Steuerung und Vernetzung von Anlagen und Management Systemen

Studienarbeit

Modul T3200

des Studiengangs Elektrotechnik Automation

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg

von

Zeller Dominic
Straub Luca

Abgabetermin
17.07.2023

Bearbeitungszeitraum:	April.2023 – Juli.2023
Matrikelnummer, Kurs:	7082754, TEA20 8710292, TEA20
Gutachter der Dualen Hochschule:	Prof. Dr. Thorsten Kever

Erklärung

Gemäß der Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorarbeit im Studienbereich der Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Studienarbeit mit dem Thema:

Steuerung und Vernetzung von Anlagen und Management Systemen

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

Friedrichshafen, den 14.07.2023

Zeller Dominic



Straub Luca



Sperrvermerk

Gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017:

„Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anderslautende Genehmigung vom Dualen Partner vorliegt."

Friedrichshafen, den 14.07.2023

Zeller Dominic



Straub Luca



Kurzfassung

In dieser Studienarbeit wird der zweite Teil einer Gesamtleistung beschrieben, die während der fünften und sechsten Theoriephase erbracht wurde. Es werden die Methoden und Vorgehensweisen zur Steuerung und Vernetzung der Zukunftsfabrik Fallenbrunnen erläutert. Zu Beginn der Arbeit wird in einem Motivationsschreiben die Bedeutung der Gruppenleistung für die Gesamtanlage erklärt. Dabei wird auch auf den aktuellen Stand nach Abschluss der ersten Arbeitsphase eingegangen und die neuen Ziele definiert. Anschließend wird eine grundlegende Beschreibung der Zukunftsfabrik Fallenbrunnen gegeben, um den Ablauf und die einzelnen Stationen zu veranschaulichen. Danach wird genauer auf die Einbindung der Stationen in die Steuerung und den Aufbau des Netzwerks eingegangen und mögliche Probleme werden identifiziert. Des Weiteren wird die Umsetzung der Steuerung des Produktionsnetzwerks mithilfe eines HMI-Panels beschrieben und die Visualisierung eines Aspekts davon wird erläutert. Anschließend werden die einzelnen Elemente des Steuerungsprogramms kurz und präzise erklärt. Zum Abschluss wird der zweite Teil der Studienarbeit bis zum Produktionsstart hinsichtlich der Zielerreichung reflektiert. Außerdem wird ein Ausblick gegeben, der das Potenzial der Zukunftsfabrik für weitere Ideen und die noch bestehenden Probleme beschreibt.

Abstract

This study paper describes the second half of an overall performance for the period of the fifth and sixth theory phase. It contains the procedure and methods for controlling and networking the „Zukunftsfabrik Fallenbrunnen“. At the beginning of the thesis, a motivation letter justifies the relevance of the group performance for the overall project. In addition, the initial situation according to the status of the first work phase is briefly reviewed and the new aim is defined. In the following, a basic description of the „Zukunftsfabrik Fallenbrunnen“ will provide clarification of the process and an overview of the individual stations. Afterwards, a closer look at the integration of the individual stations into the control system and the network structure will be discussed in detail and, if necessary, various problems with it will be pointed out. In addition, the realisation of the control of the production network by means of an HMI panel and the presentation of a visualisation will be described. Subsequently, the individual programme elements of the control system are explained briefly and concisely. Finally, the second part of the student research project up to the start of production is reflected on with regard to the achievement of aims. In addition, the potential of the future factory for further ideas and still acute problems is described in an outlook.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung II
Sperrvermerk III
Kurzfassung IV
Abstract V
Inhaltsverzeichnis VI
Abkürzungsverzeichnis VII
Abbildungsverzeichnis VIII
Tabellenverzeichnis VIII
1 Einleitung 1
1.1 Motivation 1
1.2 Ausgangssituation und Zielsetzung 2
2 Zukunftsfabrik Fallenbrunnen 3
3 Software 5
3.1 Vernetzung der Geräte 5
3.2 Kommunikation zwischen den Geräten 6
3.3 Visualisierung HMI 9
3.4 SPS-Programm 13
Diskussion und Ausblick 31
Literatur IX

