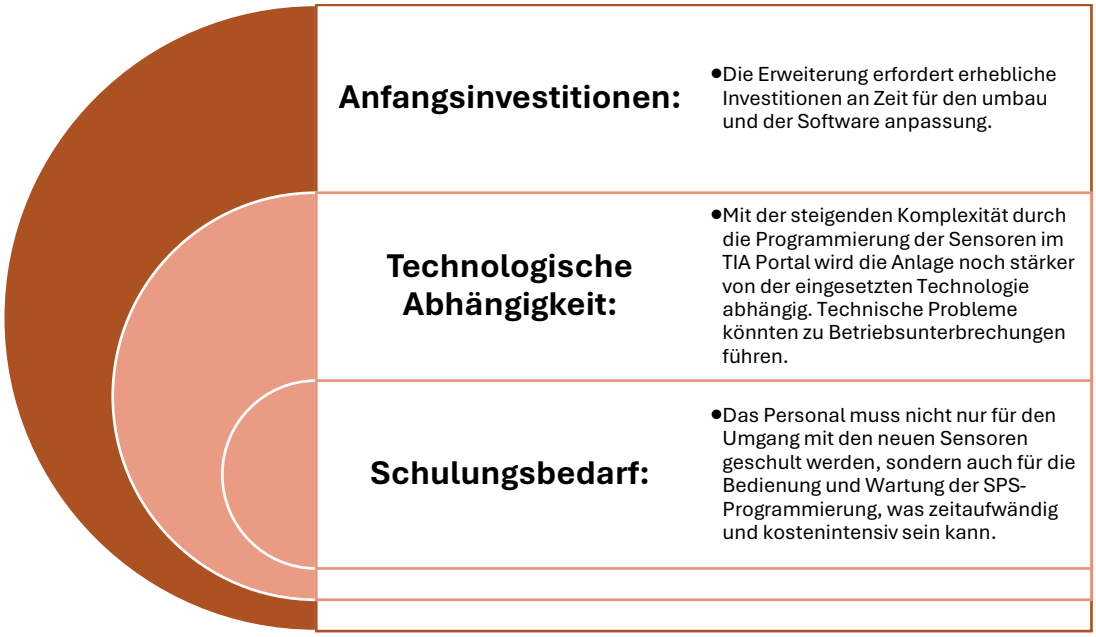


Abbildung 8.4 Schwächen

8.3.3 Chancen

Abbildung 8.5 Chancen

8.3.4 Risiken

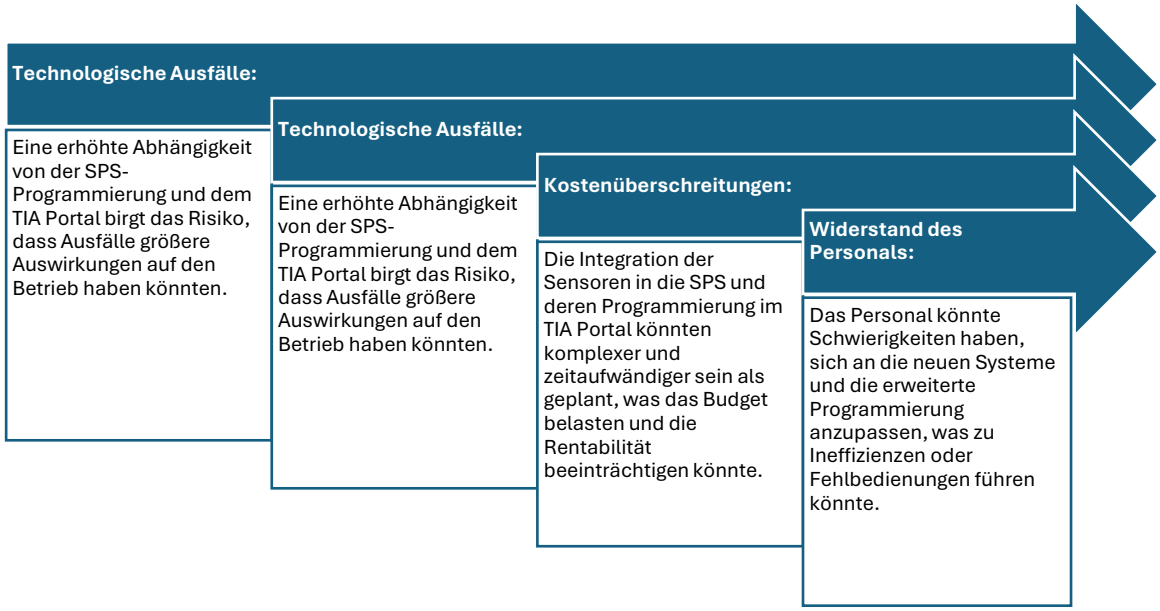


Abbildung 8.6 Risiken

8.4 Risikomanagement für die Erweiterung der Palettenprüfanlage

8.4.1 Risikobewertung

Technische Risiken:

Mögliche Ausfälle der neuen Scanner und Sensoren:

- Regelmäßige Wartung und Implementierung von Backup-Systemen, um die Ausfallzeiten zu minimieren.

Integration und Programmierung der Sensoren in die SPS:

- Die Einbindung der neuen Sensoren in die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) und deren Programmierung im TIA Portal stellen einen kritischen Punkt dar. Hier können unerwartete Komplexitäten auftreten, die zu Verzögerungen führen. Um dies zu minimieren, werden umfangreiche Tests und eine enge Zusammenarbeit mit Experten für TIA Portal angestrebt.

Abbildung 8.7 Risikobewertung

- **Finanzielle Risiken:**

Kostenüberschreitungen:

- Einrichtung eines Notfallbudgets und kontinuierliche Überwachung der Projektkosten, insbesondere im Bereich der SPS-Programmierung und Integration, um rechtzeitig Anpassungen vornehmen zu können.

ROI-Verzögerungen:

- Analyse und Optimierung der Betriebsprozesse, um sicherzustellen, dass die erwarteten Einsparungen und Effizienzsteigerungen realisiert werden.

Abbildung 8.8 Finazielle Risiken

- **Regulatorische Risiken:**

Einhaltung von Vorschriften:

- Sicherstellen, dass alle neuen Komponenten und Prozesse, einschließlich der SPS-Programmierung, den aktuellen Sicherheits- und Umweltstandards entsprechen, durch enge Zusammenarbeit mit den entsprechenden Behörden.

Operationelle Risiken:

Schulung und Anpassung des Personals:

- Durchführung umfassender Schulungen, nicht nur zur Bedienung der neuen Sensoren, sondern auch zur Nutzung des TIA Portals und der SPS, um sicherzustellen, dass das Personal die neuen Systeme warten und anpassen können

Abbildung 8.9 Regulatorische Risiken / Operationelle Risiken

8.4.2 Risikominderungsstrategien

Technologieausfälle:

- Implementierung eines Wartungsplans und Schulung des technischen Personals zur schnellen Fehlerbehebung. Backup-Systeme und Ersatzteile sollten bereitgestellt werden. Im Bereich der SPS-Programmierung wird ein umfassender Testplan erstellt, um mögliche Fehler frühzeitig zu identifizieren und zu beheben.

Kostenkontrolle:

- Strikte Projektmanagementmethoden anwenden, um den Fortschritt zu überwachen, Risiken frühzeitig zu erkennen und erforderliche Maßnahmen zu ergreifen, um das Budget einzuhalten, insbesondere in der Phase der SPS-Integration und Programmierung.

Regulatorische

- **Änderungen:** Fortlaufende Überwachung gesetzlicher Änderungen und enge Zusammenarbeit mit Compliance-Experten, um sicherzustellen, dass die Anlage jederzeit konform bleibt.

Widerstand des Personals:

- Durchführung von Change-Management-Programmen und spezifischen Schulungen für TIA Portal und SPS, um das Personal auf die Änderungen vorzubereiten und eine positive Einstellung gegenüber den neuen Prozessen zu fördern.

8.4.3 Überwachung und Kontrolle

Kontinuierliches Monitoring:

- Regelmäßige Überprüfung der Systemleistung und Analyse der Effizienzsteigerungen, um sicherzustellen, dass die erwarteten Vorteile realisiert werden, insbesondere durch die SPS-Integration und -Programmierung.

Feedback-Schleifen:

- Etablierung eines Systems zur Erfassung von Feedback von Mitarbeitern und zur Anpassung der Prozesse bei Bedarf.

Berichterstattung:

- Regelmäßige Berichte an das Management über den Fortschritt der Implementierung und den Betrieb der erweiterten Anlage, um sicherzustellen, dass alle Ziele erreicht werden.

9 Paletten für Automatisierte Hochregallager

Es gibt zwei hochwertige Palettenarten, die im Umlauf sind und mehrfach wiederverwendet werden können: Europaletten und Chep-Paletten. Dieses Thema bildet den Einstieg meiner praktischen Arbeit an der Palettenprüfanlage. Während die Europaletten von der Anlage ordnungsgemäß geprüft und verarbeitet werden, werden Chep-Paletten größtenteils aussortiert. Der Prozess beginnt mit der Analyse der Abmessungen der Europaletten, die als Grundlage für die Prüfung dienen.

9.1 Paletten Normen für Europaletten

Einstellwerte für Hohlraumkontrolle unbeladener Paletten

Der mechanische Anschlag dient als Basis für die Einstellung der Kontrollflügel. Die EUR-Palette ist zentrisch an der Prüfstelle aufgegeben. Automatisierte Prüfanlagen mit einer Hohlraumkontrolle sind mit den folgenden Einstellwerten zu betreiben.

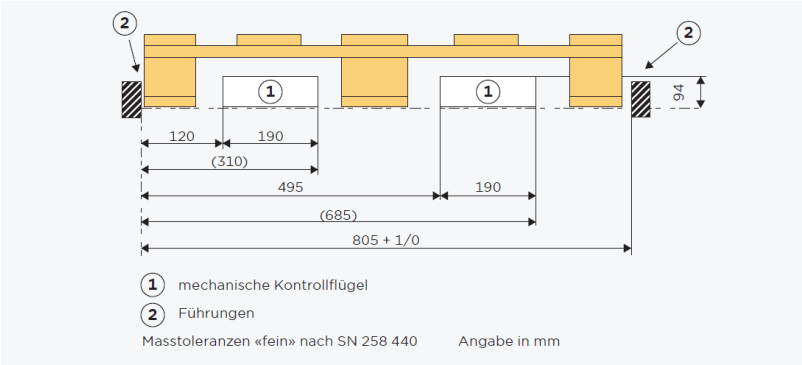


Abbildung 9.1 Normen Euro-Paletten

Einstellwerte für die Aussendimensionskontrolle

Ist eine Aussenabmasskontrolle der Paletten vorgesehen, so muss sie auf die folgenden Prüftoleranzen eingestellt werden:

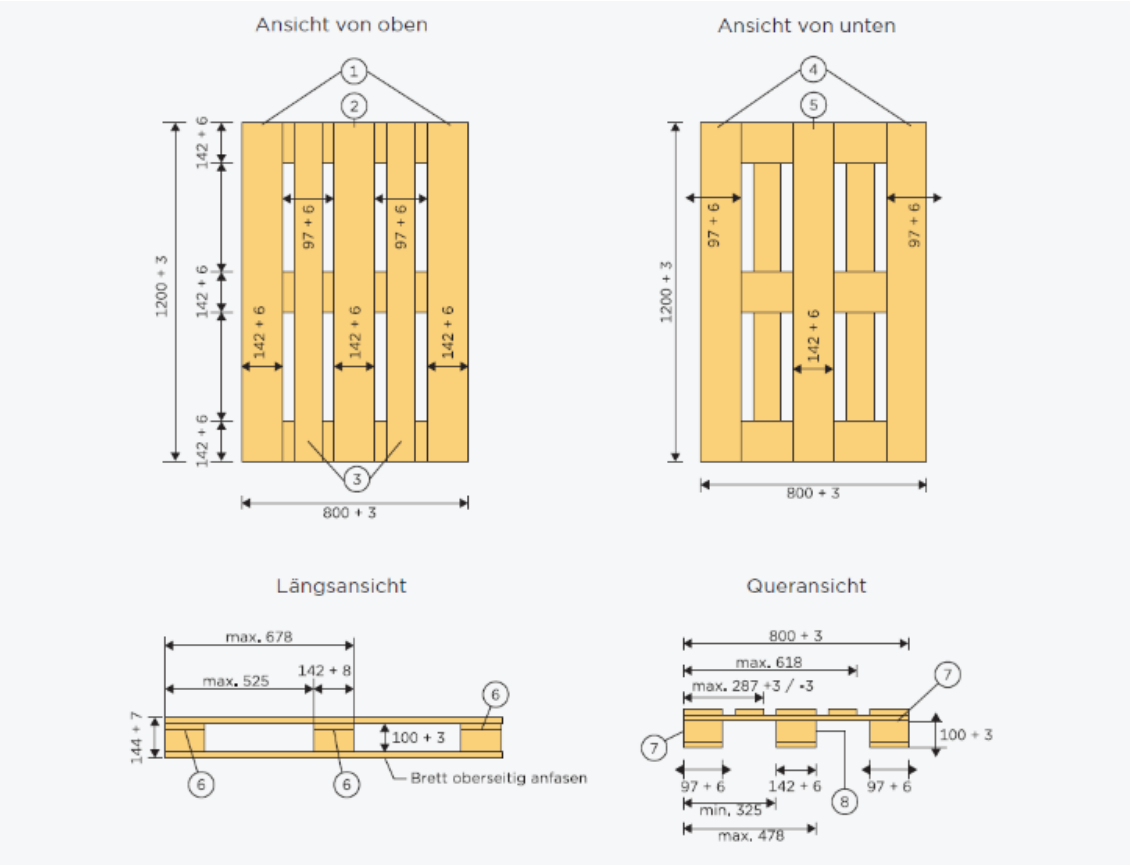
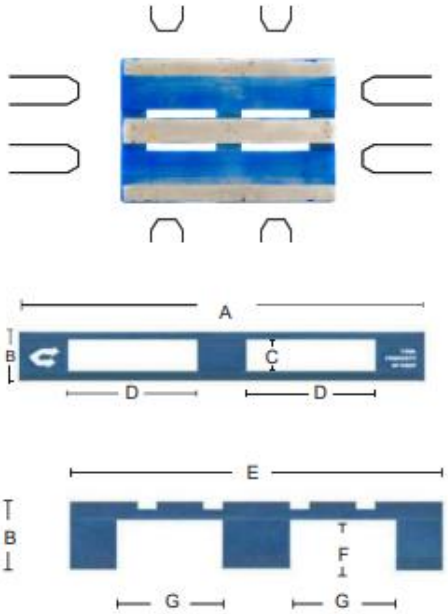


Abbildung 9.2 Mass von Europaletten

9.2 Chep-Paletten

Die Länge, Breite, Höhe und die Zwischenräume der Chep-Paletten und Europaletten sind zwar identisch, jedoch liegt der Unterschied in der Anordnung der Klötze. Bei Europaletten folgen die mittleren Klötze der Längsrichtung der Deckbretter, während bei Chep-Paletten die mittleren Klötze quer zu den Querbrettern angeordnet sind. Diese unterschiedliche Anordnung beeinflusst die Prüf- und Erkennungsprozesse in der Palettenprüfanlage.



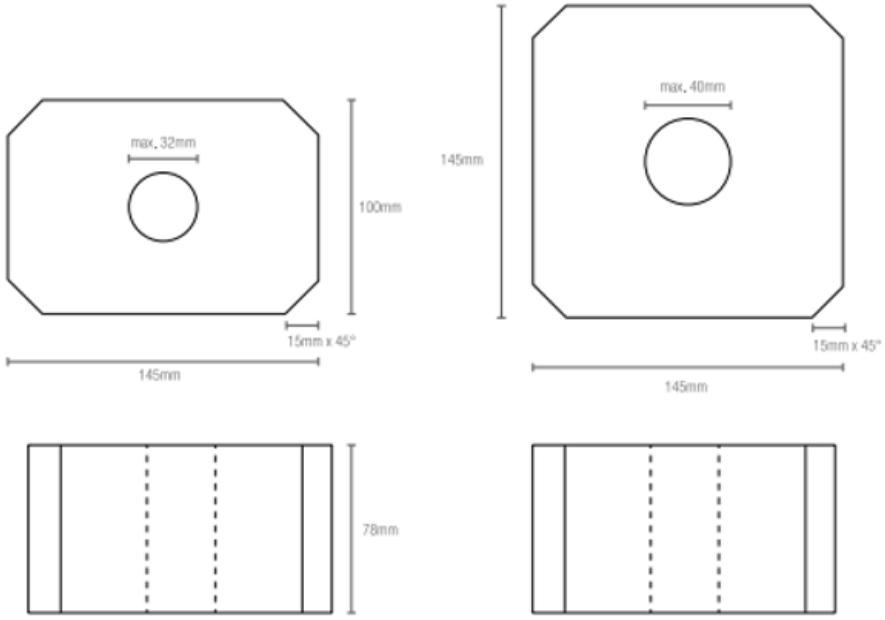
DIMENSIONEN UND TOLERANZEN							
Detail	A	B	C	D	E	F	G
Nominal	1200	144	100	382	800	100	228
Minimum	1196	137	97	372	796	90	194
Maximum	1210	154	105	393	810	105	248

Abbildung 9.3 Chep Palette

9.3 Klötze

Der Klotz, wie im Beispiel 1, ist bei der Chep-Palette quer montiert.

1.Beispiel



2.Beispiel

Abbildung 9.5 Masse Klötze

Abbildung 9.6 Chep-Palette von Hinten

Abbildung 9.4 Chep-Palette von der Seite

10 Palettenprüfanlage

Die Anlage ist seit 2017 in Betrieb, wurde mehrfach modifiziert und verwendet allein in der Prüfstrecke 85 Ein- und Ausgänge. Als durchschnittlicher SPS-Programmierer stellte die Vielzahl an Sensoren eine erhebliche Herausforderung für mich dar. Dennoch habe ich erkannt, dass Probleme, die zunächst Stunden dauern können, mit dem richtigen Vorgehen und ausreichend Durchhaltevermögen oft in wenigen Minuten lösbar sind. Dies bildete den Prolog zu dem nächsten Thema, das für mich die größten Schwierigkeiten mit sich brachte. Bei der Steuerung der Palettenprüfanlage spielen drei zentrale Siemens-Komponenten eine entscheidende Rolle:.

10.1 Speicherprogrammierbare Steuerung

Die SPS CPU 1511-F PN ist eine leistungsstarke Steuerungseinheit, die speziell für sicherheitsrelevante Anwendungen in der Palettenprüfanlage entwickelt wurde. Sie bietet eine zuverlässige Automatisierung mit integrierter Sicherheitsfunktion, die notwendig ist, um die hohen Anforderungen der Palettenprüfung zu erfüllen. Durch die PROFINET-Schnittstelle wird eine schnelle und effiziente Kommunikation mit den Sensoren und Aktoren der Anlage gewährleistet. Die CPU verarbeitet große Datenmengen schnell und unterstützt sicherheitsgerichtete Funktionen wie Not-Aus und Lichtschranken, was in einer 24/7 betriebenen Prüfanlage essenziell ist.

10.1.1 Human Machine Interface-Touchpanel

Die Touchpanels T700 Comfort sind leistungsstarke Bediengeräte, die speziell für die Visualisierung und Steuerung von Prozessen in der Palettenprüfanlage entwickelt wurden. Sie bieten eine intuitive Bedienoberfläche, über die der Anlagenstatus überwacht und gesteuert werden kann. Die hochauflösenden Displays ermöglichen eine klare Darstellung aller relevanten Daten und Diagnosen. Durch die Integration in das PROFINET-Netzwerk der Anlage kommunizieren die Panels direkt mit der SPS und anderen Systemkomponenten, was eine schnelle und direkte Bedienung ermöglicht. Besonders in einer automatisierten Umgebung wie der Palettenprüfanlage sind diese Panels ideal, um den Anlagenbetrieb zu überwachen, manuelle Eingriffe vorzunehmen und auf Fehlermeldungen schnell zu reagieren. Die T700 Comfort-Panels bieten zudem flexible Anpassungsmöglichkeiten für spezifische Anforderungen, was sie zu einer wesentlichen Komponente in der effizienten Steuerung und Überwachung der Anlage macht.

10.1.2 Busmodul

Die IM 155-6 PN ST ist ein PROFINET-Interface-Modul aus der ET 200SP-Reihe von Siemens, das zur Anbindung dezentraler Peripherie an ein PROFINET-Netzwerk dient. Es ermöglicht die Kommunikation zwischen der Steuerung und IO-Modulen wie digitalen und analogen Ein-/Ausgängen. Dank der kompakten Bauweise und modularen Erweiterbarkeit ist es ideal für den Einsatz in Automatisierungsanlagen mit begrenztem Platz. Zudem bietet das Modul schnelle, echtzeitfähige Kommunikation und umfangreiche Diagnosefunktionen, was es für flexible und effiziente Automatisierungslösungen geeignet macht.

10.1.3 Topolgieansicht

Busmodule für das Pult, den Palettenspender und das Palettenmagazin 1

Busmodule für den Palettenspender, die Prüfstation und das Palettenmagazin 1

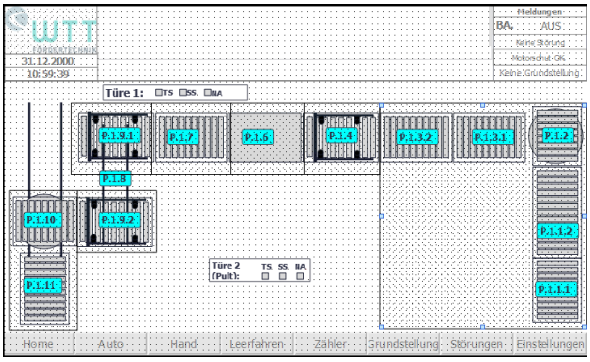
Die Speicherprogrammierbar Steuerung und die 2 Touchpanel

Abbildung 10.1 Topologieansicht

10.2 Human Machine Interface-Touchpanel

10.2.1 Startbildschirm

- **Button AUTO:** Aktiviert den Automatikbetrieb der Anlage. Sobald der Automatikmodus eingeschaltet ist, leuchtet der Button grün.
- **Button HAND:** Schaltet die Anlage in den Handbetrieb. Im Handbetrieb erscheint der Button in blauer Farbe.
- **Button Leerfahren:** Mit diesem Button wird die Anlage ab der Position 1.4 entleert, wobei die Paletten in den Stapeln bei 1.91 und 1.9.2 gestapelt bleiben.
- **Button Zähler:** Zeigt die Anzahl der verarbeiteten Paletten an.
- **Button Grundstellung:** Leuchtet grün, wenn die Anlage in der Grundstellung ist. Befindet sich ein Element in einer Zwischenposition, leuchtet der Button gelb.
- **Button Störungen:** Blinkt rot, um anzuzeigen, dass eine Störung vorliegt.
- **Button Einstellung:** Öffnet die Einstellungen der Prüfstation.



Hat ein Teilanlage eine Störung blinkt die Fläche Rot, wenn man drauf drückt kommt man auf das Details und kann alles bedienen der Teilanlage. Sie wird in 7 Teilanlagen unterteilt.
1.1.1-1.4 / 1.4 / 1.6 / 1.7 / 1.9.1 / 1.9.2 / 1.10-1.11

Abbildung 10.2 Teilanlage HMI

10.2.2 Aktuelle Störungen

Hier werden die Aktuellen Störungen angezeigt

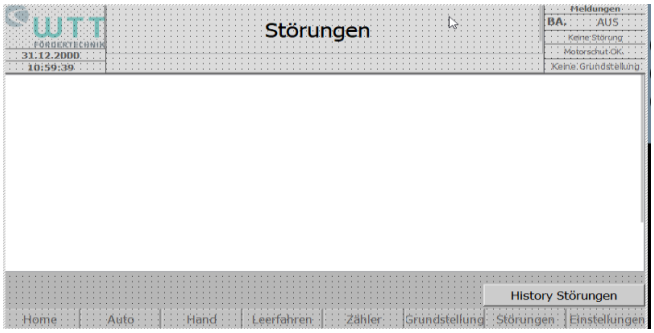


Abbildung 10.3 Störungen

10.2.3 Grundstellung

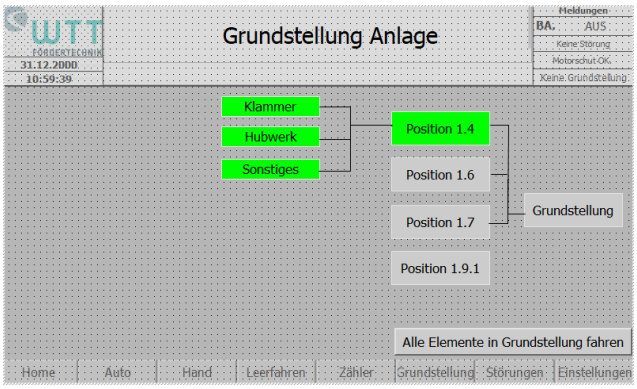


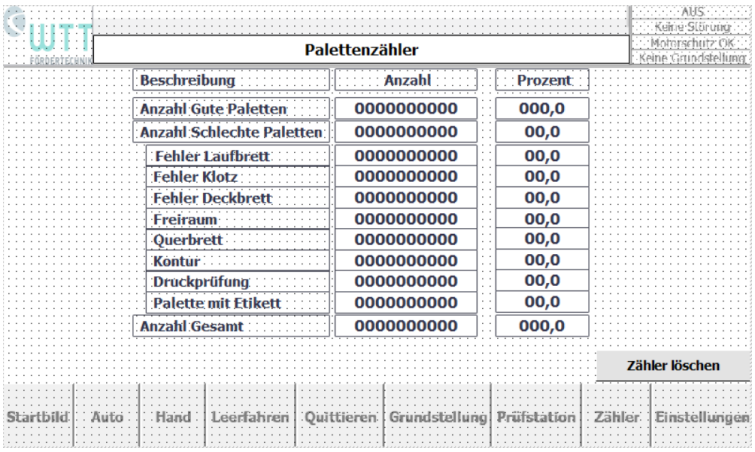
Abbildung 10.4 rundstellungen

In diesem Abschnitt werden die Hauptpositionen und ihre Grundstellungen visualisiert. Sobald alle Positionen die Grundstellung erreicht haben, leuchtet die Hauptanzeige "Grundstellung" grün. Zusätzlich wird auch der entsprechende Button unten auf dem Display grün aufleuchten.

Der Button unten rechts mit der Aufschrift „Alle Elemente in Grundstellung fahren“ sorgt dafür, dass alle Klammern, Hubwerke und sonstige Elemente in ihre vorgesehene Position bewegt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Anlage im Automatikbetrieb gestartet werden kann.

10.2.4 Paletten Zähler

Hier werden die Fehler gezählt und können wieder zurückgesetzt werden



- Anzahl Gute Paletten
- Anzahl Schlechte Paletten
- Fehler Laufbrett
- Fehler Klotz
- Fehler Deckbrett
- Freiraum
- Querbrett
- Kontur
- Druckprüfung
- Palette mit Etikett
- Anzahl Gesamt

Abbildung 10.5 Paletten Zähleer

10.3 Teilanlage

10.3.1 Angetriebene Rollenförderer (1.1.1 - 1.4)

1.1.1 Angetriebene Rollenförderer

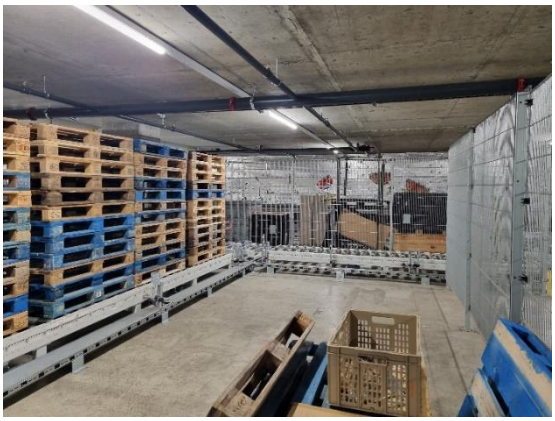


Abbildung 10.6 Angetriebene Rollenförderer (1.1.1 - 1.4)

- **Funktion:** Diese Einheit transportiert Paletten horizontal entlang der Förderstrecke. Die motorgetriebenen Tragrollen sorgen für einen gleichmäßigen und stabilen Vortrieb der Paletten, wodurch ein kontinuierlicher Materialfluss gewährleistet wird.
- **Technische Details:** Die Rollenfördererlänge beträgt 4500 mm, die Antriebsleistung liegt bei 2 x 0,25 kW. Die Einheit ist mit einer Bremse ausgestattet, um eine präzise Steuerung des Palettentransports zu ermöglichen.

1.1.2 Motorisch angetriebene Drehbühne

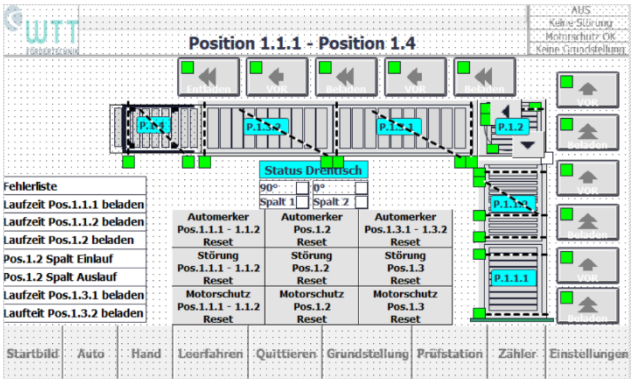


Abbildung 10.7 Position 1.1.1-Position1.4 HMI

- **Funktion:** Diese Komponente ermöglicht die Drehung der Paletten um 90 Grad, um die Förderrichtung zu ändern. Die Drehbewegung erfolgt elektromotorisch, was eine schnelle und präzise Ausrichtung der Paletten auf der Förderstrecke sicherstellt.
- **Technische Details:** Die Antriebsleistung der Drehbühne beträgt 0,37 kW, und die Drehung um 90 Grad erfolgt in 7 Sekunden, was einen zügigen und effizienten Förderprozess unterstützt.

1.1.3 Angetriebene Rollenförderer

- **Funktion:** Ähnlich wie die Einheit 1.1.1 transportiert auch diese Einheit Paletten horizontal weiter, allerdings nach der Drehung auf der Drehbühne. Sie ist ein integraler Bestandteil des Förderflusses und sorgt dafür, dass die Paletten zur nächsten Station weitergeleitet werden.
- **Technische Details:** Die Rollenfördererlänge beträgt 5500 mm, und die Antriebsleistung liegt ebenfalls bei 2 x 0,25 kW. Auch diese Einheit ist mit einer Bremse ausgestattet, um eine präzise Kontrolle des Transports zu gewährleisten.

10.3.2 Entstapler (1.4)

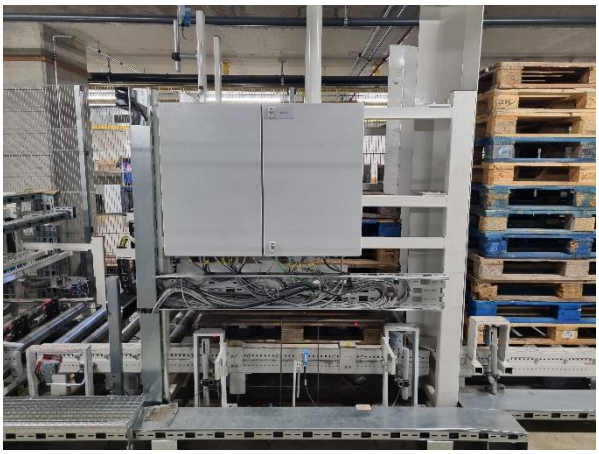


Abbildung 10.8 Entstapler (1.4)

Funktion: Der Entstapler ist dafür verantwortlich, gestapelte Paletten zu vereinzeln und sie für den weiteren Transport in der Anlage vorzubereiten. Er hebt die oberste Palette vom Stapel ab und gibt sie in den Förderprozess frei.