Abkürzungsverzeichnis

DB ..... Datenbaustein
DInt ..... Double Integer
EoL ..... End of Line
FB ..... Funktionsbaustein
FC ..... Funktion
FUP ..... Funktionsplan
HMI ..... Human Machine Interface
IP ..... Internet Protocol
IWT ..... Institut für Weiterbildung, Wissens- und Technologietransfe
LInt ..... Long Integer
OB ..... Objektbaustein
PLC ..... Speicherprogrammierbare Stueuerung
QR-Code ..... Quick Response Code
SOP ..... Start of Product
SPS ..... Speicherprogrammierbare Steuerung
UInt ..... Unsigned Integer
USInt ..... Unsigned short Integer
ZDP ..... Zentrum für Digitalisierung in Produktion und Produktentwicklung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesamtübersicht der Zukunftsfabrik 3
Abbildung 2: Netzansicht des Produktionsnetzwerk 6
Abbildung 3: HMI-Variablen 9
Abbildung 4: Startbildschirm 9
Abbildung 5: Aufbau Button "Variante" 12
Abbildung 6: Varianten auswählen 12
Abbildung 7: Projektnavigation / PLC-Datentypen 14
Abbildung 8: PLC-Datentyp: Teiledaten 14
Abbildung 9: Datenbaustein Pseudodatenbank 15
Abbildung 10: Datenbaustein Fertigungsdaten 16
Abbildung 11: Netzwerke QR_Code Überwachung 17
Abbildung 12: Alternative Lösung zur Datenspeicherung 18
Abbildung 13: Netzwerke Index Eintrag 18
Abbildung 14: Netzwerke Seriennummer 19
Abbildung 15: Netzwerke Auftragsnummer 19
Abbildung 16: Netzwerk Daten abspeichern in Datenbank 20
Abbildung 17: Netzwerke Stopper 22
Abbildung 18: Netzwerk Variante auswählen 23
Abbildung 19: Datenbaustein EoL Station 25
Abbildung 20: Flussdiagramm Gesamtanlage 26
Abbildung 21: Netzwerke Trigger Signal EoL 27
Abbildung 22: Netzwerk Schrittkette EoL Station 28
Abbildung 23: Netzwerk Schritt 0 EoL Station 28
Abbildung 24: Netzwerk Schritt 1 EoL Station 29
Abbildung 25: Netzwerk Schritt 2 EoL Station 30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: IP-Adressen Geräte 5
Tabelle 2: Signalaustausch 6
Tabelle 3: Code für die Varianten 8

1 Einleitung

1.1 Motivation

In einer Zeit, in der wir uns zunehmend in einer globalisierten und digitalisierten Welt befinden, erlangt die effiziente und koordinierte Steuerung von Produktionsprozessen eine immense Bedeutung. Ein gut vernetztes Produktionsnetzwerk ermöglicht es Unternehmen, ihre Ressourcen optimal einzusetzen, Prozesse zu optimieren und auf Veränderungen in Echtzeit zu reagieren. Durch die Integration von Informationstechnologie und die Anwendung von intelligenten Steuerungssystemen können Produktionsabläufe nahtlos koordiniert werden. Dies führt zu einer Reduzierung von Fehlern, einer höheren Produktivität und einer verbesserten Qualität der hergestellten Produkte.

Darüber hinaus ermöglicht die Vernetzung eines Produktionsnetzwerks eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren innerhalb des Netzwerks. Durch den Austausch von Daten und Informationen können die einzelnen Stationen eng miteinander verbunden sein. Dies fördert eine transparente Kommunikation, und eine hohe Flexibilität bei der Anpassung an sich ändernde Anforderungen und für zukünftige Erweiterungen.

In Anbetracht all dieser Aspekte sind wir fest davon überzeugt, dass die Steuerung und Vernetzung des Produktionsnetzwerks eine entscheidende Rolle spielt, um die Zukunftsfabrik Fallenbrunnen zukunftsfähig zu machen.