- **Technische Details:** Der Entstapler arbeitet mit mechanischen Greifern oder Hubmechanismen, um die Paletten sicher und effizient zu vereinzeln.

Die Antriebsleistung beträgt 0,25 kW.

1.1.4 Angetriebene Rollenförderer

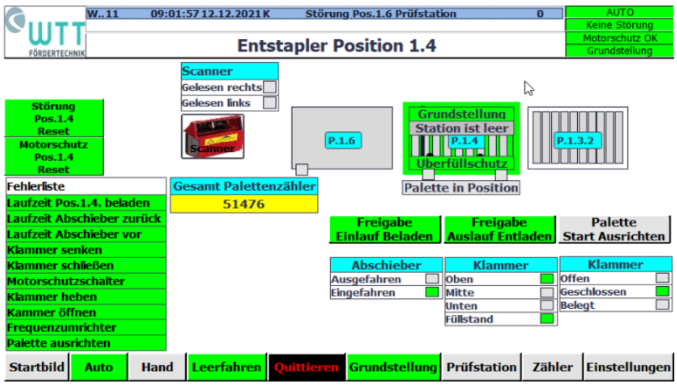


Abbildung 10.9 Entstapler Position 1.4 HMI

- **Funktion:** Diese Fördereinheit ist ähnlich wie 1.1.3 und setzt den Transport der Paletten fort. Sie kann die Geschwindigkeit variieren, um die Anforderungen des nachfolgenden Prozesses zu erfüllen.
- **Technische Details:** Rollenfördererlänge beträgt 2400 mm, Geschwindigkeit variiert zwischen 12 - 25 m/min, Antriebsleistung beträgt 0,25 kW, mit Bremse.

10.3.3 Palettenprüfstation (1.6)

1.6 Palettenprüfstation

Abbildung 10.10 Palettenprüfstation (1.6)

- **Funktion:** Diese Station überprüft die Paletten auf verschiedene Qualitätsmerkmale. Dazu gehören die Kontrolle der Abmessungen, des Kufenfreiraums, die Brettkontrolle, die Klotzprüfung, die Querbrettkontrolle und die Druckprüfung.

Die Prüfstation verfügt seit 2019 über zusätzliche Merkmale, die in den Auswertungen angezeigt werden. Die Prüfungen werden mithilfe von **Lichtschranken** aktiviert. Es gibt separate **Start-/Stop-Sensoren** für verschiedene Prüfbereiche:

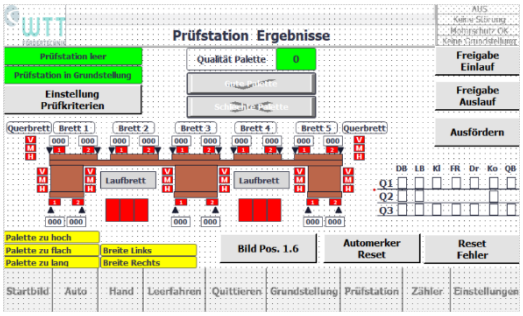


Abbildung 10.11 Prüfstation Ergebnisse HMI

- **Deckbrett- und Kufenprüfung**
- **Konturenprüfung**
- **Druckprüfung**
- **Klotzprüfung**, jeweils mit einem Start-/Stop-Sensor für jeden der drei Klötze (vorne, Mitte und hinten).

Zusätzlich gibt es zwei **Initiatoren zur Freiraumkontrolle**. Die **Kufenprüfung** erfolgt mit sechs Sensoren, da die Palette aus drei Laufbrettern besteht. Nach einer Prüfzeit von 50 ms wird ein Fehler ausgegeben. Die Qualität der Palette wird wie folgt bewertet:

- **1 bis 5 Fehler** führen zur **Palettenqualität 1** (alte Palette).
- **Mehr als 5 Fehler** führen zur **Palettenqualität 2** (alte Palette).
- **Mehr als 10 Fehler** führen zur **Palettenqualität 3** (schlechte Palette).
-

Die **Brettprüfung** erfolgt mit zehn Sensoren, da die Palette fünf Bretter besitzt. Die gleiche Bewertungslogik wie bei der Kufenprüfung wird angewendet.

Die **Klotzprüfung** verwendet pro Seite zwei Sensoren pro Klotz. Es gibt insgesamt drei Klötze (vorne, Mitte, hinten). Wenn ein Sensor am Klotz innerhalb von 50 ms nicht schaltet, wird die **Palettenqualität auf 3** gesetzt. Wenn der Sensor zwischen dem **Start-** und **Stop-Signal** eines Klotzes nicht schaltet, wird die **Palettenqualität auf 8** gesetzt (**Schrottpalette**, muss von Hand entfernt werden).

Die **Übermaßprüfung** wird aktiv, wenn der Sensor für Übermaß schaltet. In diesem Fall wird die Palette als **Palettenqualität 3** gewertet.

Falls einer der **Initiatoren für Freiraum** schaltet, wird die Palette ebenfalls als **Palettenqualität 3** bewertet.

10.3.4 Prüfungsniveaus:

- **0**: **Neue Palette** – Keine Fehler.
- **1-2**: **Alte Palette** – 1 bis 5 bzw. mehr als 5 Fehler.
- **3**: **Schlechte Palette** – Mehr als 10 Fehler oder Fehler bei der Klotzprüfung oder Freiraumprüfung.
- **8**: **Schrottpalette** – Muss von Hand entfernt werden. Bei 100 Fehlern in der Brett- oder Kufenprüfung wird die Palette ebenfalls als **Schrottpalette** eingestuft.

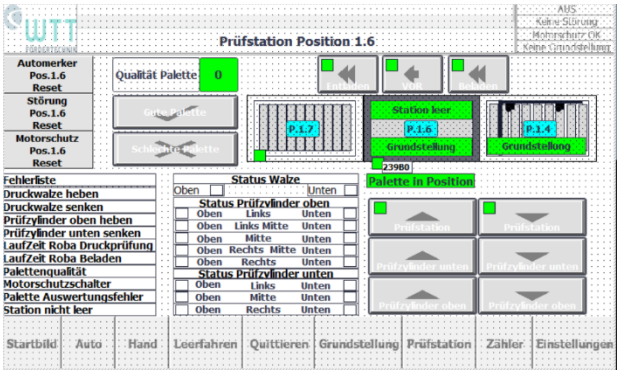


Abbildung 10.12 Palettenprüfstation (1.6) HMI

- **Technische Details:** Die Station verwendet Lichttaster, Sensoren und pneumatische Druckrollen zur Prüfung. Die Antriebsleistung beträgt 0,25 kW, und die Geschwindigkeit liegt bei 24 m/min.

10.3.5 Winkelübergabe (1.7)

1.7 Winkelübergabe

Abbildung 10.13 Winkelübergabe (1.7)

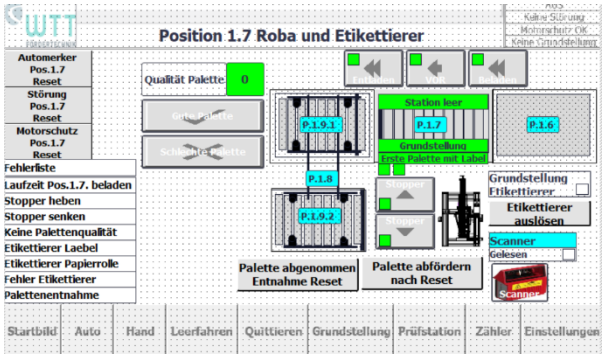


Abbildung 10.14 Position 1.7 RoBa und Etikettierer

- **Funktion:** Die Winkelübergabe besteht aus zwei angetriebenen Rollenförderern und einem Tragkettenförderer, die zusammenarbeiten, um die Paletten von einer Förderrichtung in eine andere zu übergeben. Dies ermöglicht eine effiziente Änderung der Palettenflussrichtung innerhalb der Anlage.
- **Technische Details:** Die Rollenförderer haben Längen von 1875 mm und 1350 mm, und die Geschwindigkeit variiert zwischen 12 und 30 m/min. Der Tragkettenförderer hat eine Länge von 2733 mm und ist reversierbar, was eine flexible Anpassung an verschiedene Betriebsbedingungen ermöglicht.

10.3.6 Leer-Palettenspender für Gutpaletten (1.9.1)

1.9.1 Leer-Palettenspender (Gute-Paletten)

Abbildung 10.15 Leer-Palettenspender für Gutpaletten (1.9.1)

- **Funktion:** Dieser Spender lagert leere Gutpaletten und gibt sie im Einzeltaktverfahren zur weiteren Verwendung frei. Dies stellt sicher, dass immer eine intakte Palette für den weiteren Prozess bereitgestellt wird.

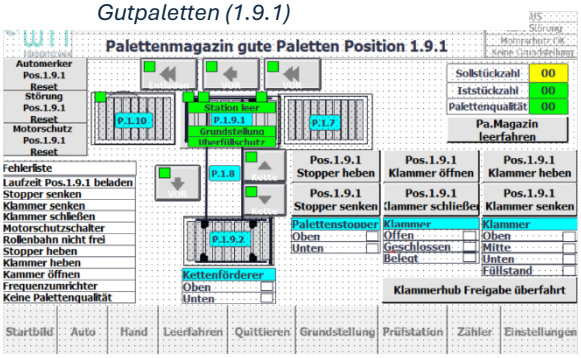


Abbildung 10.16 Leer-Palettenmagazin gute Paletten Position 1.9.1 HMI

- **Technische Details:** Der Spender hat eine Kapazität von maximal 15 Paletten. Die Antriebsleistung für den Hub beträgt 2,2 kW, während die Klammer eine Antriebsleistung von 0,25 kW hat.

10.3.7 Leer-Palettenspender für Schlechtpaletten (1.9.2)

1.9.2 Leer-Palettenspender – Typ 915 (Schlecht-Paletten)

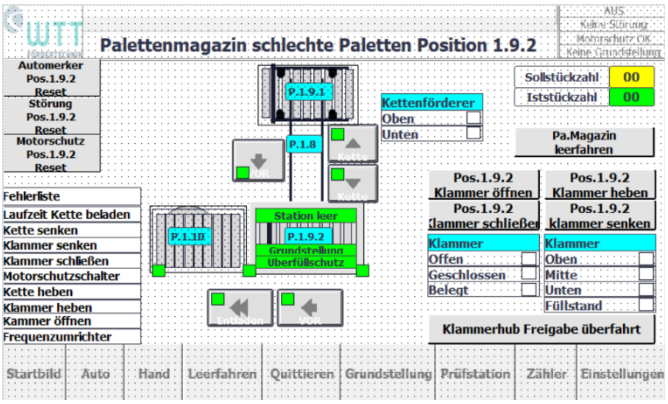


Abbildung 10.17 Palettenmagazin schlechte Paletten Position 1.9.2

- **Funktion:** Dieser Spender funktioniert ähnlich wie der für Gutpaletten, lagert jedoch leere Schlechtpaletten und gibt sie im Einzeltaktverfahren frei. Dadurch wird eine effiziente Handhabung und Aussortierung von nicht mehr verwendbaren Paletten ermöglicht.
- **Technische Details:** Die Kapazität beträgt ebenfalls maximal 15 Paletten. Die Antriebsleistung für den Hub beträgt 2,2 kW, und die Klammer hat eine Antriebsleistung von 0,25 kW.

10.3.8 Querverschiebewagen und Rollenförderer (1.10-1.11)

1.10 Querverschiebewagen

Abbildung 10.18 Querverschiebewagen und Rollenförderer (1.10-1.11)

- **Funktion:** Der Querverschiebewagen verschiebt Paletten quer zur Förderrichtung, um sie auf einen neuen Förderweg zu bringen. Zusätzlich ist er mit einer motorisch angetriebenen Drehbühne ausgestattet, die eine weitere Drehung der Paletten ermöglicht, um ihre Ausrichtung anzupassen.

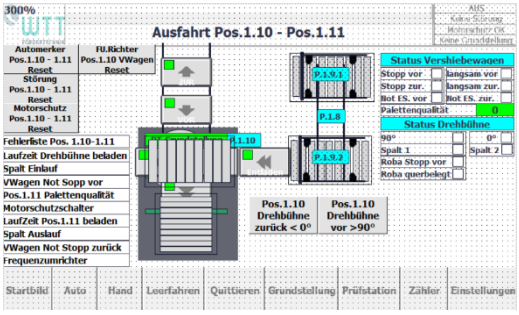


Abbildung 10.19 Ausfahrt Pos.1.10-Pos1.11

- **Technische Details:** Der Querverschiebewagen hat eine Spurweite von 1535 mm, eine Antriebsleistung von 0,25 kW und eine Fahrgeschwindigkeit von 12 m/min.

1.11 Angetriebene Rollenförderer

- **Funktion:** Diese Einheit setzt den Transport der Paletten fort, nachdem sie vom Querverschiebewagen übernommen wurden. Sie stellt sicher, dass die Paletten reibungslos zu den nächsten Stationen transportiert werden.
- **Technische Details:** Die Rollenfördererlänge beträgt 2575 mm, die Antriebsleistung liegt bei 0,25 kW, und die Geschwindigkeit beträgt 12 m/min.

10.4 Sicherheitskonzept

Schutzzaunsystem:

- Ein robustes Schutzzaunsystem verhindert den unbefugten Zugang zu gefährlichen Arbeitsbereichen. Die Schutzzäune bestehen aus stabilen Pfosten und Gitterelementen und sind gemäß den geltenden Normen installiert.
- Zugangstüren und Tore sind mit Türkontaktschaltern und gesichertem Not-Halt ausgestattet, die bei unbefugtem Zutritt sofort die Anlage stoppen.

Lichtgitter an Ein- und Ausgängen:

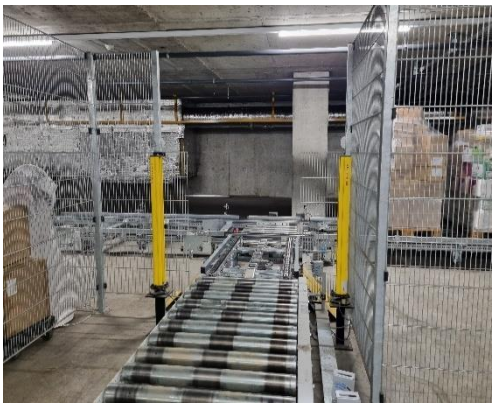


Abbildung 10.20 Lichtgitter

- An den Ein- und Ausgängen der Anlage wurden Lichtgitter installiert, die eine sichere Überwachung dieser Bereiche gewährleisten.
- Diese Lichtgitter müssen außerhalb der Anlage quittiert werden, um den Betrieb fortsetzen zu können. Dadurch wird sichergestellt, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich befinden.

Endschalter an Eingängen:

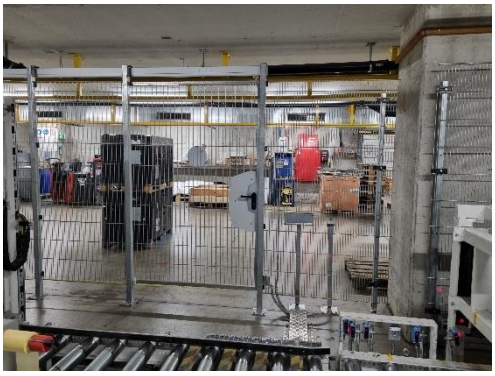


Abbildung 10.21 Zutrittskonzept

- Die beiden Eingänge zur Anlage sind mit Endschaltern versehen. Diese Schalter verhindern den Start der Anlage, solange die Eingänge nicht ordnungsgemäß geschlossen sind. Dies stellt sicher, dass der Betrieb nur unter sicheren Bedingungen beginnen kann.

Restgefahren:

- Trotz aller Sicherheitsmaßnahmen können Restgefahren nicht vollständig ausgeschlossen werden. Daher ist eine umfassende Schulung der Mitarbeiter unerlässlich, um sie über potenzielle Gefahren und das richtige Verhalten in Gefahrensituationen zu informieren.
- Besondere Vorsicht ist bei Eingriffen oder Veränderungen an den Schutzeinrichtungen geboten, die nur von autorisiertem Personal durchgeführt werden dürfen.

11 Umsetzung

11.1 Erweiterung der Funktion Chep-Paletten

Zunächst habe ich mir einen Überblick über die verwendeten Sensoren verschafft und diese in einer Excel-Tabelle systematisch kategorisiert. Als Elektriker war es für mich entscheidend, die Funktion der Sensoren sowie die zugrunde liegende Schaltung zu verstehen, um das TIA-Portal-Programm effizient bearbeiten zu können. Ohne ein klares Funktionsschema und eine Verknüpfung mit den Sensoren war es schwierig, den Programmaufbau nachzuvollziehen. Nachdem ich das Schaltbild studiert und mit der Excel-Liste der Sensoren abgeglichen hatte, installierte ich einen SPS-Analyzer, um die Sensoren detailliert zu analysieren. Dabei stellte sich heraus, dass vier spezifische Sensoren zur Unterscheidung der Chep-Paletten notwendig sind, und ich konnte die Schaltung dieser Sensoren identifizieren. Das Auffinden dieser Sensoren im TIA-Portal erwies sich als herausfordernd, insbesondere aufgrund der Verwendung von Multiinstanzen im Programm. Um dies zu erleichtern, habe ich bestimmte Netzwerke identifiziert und in einem separaten Anhang dokumentiert. Zusätzlich habe ich ein Flussdiagramm erstellt, um den Programmablauf bei der Unterscheidung der Chep-Paletten visuell darzustellen. Dies diente als Hilfsmittel, um den komplexen Programmablauf in Bezug auf die Chep-Paletten-Prüfung besser zu verstehen.

Abbildung 11.1 Flussdiagramm Farberkennung

Zur Unterscheidung der Chep-Palette setze ich einen Farbsensor ein, da sich die Chep-Paletten farblich von den normalen, normgerechten Europaletten unterscheiden. Obwohl die Chep-Paletten den gleichen Normen entsprechen, wurden sie aufgrund der Beschaffenheit ihrer Klötze fälschlicherweise aussortiert. Um dieses Problem zu beheben, habe ich ein zusätzliches Ablaufprogramm entwickelt, das speziell die mittleren Klötze der Chep-Palette überprüft und korrekt identifiziert. Dies stellt sicher, dass die Chep-Paletten nicht mehr aufgrund dieser Abweichung ausgesondert werden. Als ersten Test führte ich eine Funktion für den Farbsensor durch, um die Chep-Paletten von den normalen Europaletten zu unterscheiden, da Chep-Paletten durch ihre blaue Farbe charakteristisch sind.

11.1.1 Sensoren Anordnung

Besonderes Augenmerk legte ich dabei auf die Kontrolle der Klötze und den Prüfbereich der Chep-Paletten.

11.1.2 Vorne

Wie bereits im Bild dargestellt, benötige ich eine eindeutige Unterscheidung der Sensoren für die Bereiche Mitte, Links und Rechts, die ich mit der Nummer 2.1 markiert habe. Die Sensoren mit der Nummer 2 dienen zur Steuerung des Prüfstarts und -stopps, wie es auch bei den Euro-Paletten der Fall ist.

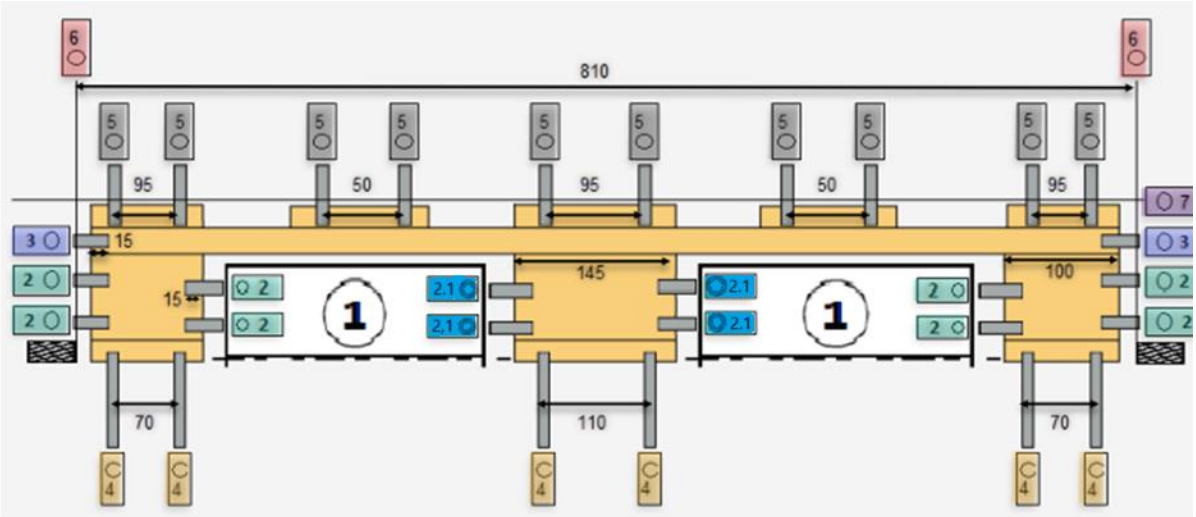


Abbildung 11.2 Sensoren Anordnung Vorne

11.1.3 Seitlich

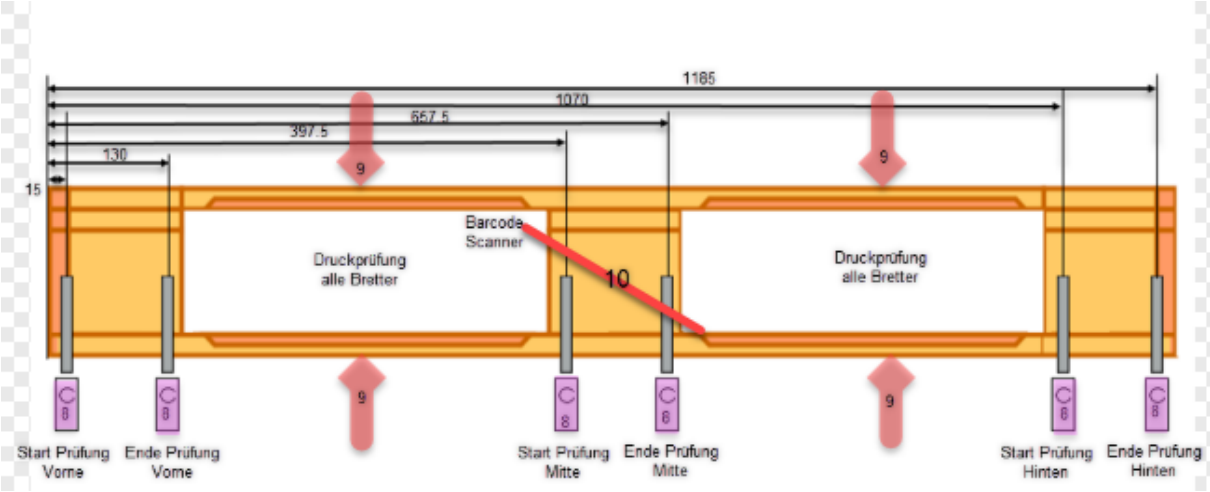


Abbildung 11.3 Sensoren Anordnung Seitlich

Das rot durchstrichene wird in diesem Projekt angepasst für die Chep-Paletten.

11.1.4 Flussdiagramm

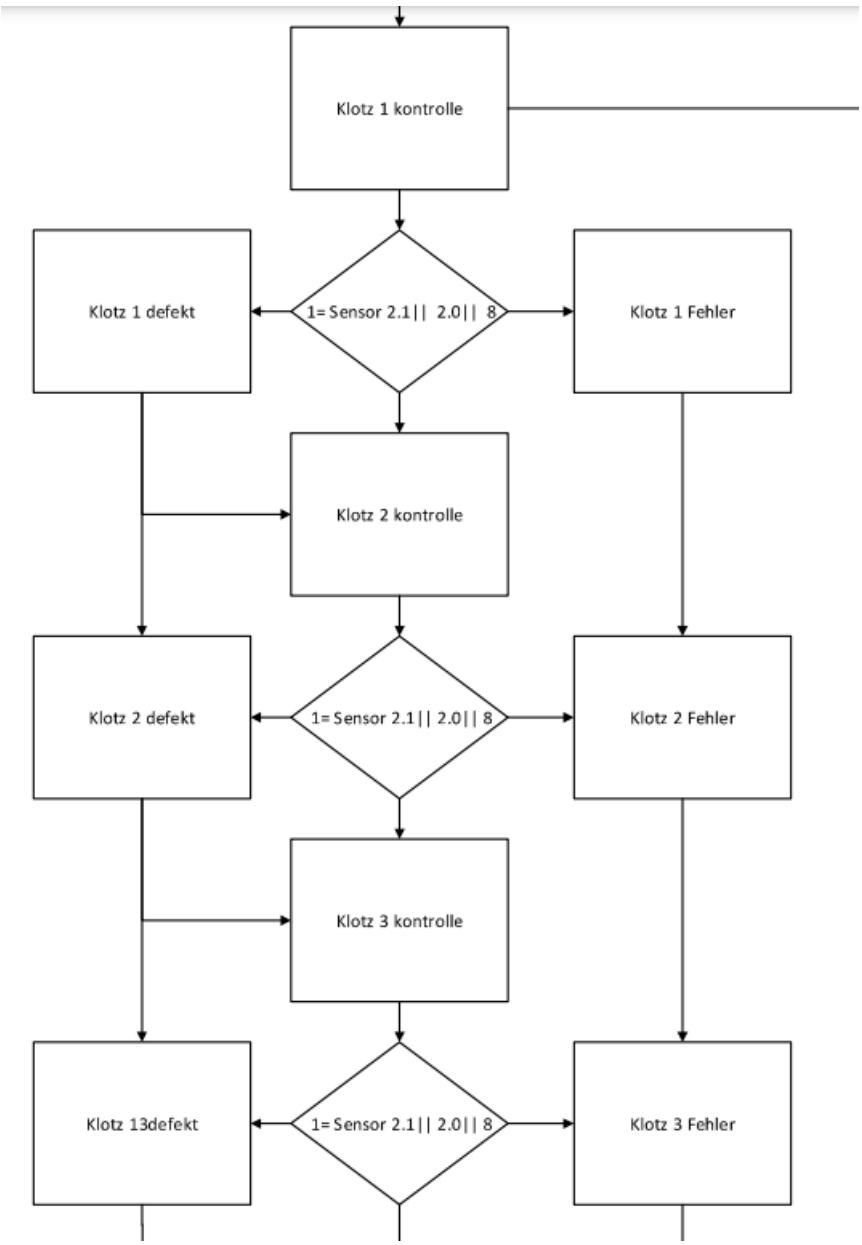


Abbildung 11.4 Flussdiagramm Klotz

Vereinfacht dargestellt

Das Programm muss so angepasst werden, dass die Sensoren 2 und 2.1 parallel arbeiten und derselben Bewertungsgruppe zugeordnet sind, jedoch nicht gleichzeitig auslösen.

Montage der SensorenPalettenprüfstation (1.6)

Anpassungen für Chep-Paletten:

Um die Fehlaussortierung von Chep-Paletten zu verhindern, wurde die Anlage durch die Installation von vier neuen Sensoren angepasst. Diese Sensoren sind speziell auf die mittlere Klotzreihe der Chep-Paletten ausgelegt, da deren Klötze quer montiert sind, im Gegensatz zu den längsseitig montierten Klötzen der Europaletten. Die neuen Sensoren sind wie folgt positioniert:

- Am **ersten Klotz** der mittleren Klotzreihe wurde ein **Stop-Sensor** installiert, um die Position der Chep-Palette zu überwachen.
- Am **zweiten Klotz** der mittleren Klotzreihe befinden sich sowohl ein **Start-Sensor** als auch ein **Stop-Sensor**, die die Prüfung dieses Klotzes kontrollieren.
- Am **dritten Klotz** der mittleren Klotzreihe wurde ein **Start-Sensor** angebracht.

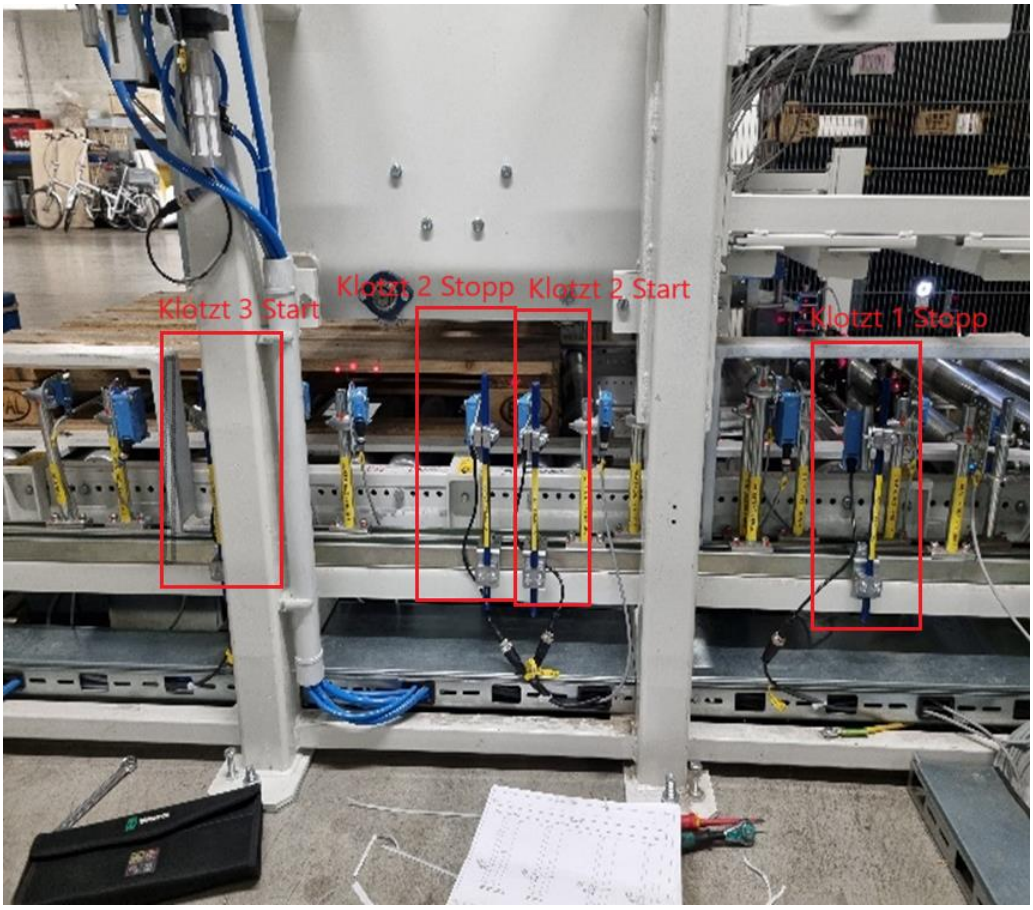


Abbildung 11.5 Sensoren Chep Palette

Diese neuen Sensoren gelten nur für die **mittlere Reihe** der Chep-Paletten, sowohl auf der **längsseitigen linken** als auch der **längsseitigen rechten** Seite. Die Bedingungen zur Erkennung und Prüfung dieser Klötze entsprechen denen der **Europaletten**, jedoch verhindern die neuen Sensoren, dass die Chep-Paletten

aufgrund ihrer quer montierten mittleren Klötze fälschlicherweise aussortiert werden.