Während der ersten Phase dieser Studienarbeit wurde viel Arbeit in die Recherche und Planung der Umsetzung investiert. Nach der Auswahl des Bussystems, dem entwickeln einer Steuerungsarchitektur und der ersten Einbindung von Komponenten an die Steuerung mittels Profinet Verbindung, geht es nun in der zweiten Phase der Arbeit ins Detail der Steuerung und Vernetzung. Hierzu ist eine koordinierte Zusammenarbeit und exakte Abstimmung mit den einzelnen Gruppen der verschiedenen Stationen essenziell. Neben der Einbindung aller Komponenten an die Steuerung, bietet auch das Programmieren des SPS-Programms, sowie das Erstellen einer Visualisierung für das HMI-Panel eine abwechslungsreiche Aufgabe.

1.2 Ausgangssituation und Zielsetzung

Während der ersten Arbeitsphase der Studienarbeit wurden die geplanten Ziele erfolgreich umgesetzt und somit die Ausgangssituation für Phase zwei definiert. Zusammengefasst wurden folgende Punkte durchgeführt:

- Recherche und Auswahl des Bussystems (Profinet)
- Festlegung der Schnittstellen zu den einzelnen Stationen
- Kommunikationsversuche zwischen Teilnehmer und Steuerung

Die zweite Arbeitsphase visiert den „Start of Production“ (SOP) im Juni 2023 an und enthält zunächst folgende Ziele:

- Einbindung aller Komponenten an die Steuerung
- Auswählen und Bestellen der restlichen Hardware (Profinet-Kabel)
- Montage des HMI-Panels
- Visualisierung am HMI-Panel mit grundlegenden Funktionen zur Steuerung
- Erstellen der Ablaufsteuerung mit der Gruppe des Transfersystems durch Verwendung der einzelnen Freigabesignale jeder Station

Des Weiteren haben sich im Laufe der Studienarbeit noch weitere Aufgaben ergeben, welche von der Gruppe Steuerung und Vernetzung übernommen werden sollten. Diese beinhalten unter anderem die Entwicklung einer provisorischen Pseudodatenbank mit folgenden Inhalten

- Seriennummer
- Auftragsnummer
- Variante

Außerdem wird von der End of Line (EoL) Station, sowie auch von der BinPicking Station Unterstützung in Bezug auf die SPS-Programmierung angefragt.