11.2 Elektro-Schema

Im Elektro schema wurden die Neuen Sensoren auch eingezeichnet, mit der jeweiligen Funktion des Sensors.

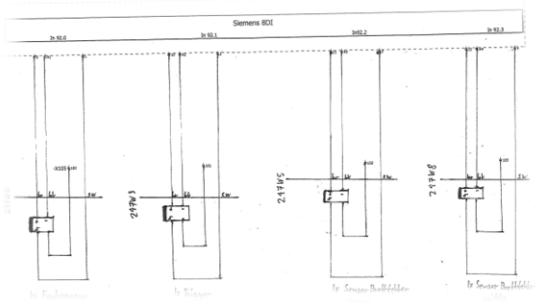


Abbildung 11.7 Ausschnitt Schema / siehe im Anhang

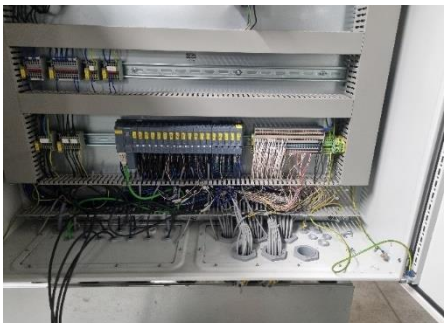


Abbildung 11.6 Busmodul Prüfstation

Da ich bisher keine Erfahrungen mit SPS-Systemen hatte, musste ich mich zunächst umfassend informieren, um sicherzustellen, dass ich die entsprechenden Eingänge korrekt verwenden kann. Zu diesem Zweck habe ich verschiedene Tutorials auf YouTube studiert, um ein fundiertes Verständnis für die Programmierung und Handhabung der SPS-Eingänge zu erlangen. Die Sensor wurden wie folgt angeschlossen

Ix_Trigger auf **92.0**

Farberkennungssensor auf **92.1**

Brettfehler Vorne auf **92.2**,

Brettfehler Mitte auf **92.3**,

Brettfehler Hinten auf **92.4**.

Chep Klotz 1 Stopp auf **93.0**

Chep Klotz 2 Start auf **93.1**,

Chep Klotz 2 Stopp auf **93.2**,

Chep Klotz 3 Start auf **93.3** angeschlossen,

12 SPS Programm

12.1 Bausteine

12.1.1 Funktionsbausteine (FB - Function Blocks):

Funktionsbausteine sind besonders wichtig, weil sie Speicherbereiche (Instanzdatenbausteine) nutzen, um Informationen zwischen Programmzyklen zu speichern. Sie sind ideal für wiederkehrende Aufgaben, bei denen Zustände über längere Zeiträume hinweg erhalten bleiben müssen. In der Palettenprüfanlage werden FBs eingesetzt, um Aufgaben wie die Steuerung von Sensoren und Aktoren effizient zu verwalten. Beispielsweise sorgen sie dafür, dass die Prüfprozesse für jede Palette kontinuierlich und zuverlässig ausgeführt werden, ohne dass Informationen verloren gehen.

12.1.2 Funktionen (FC - Functions):

Funktionen (FC) spielen eine entscheidende Rolle, wenn Aufgaben in jedem Zyklus neu berechnet werden müssen, ohne dass Daten zwischengespeichert werden. FCs führen Berechnungen oder Steuerungslogiken aus und sind optimal, wenn keine Zustandsinformationen gespeichert werden müssen. In der Palettenprüfanlage können FCs verwendet werden, um schnelle Berechnungen wie die Bestimmung der Prüfparameter durchzuführen. Sie sind wichtig für Aufgaben, bei denen es auf schnelle und effiziente Ausführung ohne Zwischenspeicherung ankommt.

12.1.3 Datenbausteine (DB - Data Blocks):

Datenbausteine speichern Variablen und Prozessdaten. Globale Datenbausteine ermöglichen die systemweite Verwaltung von Daten, die von verschiedenen Bausteinen verwendet werden, während Instanzdatenbausteine speziell für Funktionsbausteine erzeugt werden, um deren spezifische Variablen zu speichern. In der Palettenprüfanlage werden Datenbausteine genutzt, um wichtige Informationen wie Prüfparameter, Ergebnisse und Zustände der Paletten zu speichern und auszutauschen, was für die Nachverfolgbarkeit und effiziente Steuerung des Prozesses unerlässlich ist.

12.1.4 Fazit:

Funktionsbausteine (FB) sind entscheidend für wiederkehrende Aufgaben, die Zustandsinformationen über mehrere Zyklen hinweg speichern müssen.

Funktionen (FC) sind ideal für Berechnungen und Steuerungsaufgaben, bei denen keine Zwischenspeicherung erforderlich ist.

Datenbausteine (DB) gewährleisten die Speicherung und Verwaltung wichtiger Betriebsdaten und Prüfparameter.

Diese drei Bausteine, in Kombination mit den Organisationseinheiten (OB), bilden das Fundament für die zuverlässige und flexible Steuerung der Palettenprüfanlage.

12.2 Anweisungen:

12.2.1 Logische Anweisungen

UND (AND): Prüft, ob mehrere Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind.

ODER (OR): Eine der Bedingungen muss erfüllt sein, damit das Ergebnis wahr ist.

NICHT (NOT): Negiert eine Bedingung, d.h., wahr wird falsch und umgekehrt.

Wichtigkeit: Diese Anweisungen sind unerlässlich, um logische Entscheidungen im Programm zu treffen. Sie steuern, welche Aktionen ausgelöst werden, basierend auf den Zuständen von Sensoren oder Schaltern.

12.2.2 Vergleichsanweisungen:

Gleich (==): Prüft, ob zwei Werte identisch sind.

Ungleich (!=): Prüft, ob zwei Werte unterschiedlich sind.

Größer (>) und Kleiner (<): Vergleicht, ob ein Wert größer oder kleiner als ein anderer ist.

Größer-gleich (>=) und Kleiner-gleich (<=): Kombinationen aus Größer/Kleiner und Gleichheitsvergleichen.

Wichtigkeit: Vergleichsanweisungen sind unverzichtbar, um Prozesswerte zu überprüfen und festzustellen, ob bestimmte Bedingungen erfüllt sind, z.B. Abmessungen oder Positionen in der Palettenprüfanlage.

12.2.3 Mathematisch Anweisungen

Addition (+), Subtraktion (-), Multiplikation (*), Division (/): Standardoperationen zur Durchführung von Berechnungen.

Modulo (%): Liefert den Rest einer Division zurück.

Wichtigkeit: Mathematische Anweisungen sind notwendig, um Berechnungen im Steuerungsprogramm durchzuführen, wie das Zählen von Objekten oder das Berechnen von Zeiten und Mengen.

12.2.4 Zeit- und Zähleranweisungen:

TON (Einschaltverzögerung): Verzögert das Einschalten eines Ausgangs.

TOF (Ausschaltverzögerung): Verzögert das Ausschalten eines Ausgangs.

Zähler (CTU, CTD): Zählt Ereignisse aufwärts (CTU) oder abwärts (CTD).

Wichtigkeit: Zeit- und Zähleranweisungen sind entscheidend für zeitgesteuerte Aktionen, wie das Starten oder Stoppen von Maschinen oder das Zählen von Prüfzyklen.

12.2.5 Speicheranweisungen:

SET: Setzt eine Variable oder einen Merker auf wahr (true).

RESET: Setzt eine Variable oder einen Merker auf falsch (false).

Wichtigkeit: Speicheranweisungen speichern den Zustand von Variablen, die für die Prozesssteuerung benötigt werden, und sind entscheidend für das Halten von Zuständen wie Alarmen oder Prozessschritten.

Diese Anweisungsgruppen sind die Grundlage für die Steuerung komplexer Automatisierungssysteme und ermöglichen eine präzise und effiziente Programmierung im TIA Portal.

12.3 Variablentabelle Zähler Farberkennung

- Ich habe eine neue Variablentabelle namens **"Zähler Farberkennung"** erstellt, um eine klare Linie für zukünftige Erweiterungen zu erreichen. Diese Tabelle dient dazu, die physikalischen Ein- und Ausgänge der Sensoren strukturiert zu verwalten und die Zuordnung der Sensoren zur Farberkennung logisch im Programm abzubilden. Dadurch wird die Verwaltung und Erweiterung des Systems effizienter und übersichtlicher gestaltet.
- **Ix_Farbsensor** (Bool, Adresse %I92.0): Zuständig für die Erkennung der Palette über den Farbsensor.
- **Ix_Trigger** (Bool, Adresse %I92.1): Verwendet, um den Trigger für den Zähler zu aktivieren.
- **Ix_Sensor Brettfehler vorne** (Bool, Adresse %I92.2): Sensor für Brettfehler vorne.
- **Ix_Sensor Brettfehler mitte** (Bool, Adresse %I92.3): Sensor für Brettfehler in der Mitte.
- **Ix_Sensor Brettfehler hinten** (Bool, Adresse %I92.4): Sensor für Brettfehler hinten.
- **Mx_Farbsensor geschaltet** (Bool, Adresse %M23.1): Speichert den Zustand, wenn der Farbsensor geschaltet hat.
- **Mx_Zähler Normal** (Int, Adresse %MW160): Zählt die normalen Paletten.
- **Mx_Zähler Blau** (Int, Adresse %MW170): Zählt die blauen Paletten.
- **PPS: Neu Chep Klotz 1 Stopp** (Bool, Adresse %I93.0): Sensor für Chep Klotz 1 Stopp.
- **PPS: Neu Chep Klotz 2 Start** (Bool, Adresse %I93.1): Sensor für Chep Klotz 2 Start.
- **PPS: Neu Chep Klotz 2 Stopp** (Bool, Adresse %I93.2): Sensor für Chep Klotz 2 Stopp.
- **PPS: Neu Chep Klotz 3 Start** (Bool, Adresse %I93.3): Sensor für Chep Klotz 3 Start.
- **Mx_Chep_Palette** (Bool, Adresse %M23.3): Zustandsvariable für die Chep-Palette

Zähler Farbsensor

	Name	Datentyp	Adresse	Rema...	Erreic...	Schrei...	Sichtb...	Überwachung	Kommentar
1	Ix_Farbsensor	Bool	%I92.0	☐	☑	☑	☑		Farbsensor
2	Ix_Trigger	Bool	%I92.1	☐	☑	☑	☑		Trigger
3	Ix_Sensor Brettfehler vorne	Bool	%I92.2	☐	☑	☑	☑		Brettfehler 1
4	Ix_Sensor Brettfehler mitte	Bool	%I92.3	☐	☑	☑	☑		Brettfehler 2
5	Ix_Sensor Brettfehler hinten	Bool	%I92.4	☐	☑	☑	☑		Brettfehler 3
6	Mx_Farbsensor geschaltet	Bool	%M23.1	☐	☑	☑	☑		
7	Mx_Zähler Normal	Int	%MW160	☐	☑	☑	☑		Zähler Normal
8	Mx_Zähler Blau	Int	%MW170	☐	☑	☑	☑		Zähler Blau
9	PPS: Neu Chep Klotz 1 Stopp 1...	Bool	%I93.0	☐	☑	☑	☑		US06 PrüfStation 160 Erweitet
10	PPS: Neu Chep Klotz 2 Start 17...	Bool	%I93.1	☐	☑	☑	☑		US06 PrüfStation 160 Erweitet
11	PPS: Neu Chep Klotz 2 Stopp 1...	Bool	%I93.2	☐	☑	☑	☑		US06 PrüfStation 160 Erweitet
12	PPS: Neu Chep Klotz 3 Start 17...	Bool	%I93.3	☐	☑	☑	☑		US06 PrüfStation 160 Erweitet
13	Mx_Chep_Palette	Bool	%M23.3	☐	☑	☑	☑		
14	<Hinzufügen>			☐	☑	☑	☑		

Abbildung 12.1 Variablentabelle Zähler Farberkennung

12.4 FC 320 Prüfstrecke

Der **FC 320** ist eine Funktion, der keine eigenen Daten speichert, sondern die Zugriffe auf einzelne Funktionsbausteine (FBs) organisiert. Dies ermöglicht die effiziente Nutzung von **Multiinstanzen**, was den Vorteil bietet, Sensorengruppen gemeinsam zu verwalten, anstatt jeden Sensor einzeln programmieren zu müssen. Dadurch wird die Übersichtlichkeit des Programms verbessert und die Effektivität gesteigert. Im **Flussdiagramm Abbild 11.2** können zwei Sensoren, wie z.B. „Klotz links“ und „Klotz rechts“, als Variablen gespeichert und in der Programmstruktur entsprechend verwendet werden.

12.4.1 Netwerk 11 Lichtschranken Prüfstrecke RoBa HP

In diesem Netzwerk werden die Sensoren einem Datenbaustein zugeordnet, was eine effiziente Verwaltung der Variablen ermöglicht. Für jemanden, der sich zuvor hauptsächlich mit der Siemens LOGO! beschäftigt hat, stellte dies eine erhebliche Herausforderung dar. Die Vorteile dieser Vorgehensweise, wie die klare Strukturierung und die Wiederverwendbarkeit der Daten, sowie die vereinfachte Fehlerbehebung und Erweiterbarkeit des Programms wurden jedoch schnell deutlich. Der nächste Baustein im Netzwerk 36 ist von entscheidender Bedeutung für das Verständnis der gesamten Funktionsweise.

A «Mx_Farbsensor geschaltet»

Dies ist der Merker, der gesetzt wird, wenn der Farbsensor eine blaue Chep-Palette erkennt. Hierbei handelt es sich um einen physischen Eingang oder eine direkte Steuerung innerhalb des Programms.

A "Ix_Trigger"

Der physische Eingang des Triggersensors, der prüft, ob eine Palette den Prüfbereich betreten hat. Dieser Sensor initiiert den Prüfzyklus.

= "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep erkannt"

Dies ist ein Multiinstanz-Speicherbereich. Der Wert für die erkannte Chep-Palette (blaue Palette) wird in diesem speziellen Datenbaustein gespeichert. Da es sich um eine Multiinstanz handelt, wird die Variable innerhalb des jeweiligen Instanzdatenbausteins für die Prüfstrecke gespeichert und zwischen verschiedenen Bausteinen weitergegeben. Dadurch wird die Information zur Erkennung der Chep-Palette im Speicher erhalten und für den weiteren Prozess verwendet.

A "PPS: Neu Chep Klotz 1 Stopp 172B0"

Physischer Eingang oder Steuerbefehl zum Stoppen des ersten Chep-Klotzes.

= "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Stop1 KloKo"

Multiinstanz-Speicherbereich, der den Stopp des ersten Chep-Klotzes speichert. Dieser Speicherbereich sorgt dafür, dass der Zustand des Klotzes während der gesamten Prüfung erhalten bleibt und in verschiedenen Funktionsbausteinen verwendet werden kann.

A "PPS: Neu Chep Klotz 2 Start 172B3"

Physischer Eingang oder Steuerbefehl für den Start des zweiten Chep-Klotzes.

= "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Start2 KloKo"

Multiinstanz-Speicherbereich, in dem der Start des zweiten Chep-Klotzes gespeichert wird. Dies ermöglicht es, den Status dieses Klotzes innerhalb des gesamten Prüfprozesses beizubehalten.

A "PPS: Neu Chep Klotz 2 Stopp 172B6"

Physischer Eingang oder Steuerbefehl zum Stoppen des zweiten Chep-Klotzes.

= "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Stop2 KloKo"

Multiinstanz-Speicherbereich, der den Stopp des zweiten Chep-Klotzes speichert, um den Zustand innerhalb des Prozesses zu erhalten.

A "PPS: Neu Chep Klotz 3 Start 172B8"

Physischer Eingang oder Steuerbefehl für den Start des dritten Chep-Klotzes.

= "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Start3 KloKo"

Multiinstanz-Speicherbereich, in dem der Start des dritten Chep-Klotzes gespeichert wird.

= "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Start3 KloKo" "

Netzwerk 11: Lichtschranken Prüfstrecke RoBa HP (Haupt-Prüfung)

```
0001
0002        A      "PPS: LT Start DB/LB Dechbrett/Kufe"
0003        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Start DB_LB"
0004
0005        A      "PPS: Start Klotz/QuB Vorne Klotz 1"
0006        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Start1 KloKo"
0007
0008
0009        A      "PPS: Neu Chep Klotz 1 Stopp 172B0"
0010        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Stop1 KloKo"
0011
0012        A      "PPS: Stop Klotz/QuB Vorne Klotz 1"
0013        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Stop1 KloKo"
0014
0015        A      "PPS: Neu Chep Klotz 2 Start 172B3"
0016        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Start2 KloKo"
0017
0018        A      "PPS: Start Klotz/QuB Mitte Klotz 2"
0019        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Start2 KloKo"
0020
0021        A      "PPS: Neu Chep Klotz 2 Stopp 172B6"
0022        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Stop2 KloKo"
0023
0024        A      "PPS: Stop Klotz/QuB Mitte Klotz 2"
0025        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Stopp2 KloKo"
0026
0027        A      "PPS: Neu Chep Klotz 3 Start 172B8"
0028        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep_Start3 KloKo"
0029
0030        A      "PPS: Start Klotz/QuB Hinten Klotz 3"
0031        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Start3 KloKo"
0032
0033        A      "PPS: Stop Klotz/QuB Hinten Klotz 3"
0034        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Stop3 KloKo"
0035

0062        A      "Mx_Farbsensor geschaltet"
0063 // Prüfen, ob der Merker für Farbsensoraktivität gesetzt ist
0064        A      "Ix_Trigger"
0065 // Prüfen, ob der physische Eingang des Farbsensors aktiv ist
0066        =      "A_DB Pruefstrecke".LS_HP."Chep erkannt"
0067 // Setzt das Signal für die erkannte Chep-Palette (blaue Palette)
0068
```

12.4.2 Netzwerk 36 Daten Baustein Prüfung Klotz

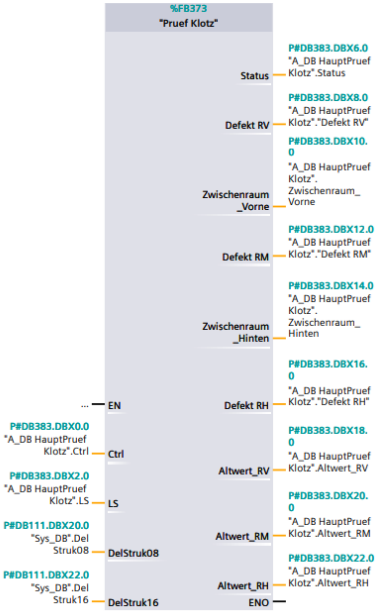


Abbildung 12.2 12.4.2 Netzwerk 36 Daten Baustein Prüfung Klotz

- **Eingänge**: Auf der **linken Seite** befinden sich die Eingänge, die den Zustand von Sensoren oder anderen Eingabegeräten darstellen. Sie werden als Operanden aus den **Datenbausteinen (DB)** referenziert, z.B. „P#DB383.DBX0.0“. Diese Eingänge überprüfen den Zustand der physikalischen oder logischen Signale.

- **Ausgänge**: Auf der **rechten Seite** sind die Ausgänge zu sehen. Diese steuern die Aktionen der Aktoren oder anderen Ausgabegeräten. Sie setzen entsprechende Signale oder Werte basierend auf den Eingangsbedingungen. Die Ausgänge werden ebenfalls als **Datenbaustein-Adressen** dargestellt, z.B. „P#DB383.DBX8.0“.

Zusammengefasst:

- **Eingänge** (links) beziehen sich auf den Zustand der eingehenden Signale.

- **Ausgänge** (rechts) steuern die Ausgabe der Signale basierend auf den vorhergehenden Bedingungen im Programm.

Wie dieser Baustein genau funktioniert und wie die Sensoren in das Programm integriert wurden, wird im nächsten Schritt erläutert. Vorab ist jedoch ein weiterer relevanter Funktionsbaustein von Bedeutung, den ich in diesem Zusammenhang verwendet habe.

12.5 FC 100 Migros

Dieser Baustein wurde nicht von mir erstellt, sondern als Alternative genutzt, um die Palettenprüfanlage anzupassen, ohne die Garantiebedingungen zu verletzen. In diesem Baustein wurden Motorschutzfunktionen implementiert und Zähler programmiert. Ich habe diesen Baustein verwendet, um die Erkennung der Chep-Paletten in das bestehende System zu integrieren.

12.5.1 Netzwerk 4: Farberkennung

Ich habe die Sensoren direkt in die Bausteine integriert, um mögliche Fehler zu vermeiden, da sich meine Kenntnisse noch in einem frühen Stadium befinden. Der Farbsensor wurde so eingestellt, dass er beim Erkennen einer blauen Palette aktiviert wird. Der P_Trigger reagiert auf eine positive Flanke, was sicherstellt, dass ein klares Signal nur beim Übergang von 0 auf 1 ausgegeben wird. Dieses Signal setzt einen Merker, der in der Variablentabelle angelegt wurde.

Der Merker fungiert nach der Erkennung einer blauen Palette als Schalter für die Identifizierung einer Chep-Palette. Nach der Aktivierung des Merkers wird dieser über die **TON** (Time On Delay)-Funktion nach einer definierten Zeitspanne von 5 Sekunden automatisch zurückgesetzt. Die Einschaltverzögerung sorgt dafür, dass der Merker für die Dauer von 5 Sekunden aktiv bleibt, bevor er wieder in den Ruhezustand wechselt. Dies verhindert, dass der Merker ungewollt mehrmals während des Prüfprozesses ausgelöst wird und sorgt für eine eindeutige Zuweisung der Palette. Durch diese Kombination aus **P-Trigger** und **TON Time** wird gewährleistet, dass die Erkennung der Paletten zuverlässig und zeitgesteuert abläuft.

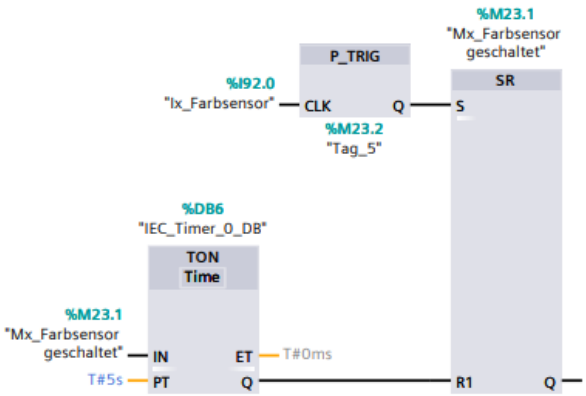


Abbildung 12.3 12.5.1 Netzwerk 4: Farberkennung

12.5.2 Netzwerk 6: Blaue Paletten

Im **Netzwerk 6** habe ich eine logische UND-Verknüpfung sowie einen Zähler (Counter) verwendet, um sicherzustellen, dass der Zähler nur einmal während des Prüfprozesses aktiviert wird. Die **UND-Verknüpfung** kombiniert mehrere Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit der Zähler zählt.

- Der **Ix_Trigger** ist der Sensor, der den Startbefehl für die Farberkennung gibt, indem er das Signal auslöst.
- Zusätzlich habe ich eine Operandadresse aus dem **DB383** verwendet, die den Status "Prüfung gestartet" überprüft. Dies stellt sicher, dass der Zähler nur während der aktiven Prüfphase zählt, um Mehrfachzählungen zu vermeiden.

Zusätzlich wird eine spezifische Adresse verwendet, um den Zähler bei Bedarf zurückzusetzen. Diese Adresse sorgt auch dafür, dass alle anderen relevanten Zähler ebenfalls zurückgesetzt werden, was einen sauberen Neustart der Zählvorgänge für den nächsten Prüfzyklus gewährleistet.

Durch die Kombination dieser logischen Verknüpfung mit dem Zähler und der Rücksetzfunktion wird sichergestellt, dass das System zuverlässig arbeitet und nur korrekte Zählvorgänge während des Prüfprozesses durchgeführt werden.

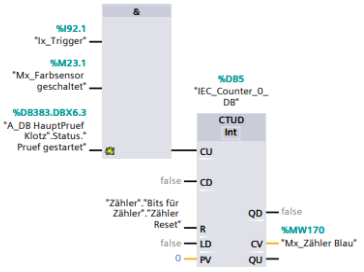


Abbildung 12.4 12.5.2 Netzwerk 6: Blaue Paletten

12.5.3 Netzwerk 5: Normale Paletten

In diesem Netzwerk wird der Zähler für normale Paletten nur dann aktiviert, wenn der **Ix_Farbsensor** invertiert ist, das heißt, wenn er **nicht** auslöst. Dies bedeutet, dass der Zählvorgang nur startet, wenn der Farbsensor keine blaue Palette (Chep-Palette) erkennt. Somit wird sichergestellt, dass der Zähler nur bei normalen Paletten hochzählt.

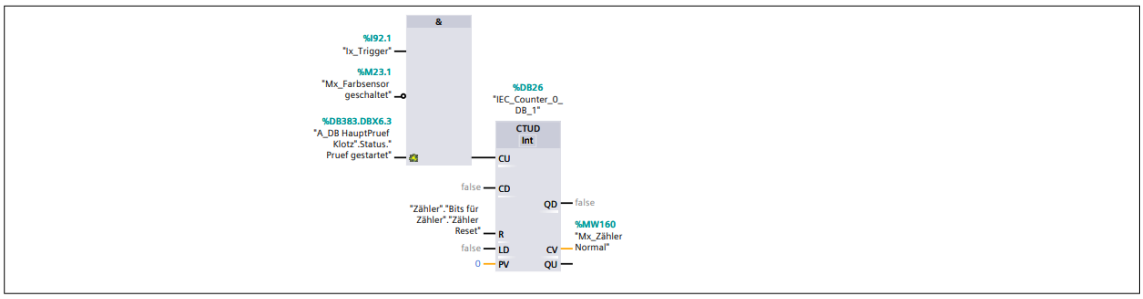


Abbildung 12.5 12.5.3 Netzwerk 5: Normale Paletten

12.5.4 Palettenzähler

Der Zähler wurde im HMI beim Zähler implementiert

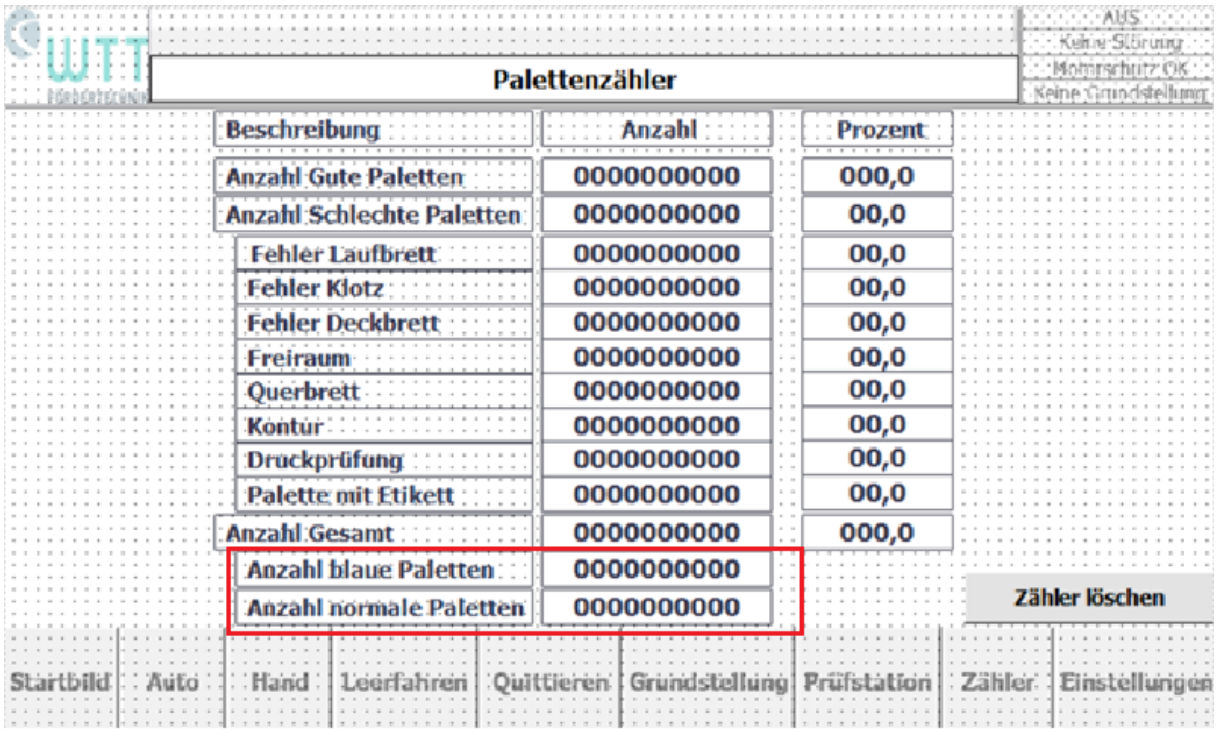


Abbildung 12.6 Palettenzähler

Es ist wichtig, sicherzustellen, dass die **Variablentabelle** stets aktuell gehalten wird, insbesondere bei der Konfiguration und Verwendung des Palettenzählers. Dies gewährleistet, dass alle Zähler, wie beispielsweise für blaue Paletten (Chep-Paletten) und normale Paletten, korrekt mit den entsprechenden Variablen verbunden sind. Eine konsistente und aktuelle Variablentabelle ist unerlässlich, um fehlerfreie Daten in der Benutzeroberfläche zu erhalten und den Zählvorgang zuverlässig darzustellen.

Die regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der Variablentabelle trägt zur Vermeidung von Zählfehlern und Datenabweichungen bei, was für die Prozesssicherheit und Genauigkeit der Palettenprüfanlage von entscheidender Bedeutung ist.

12.6 FB 373 Pruef Klotz

Der Funktionsbaustein „Pruef Klotz“ (FB373) dient zur Prüfung der Palettenklötze in einer Palettenprüfanlage und ist ein zentraler Baustein zur Erkennung und Überprüfung der Klötze in den vorderen, mittleren und hinteren Reihen einer Palette. Er steuert verschiedene Sensoren, die die Position und den Zustand der Klötze überwachen.

12.6.1 Hauptfunktionen des Bausteins:

Prüfung aktivieren und steuern:

Der Baustein bietet Eingänge, um die Prüfung zu starten (Pruef_Start), zu stoppen (Pruef_Stop), zu resetten (Pruef_Reset) und abzuschließen (Pruef_END). Dies stellt sicher, dass die Prüfung gezielt angestoßen und beendet werden kann.

Ergebnisverwaltung:

Ergebnisse der Prüfung werden über spezielle Ausgänge, wie Ergebnis anzeigen und Ergebnis gelesen, an das System weitergegeben. Sobald das Ergebnis verarbeitet wurde, wird es gelöscht.

Klotzerkennung und Defekte:

Der Baustein erkennt die Position der Klötze und identifiziert Defekte in den vorderen, mittleren und hinteren Reihen der Palette. Über Strukturen wie Defekt RV, Defekt RM und Defekt RH wird geprüft, ob die Klötze den Normanforderungen entsprechen oder Defekte vorliegen.

Multiinstanzfähigkeit:

Durch die Verwendung von Strukturen und Bool-Variablen für jede Klotzreihe und Seite (links, rechts) ermöglicht der Baustein die parallele Verarbeitung mehrerer Instanzen, was eine effiziente Verwaltung der Prüfaufgaben sicherstellt.

Zwischenraumerkennung:

Der Baustein prüft zudem, ob sich Gegenstände im Zwischenraum der Palette befinden, mithilfe von Timern wie TON_TIME, die eine zeitgesteuerte Überprüfung ermöglichen.

Hauptziel der Diplomarbeit:

Das Hauptziel meiner Diplomarbeit besteht darin, die Chep-Paletten korrekt zu prüfen, da diese aufgrund der abweichenden Anordnung der Klötze oft fehlerhaft aussortiert werden. Der Baustein spielt dabei eine zentrale Rolle, um sicherzustellen, dass die Chep-Paletten korrekt erkannt und verarbeitet werden können.

Die Multiinstanzfähigkeit dieses Funktionsbausteins sowie die klare Struktur tragen dazu bei, die Prüfung der Chep-Paletten und die Identifikation der abweichenden Klotzanordnung effizient und zuverlässig umzusetzen.

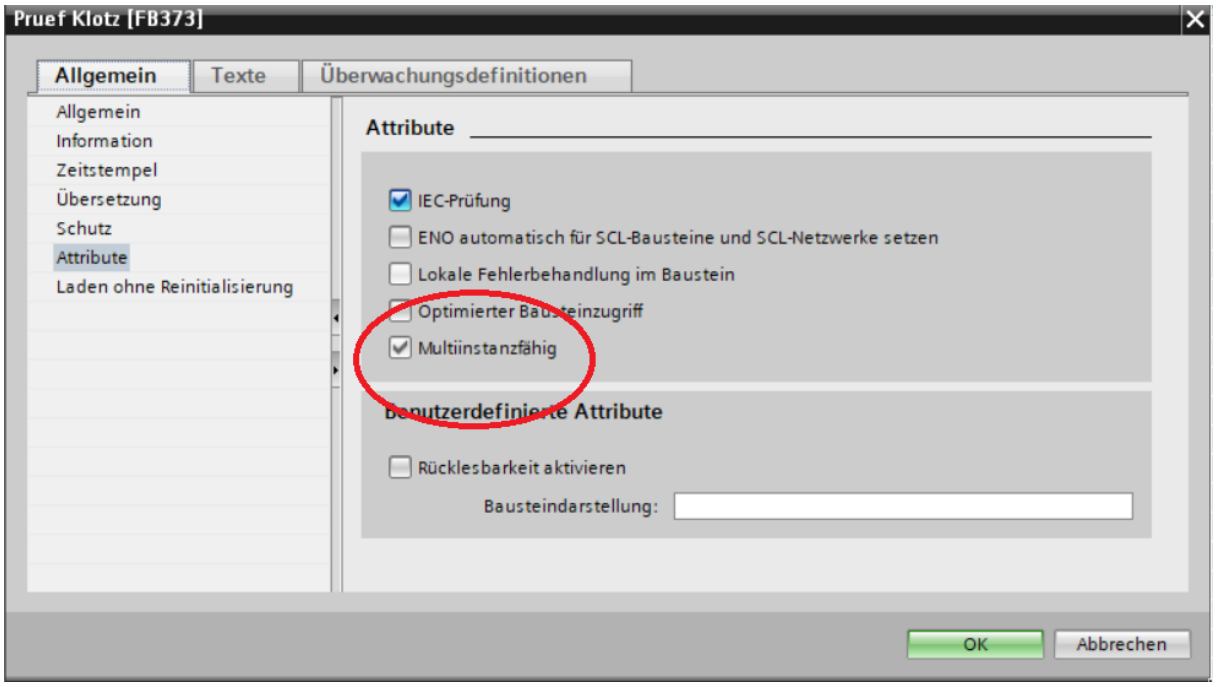
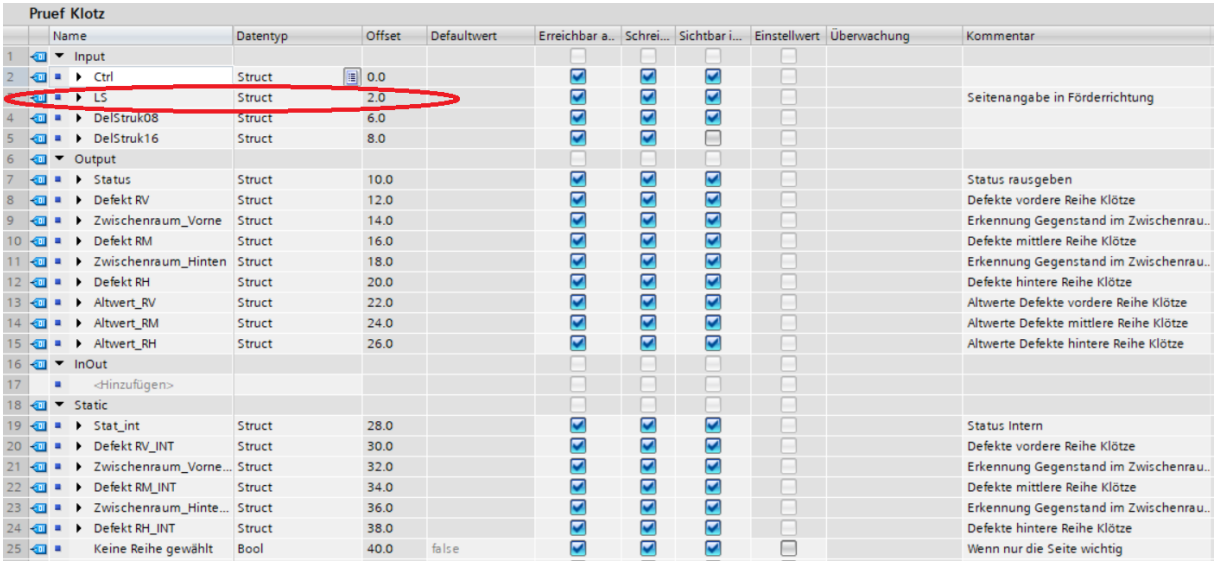


Abbildung 12.7 Multiinstanzen

In diesem Abschnitt habe ich den größten Teil meiner Zeit investiert, um wiederkehrende Fehler zu vermeiden. Schritt für Schritt werde ich erläutern, wie man bei einer Programmänderung korrekt vorgehen sollte. Hierbei habe ich zum ersten Mal intensiv mit



Pruef Klotz

	Name	Datentyp	Offset	Defaultwert	Erreichbar a...	Schrei...	Sichtbar i...	Einstellwert	Überwachung	Kommentar
1	Input									
2	Ctrl	Struct	0.0		☑	☑	☑			
3	LS	Struct	2.0		☑	☑	☑			Seitenangabe in Förderrichtung
4	DelStruk08	Struct	6.0		☑	☑	☑			
5	DelStruk16	Struct	8.0		☑	☑				
6	Output									
7	Status	Struct	10.0		☑	☑	☑			Status rausgeben
8	Defekt RV	Struct	12.0		☑	☑	☑			Defekte vordere Reihe Klötze
9	Zwischenraum_Vorne	Struct	14.0		☑	☑	☑			Erkennung Gegenstand im Zwischenrau...
10	Defekt RM	Struct	16.0		☑	☑	☑			Defekte mittlere Reihe Klötze
11	Zwischenraum_Hinten	Struct	18.0		☑	☑	☑			Erkennung Gegenstand im Zwischenrau...
12	Defekt RH	Struct	20.0		☑	☑	☑			Defekte hintere Reihe Klötze
13	Altwert_RV	Struct	22.0		☑	☑	☑			Altwerte Defekte vordere Reihe Klötze
14	Altwert_RM	Struct	24.0		☑	☑	☑			Altwerte Defekte mittlere Reihe Klötze
15	Altwert_RH	Struct	26.0		☑	☑	☑			Altwerte Defekte hintere Reihe Klötze
16	InOut									
17	<Hinzufügen>									
18	Static									
19	Stat_int	Struct	28.0		☑	☑	☑			Status Intern
20	Defekt RV_INT	Struct	30.0		☑	☑	☑			Defekte vordere Reihe Klötze
21	Zwischenraum_Vorne...	Struct	32.0		☑	☑	☑			Erkennung Gegenstand im Zwischenrau...
22	Defekt RM_INT	Struct	34.0		☑	☑	☑			Defekte mittlere Reihe Klötze
23	Zwischenraum_Hinte...	Struct	36.0		☑	☑	☑			Erkennung Gegenstand im Zwischenrau...
24	Defekt RH_INT	Struct	38.0		☑	☑	☑			Defekte hintere Reihe Klötze
25	Keine Reihe gewählt	Bool	40.0	false	☑	☑	☑	☐		Wenn nur die Seite wichtig

Abbildung 12.8 LS Gruppen Adresse Input

einem **Funktionsbaustein** gearbeitet, der **multiinstanzfähig** ist. Ein typisches Merkmal solcher Bausteine sind die nummerierten Adressen oder Operanden, die es ermöglichen, mehrere Instanzen desselben Funktionsbausteins zu nutzen. Dies verbessert die Effizienz und Übersichtlichkeit des Programms, da mehrere Sensoren und Aktoren als Gruppen organisiert und angesteuert werden können, ohne jede Komponente einzeln programmieren zu müssen. Wir werden sehen das es In diesem Funktiionsbaustein keine Sensoren eingänge prüft sondern nur Adressen. Also müssen wir um den Programm

anzupassen auch neue Adressen hinzufügen das wir Chep Paletten Klötze speziell prüfen können.

12.6.2 Programmieren im Funktionsbaustein

Zunächst ist es entscheidend, die einzelnen Netzwerke sorgfältig zu analysieren und sich ein klares Bild über den Ablauf des Prüfprozesses zu machen. Durch das Verständnis des praktischen Ablaufs kann man die logischen Schritte der Programmierung besser nachvollziehen. Nachdem die entsprechenden Adressen korrekt zugewiesen wurden, kann mit der Implementierung des Programms begonnen werden. Eine fundierte Vorbereitung ist essenziell, um den Programmablauf systematisch zu gestalten und eine reibungslose Funktionsweise sicherzustellen.

12.6.3 Netzwerk 1

UND-Verknüpfung (&):

Hier wird ein Merker gestzt für Chep_Palette:

Mx_Farbsensor geschaltet (%M23.1): Dieser Merker signalisiert, dass der Farbsensor eine Palette erkannt hat, die der Farbe einer Chep-Palette entspricht (in der Regel blau).

Ix_Trigger (%I92.1): Dieser Eingang ist ein physischer Sensor, der das Startsignal für den Erkennungsprozess gibt. Sobald der Trigger aktiviert wird, startet der Erkennungsprozess.

Nach der Prüfung wird dieser wieder zurück gesetzt mit Pruef_END

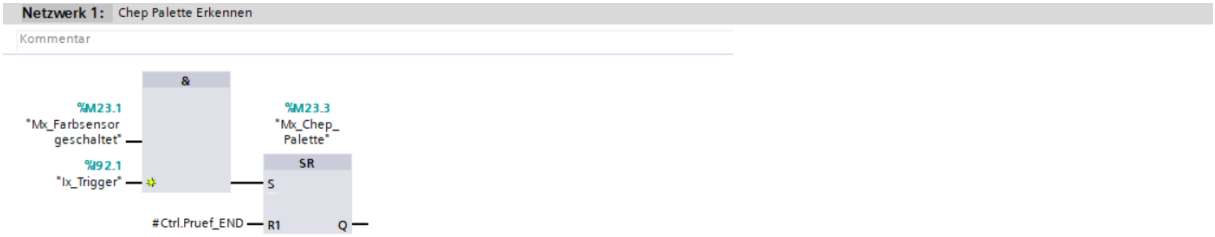


Abbildung 12.9 Netzwerk 1

12.6.4 Netzwerk Untersuchen welche Klotzreihe Teil 1 VORN

In diesem Netzwerk wird die Prüfsequenz festgelegt. Hier besteht die Möglichkeit, Adressen zuzuweisen, um eine parallele Prüfung durchzuführen, die sich ausschließlich auf den mittleren Bereich der Palette konzentriert. Diese Prüfung zielt darauf ab, die mittleren Klötze der Palette zu überprüfen. Durch diese Struktur können unterschiedliche Prüfungen parallel ablaufen, was die Flexibilität und Präzision der Palettenprüfung deutlich erhöht.

Das ist das momentane Programm zur Prüfung der ersten Klotz Reihe Vorne

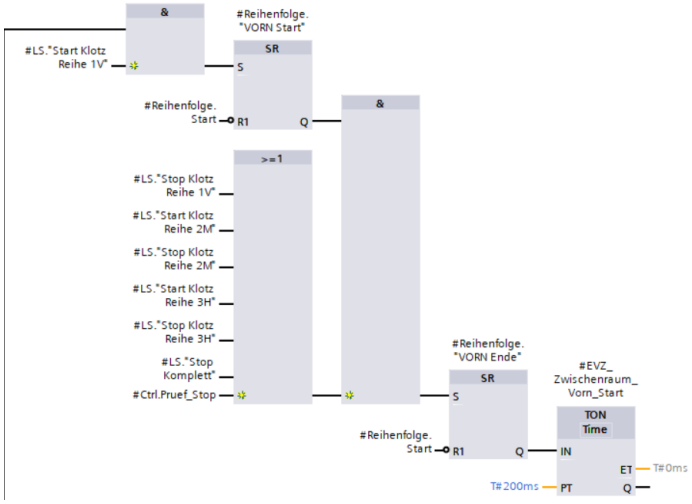


Abbildung 12.10 Klotzreihe VORN Eurpalette

Die Funktion zur **Reihenfolgensteuerung** wurde für die Prüfung der vorderen, mittleren und hinteren Klotzreihen der Chep-Palette kopiert. Die Logik hinter den Anweisungen ist einfach und strukturiert:

- Die **Reihenfolge** beginnt, sobald das Signal **LS Start Klotz Reihe 1 Vorne** aktiviert wird. In diesem Moment wird der **Merker "Reihenfolge_VORN Start_Chep"** gesetzt, was signalisiert, dass die Prüfung der vorderen Klotzreihe der Chep-Palette gestartet wurde.
- Sobald dieser Merker gesetzt ist, wird die Prüfung der vorderen Reihe abgeschlossen, wenn das entsprechende **LS Chep Stop**-Signal der Reihe 1V (Vorne) oder 2M (Mitte) ausgelöst wird, je nachdem welche Position in der Reihenfolge aktiv ist.
- Dieser Ablauf wiederholt sich für die mittlere und hintere Klotzreihe, wobei die Logik identisch bleibt: Für jede Klotzreihe wird bei Aktivierung des Startsignals der jeweilige Merker gesetzt, und die Prüfung endet, sobald das entsprechende Stop-Signal ausgelöst wird.

Zusätzlich wird der gesamte Prüfprozess bei Aktivierung des **Ctrl.Pruef_Stop**-Signals vollständig beendet. Dadurch wird sichergestellt, dass der Prüfablauf nur dann fortgeführt wird, wenn die entsprechenden Bedingungen erfüllt sind.

Durch die klare Struktur der Set-/Reset-Merker wird eine saubere und übersichtliche Steuerung des Prüfprozesses gewährleistet, bei der jede Klotzreihe einzeln überprüft wird. Die logische Abfolge sorgt dafür, dass die Prüfungen in der korrekten Reihenfolge durchgeführt und bei Erfüllung der Stopp-Bedingungen korrekt abgeschlossen werden.

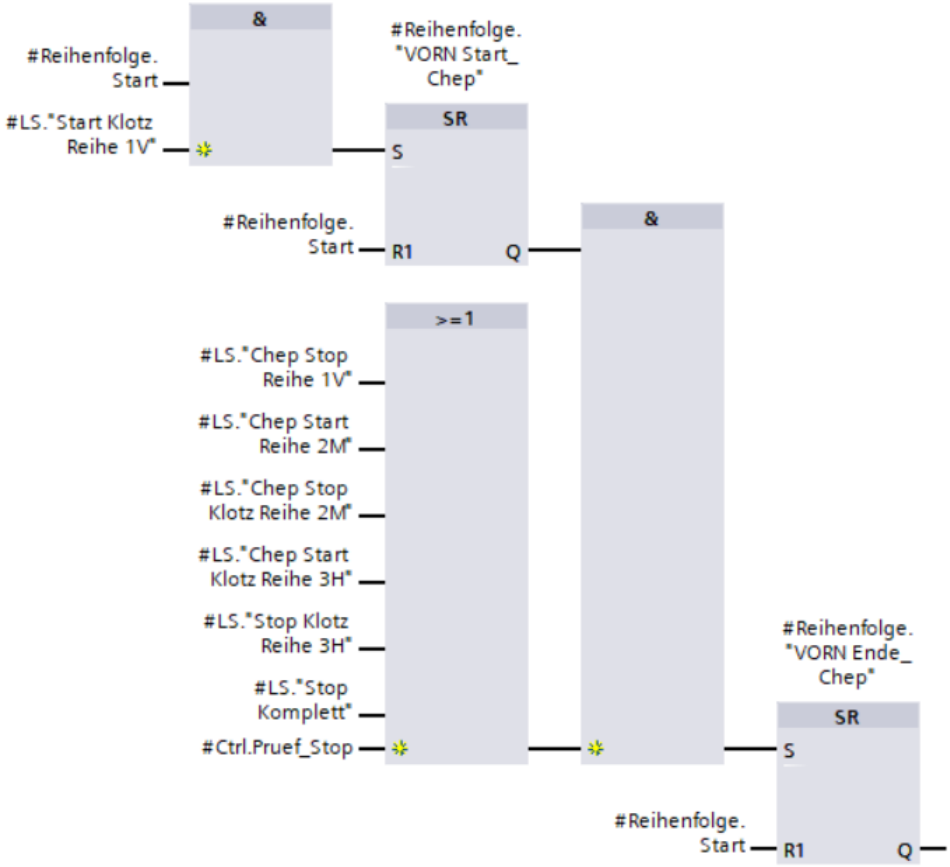


Abbildung 12.11 Klotzreihe VORN Chep Palette

12.6.5 Netzwerk 11 Aktive Reihe ermitteln

Netzwerk 11: Aktive Reihe ermitteln

Kommentar

```
A     #Reihenfolge."VORN Start"
A     #Reihenfolge."VORN Ende_Chep"
A     #Reihenfolge."MITTE Start_Chep"
A     #Reihenfolge."MITTE Ende_Chep"
A     #Reihenfolge."HINTEN Start_Chep"
AN    #Reihenfolge."Hinten Ende"
=     #Pruefung.Klotz_Hinten_aktiv_Chep

A     #Reihenfolge."VORN Start"
A     #Reihenfolge."VORN Ende_Chep"
A     #Reihenfolge."MITTE Start_Chep"
AN    #Reihenfolge."MITTE Ende_Chep"
AN    #Reihenfolge."HINTEN Start_Chep"
AN    #Reihenfolge."Hinten Ende"
=     #Pruefung.Klotz_Mitte_aktiv_Chep

A     #Reihenfolge."VORN Start"
AN    #Reihenfolge."VORN Ende_Chep"
AN    #Reihenfolge."MITTE Start_Chep"
AN    #Reihenfolge."MITTE Ende_Chep"
AN    #Reihenfolge."HINTEN Start_Chep"
AN    #Reihenfolge."Hinten Ende"
=     #Pruefung.Klotz_Vorn_aktiv_Chep
```

Abbildung 12.12 12.6.5 Netzwerk 11 Aktive Reihe ermitteln

In diesem Netzwerk wird die Prüfung der **Chep-Paletten-Klötze** mithilfe von **SCL (Structured Control Language)** und **statischen Operanden** gesteuert. Der Fokus liegt auf der Prüfung der vorderen, mittleren und hinteren Klotzreihen.

12.6.1 Zentrale Funktion:

Für jede Klotzreihe (Vorne, Mitte, Hinten) wird der Prüfstatus durch die Zuweisung von **statischen Operanden** überwacht. Diese Operanden speichern den Zustand der Prüfungen über den gesamten Prozess hinweg, wodurch sichergestellt wird, dass der Status auch nach mehreren Zyklen nicht verloren geht.

Die Prüfung beginnt, sobald ein Startsignal (z.B. **Reihenfolge.VORN Start_Chep**) empfangen wird, und endet, wenn das entsprechende Endsignal (z.B. **Reihenfolge.VORN Ende_Chep**) ausgelöst wird. Dabei wird der **statische Operand** für die jeweilige Klotzreihe aktiviert, sobald beide Bedingungen erfüllt sind.

Durch diese strukturierte Vorgehensweise wird die **Chep-Klotz-Prüfung** effizient verwaltet. Die statischen Operanden gewährleisten, dass der Zustand der Prüfungen eindeutig erhalten bleibt, was für eine zuverlässige Erkennung und Verarbeitung der Chep-Paletten entscheidend ist.

12.6.2 Netzwerk 14

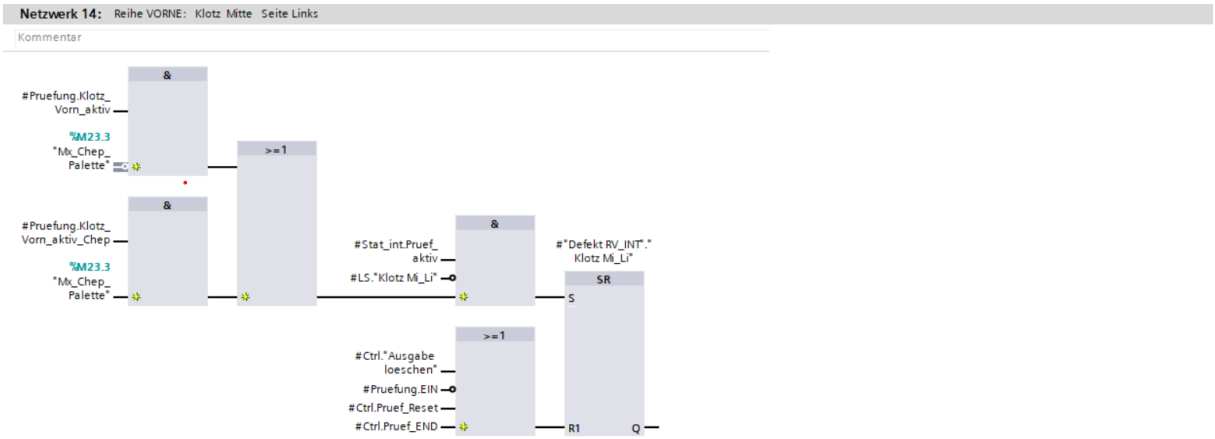


Abbildung 12.13 Netzwerk 11 Aktive Reihe ermitteln

Für die Prüfung der Klötze habe ich zwei wesentliche Operanden hinzugefügt: Mx_Chep_Palette und Pruefung_Klotz. Durch die Verknüpfung dieser beiden Operanden mit einer UND-/ODER-Bedingung unterscheidet die Anlage nun zuverlässig zwischen normalen und Chep-Paletten bei der Klotz-Prüfung der vorderen mittleren Klötze links.

Durch diese Logik kann der erste Klotz nun variabel je nach Palettenart (Chep oder Euro) geprüft werden. Dieses Verfahren wende ich auch für die Prüfung der Klötze in der mittleren und hinteren Reihe (links und rechts) an. Der Erfolg dieser Methode hat eine klare und saubere Unterscheidung zwischen den Palettentypen ermöglicht und gewährleistet eine präzise Prüfung jeder Klotzreihe.

13 Optimierung der Anlage

Im Verlauf der Diplomarbeit wurde die Palettenprüfanlage umfassend optimiert. Die Anlage unterscheidet nun zuverlässig zwischen **Chep-Paletten** und **Euro-Paletten**, und die entsprechenden Zählvorgänge werden präzise erfasst. Die Sensoren zur Klotzerkennung wurden mithilfe eines **SPS Analyzers** präzise eingestellt, um optimale Ergebnisse zu gewährleisten. Zudem wurden Schulungen zur Bedienung der Anlage durchgeführt, um die Effizienz und Handhabung weiter zu verbessern. Die **Chep-Paletten** werden nun ordnungsgemäß geprüft, wodurch die Fehlerquote bei der Erkennung erheblich reduziert wurde.

13.1 Einstellen der Sensoren

Als Vorlage für die Einstellungen dient die Europalette.

Die Palette wird einfach auf den Rollenförderer gelegt, wobei die Markierungen mit einem Filzstift zur exakten Positionierung der Sensoren beachtet werden müssen. Wichtig ist, dass die Sensoren für Start und Stopp der Klotzprüfung immer präzise auf die entsprechenden Brettpositionen ausgerichtet sind. Diese Positionen werden sorgfältig geprüft und müssen so genau wie möglich eingestellt werden, um eine optimale Funktion der Palettenprüfanlage zu gewährleisten. Um verlässliche Ergebnisse zu erzielen, sollten diese Einstellungen über einen längeren Zeitraum getestet werden, da andernfalls verfälschte Resultate entstehen können.

Abbildung 13.1 Sensoren Einstellen

13.2 Schlusswort

Im Verlauf meiner Diplomarbeit konnte ich die Palettenprüfanlage erfolgreich optimieren und den Anforderungen der Unterscheidung zwischen Chep- und Europaletten gerecht werden. Durch gezielte Anpassungen der Sensoren und der Programmierung im TIA Portal wurde die Erkennung der Chep-Paletten, insbesondere im Bereich der Klotz-Prüfung, signifikant verbessert. Die Herausforderung bestand darin, die vorhandene Anlage zu analysieren, anzupassen und dabei sicherzustellen, dass der Prüfprozess zuverlässig und effizient bleibt.

Besonderer Fokus lag auf der präzisen Einstellung der Sensoren mithilfe des SPS-Analyzers sowie der Implementierung von Multiinstanzen, um die Klotz-Prüfung parallel für verschiedene Palettenarten durchzuführen. Diese Verbesserungen haben nicht nur die Genauigkeit der Prüfungen erhöht, sondern auch die Bedienbarkeit der Anlage für die Mitarbeiter optimiert.

Die erarbeiteten Lösungen haben sich in der Praxis als erfolgreich erwiesen, und durch die neu entwickelten Schulungskonzepte konnte die Inbetriebnahme und Nutzung der Anlage nachhaltig verbessert werden. Ich bin zuversichtlich, dass die vorgenommenen Anpassungen zu einer langfristigen Effizienzsteigerung der Anlage beitragen und die Qualität der Palettenprüfung auf einem hohen Niveau sichern werden.

13.3 Erreichte Ziele

Korrekte Unterscheidung zwischen Chep- und Euro-Paletten:
Das Hauptziel, die zuverlässige Erkennung und Unterscheidung von Chep- und Euro-Paletten sicherzustellen, wurde erfolgreich erreicht. Durch die Anpassung der Sensoren und die Implementierung einer strukturierten Programmierung kann die Palettenprüfanlage nun zuverlässig zwischen den beiden Palettentypen unterscheiden.

Optimierte Klotzprüfung:
Die Klotzprüfung wurde durch den Einsatz neuer Sensoren und die präzise Kalibrierung erheblich verbessert. Insbesondere die mittlere Klotzreihe der Chep-Paletten wird nun korrekt erkannt und verarbeitet.

Effiziente Integration von Multiinstanzen:
Die Multiinstanzen-Programmierung im TIA Portal hat die parallele Verarbeitung mehrerer Prüfprozesse ermöglicht. Dies hat die Übersichtlichkeit des Programms und die Effizienz der Anlage deutlich gesteigert.

Schulung und Bedienungsoptimierung:
Durch die Schulungen zur Bedienung der Anlage wurde die Benutzerfreundlichkeit deutlich verbessert. Die Mitarbeiter können die Anlage jetzt effizienter und sicherer bedienen.

13.4 Nicht erreichte Ziele

Laufbrett-Prüfung:
Die geplante **Prüfung des Laufbretts** konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht vollständig implementiert werden. Diese Prüfung wäre ein weiterer wichtiger Bestandteil zur vollständigen Kontrolle der Paletten gewesen, konnte jedoch aus zeitlichen und technischen Gründen nicht realisiert werden.

Zusatzziel – Integration eines Scanners:
Das Zusatzziel, einen **Scanner** in die Anlage zu integrieren, um eine erweiterte Palettenidentifikation durchzuführen, wurde ebenfalls nicht erreicht. Die Integration scheiterte an der fehlenden Schnittstellenanpassung und der noch notwendigen Programmierung.

Trotz der nicht erreichten Ziele ist die Optimierung der Palettenprüfanlage insgesamt als Erfolg zu bewerten, da die wesentlichen Prüfprozesse erheblich verbessert wurden.

13.5 Fazit

Die letzten drei Jahre an der Technikerschule waren für mich eine intensive und lehrreiche Zeit, in der ich zahlreiche Fähigkeiten und Kenntnisse erworben habe, die für meine berufliche Zukunft entscheidend sind. Besonders im zweiten Jahr habe ich durch zwei Projekte wertvolle Erfahrungen gesammelt. Das erste Projekt gab mir tiefere Einblicke in die **Planung eines Projekts**, was mir dabei geholfen hat, systematisch und strukturiert zu arbeiten. Das zweite Projekt vertiefte mein Wissen im Bereich der **Elektronik**, was mir ein solides Fundament für die weiterführenden Arbeiten gab.

Im dritten Jahr erweiterte ich mein technisches Wissen, indem ich im ersten Semester die Programmiersprachen **C++, HTML und JavaScript** erlernte. Diese Kenntnisse haben mir gezeigt, wie wichtig es ist, sich in verschiedenen Programmiersprachen auszukennen, um flexibel und vielseitig in der Praxis arbeiten zu können. Im zweiten Semester beschäftigte ich mich intensiv mit **Robotik**, was meine Fähigkeiten in der Automatisierungstechnik und Prozesssteuerung weiter gestärkt hat.

Den Höhepunkt meiner Ausbildung bildet jedoch das aktuelle Diplomprojekt, in dem ich mich auf die **Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)** spezialisiert habe. Dieses Projekt hat mir nicht nur geholfen, mein theoretisches Wissen praktisch anzuwenden, sondern auch meine Fähigkeiten in der Fehleranalyse, der Sensorintegration und der Optimierung komplexer Prozesse weiterzuentwickeln. Die Arbeit an der Palettenprüfanlage hat mir gezeigt, wie wichtig es ist, präzise zu planen, sorgfältig zu implementieren und fortlaufend zu optimieren, um nachhaltige und effiziente Lösungen zu entwickeln.

Durch die Kombination all dieser Erfahrungen bin ich zuversichtlich, dass ich bestens vorbereitet bin, um zukünftige Herausforderungen in der Automatisierung und Steuerungstechnik erfolgreich zu meistern.

14 Quellenverzeichnis

Siemens AG. SIMATIC S7-1500 Automatisierungssystem, Systemhandbuch, Siemens Industry, 2022.

Verfügbar unter: https://support.industry.siemens.com

TIA Portal V16 Dokumentation, Siemens AG, 2020.

Verfügbar unter: https://support.industry.siemens.com

CHEP Deutschland GmbH. Chep Paletten – Standardspezifikationen, 2022.

Verfügbar unter: https://www.chep.com/de/de

European Pallet Association e.V. (EPAL). EPAL Europaletten – Qualitätsstandards, 2021.

Verfügbar unter: https://www.epal-pallets.org

Siemens TIA Portal Tutorial, Siemens YouTube-Kanal, 2022.

Verfügbar unter: https://www.youtube.com/user/Siemens