2 Zukunftsfabrik Fallenbrunnen

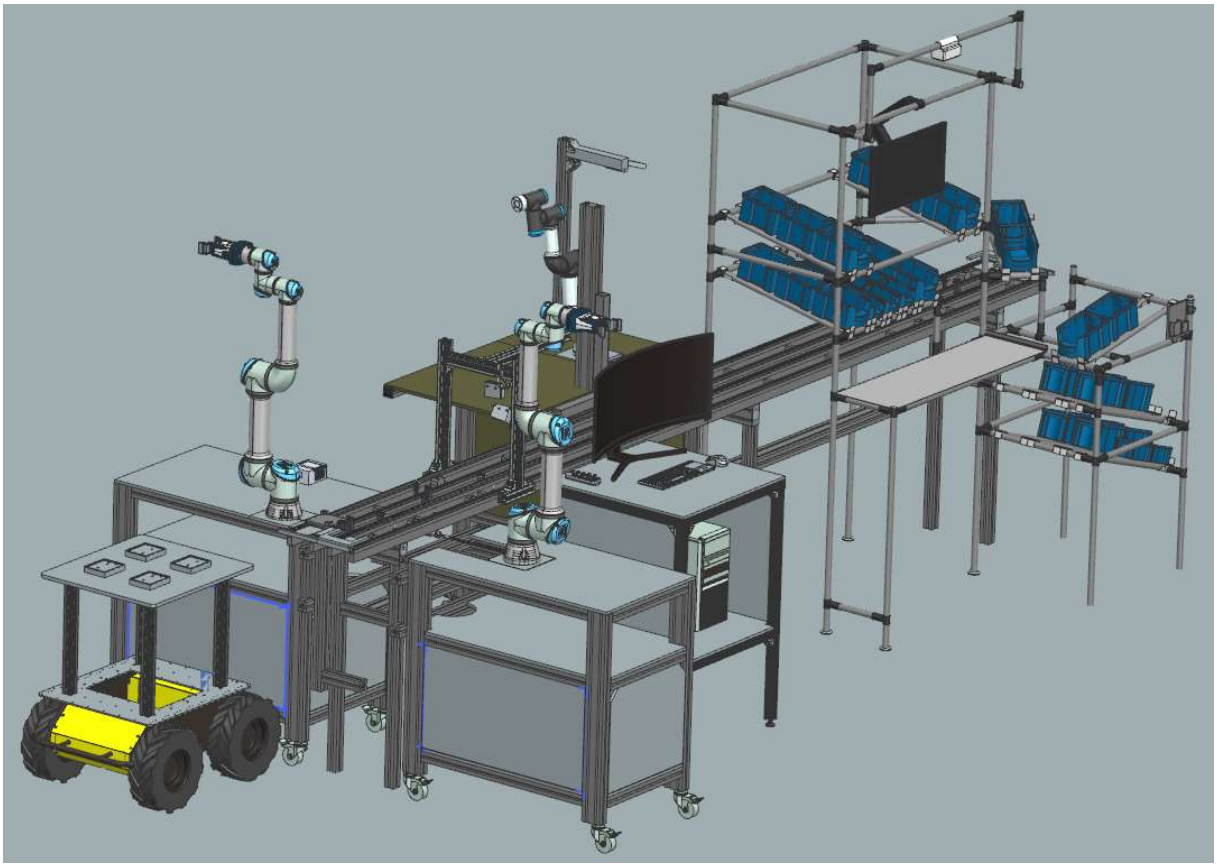


Abbildung 1: Gesamtübersicht der Zukunftsfabrik

Die Abbildung 1 oben zeigt die Gesamtansicht der Zukunftsfabrik Bodensee. So ist der erste Schritt im Arbeitsablauf der Transport der verschiedenen Komponenten. Dies ist mit dem gelben Fahrzeug zu sehen. Dieses Fahrzeug hat ein Magazin auf dem Tisch, in dem die Grundplatte der zu montierenden Bauteile gelagert und transportiert wird. Sobald das Fahrzeug an der ersten Station angekommen ist und die entsprechenden Sensoren ausgelöst haben, dass sich das Fahrzeug dort befindet, kann der Prozess beginnen.

Der erste Schritt der Montage besteht also darin, dass der Roboter die Bauteile aus dem Fahrzeug entnimmt und in seinem eigenen Magazin ablegt. Sobald eine Variante ausgewählt und der Prozess gestartet ist, beginnt der Roboter mit der Platzierung der Bauteile. Diese werden auf dem permanent laufenden Förderband abgelegt. Anschließend wird das Bauteil durch einen Stopper am QR-Code-Scanner gehalten. Während dieses Schrittes wird der QR-Code auf dem Bauteil gescannt. Anhand dieses QR-Codes wird verfolgt, welches und wie viele Bauteile sich in dem Magazin befinden. Außerdem wird dieser QR-Code verwendet, um eine neue Auftragsnummer und

Seriennummer in der Pseudo-Datenbank anzulegen. Sobald dieser Schritt abgeschlossen ist, kann ein Signal an die SPS gesendet werden. Der Stopper fährt dann nach unten und das Bauteil wandert zur nächsten Station.

Im nächsten Schritt wird das Bauteil durch einen Stopper am Bin-Picking-System angehalten. Hier werden die zu platzierenden Bolzen aus einer Box entnommen. Die Position und Anzahl der Bolzen entnimmt das System der gewählten Variante. Sobald der Bolzen aus der Box entnommen ist, kann er auf dem Werkstück platziert werden. Wenn die richtige Position und Anzahl erreicht ist, sendet auch diese Station ein Signal an die SPS, damit sich der Stopper nach unten bewegt und das Bauteil zur nächsten Station fährt. Bevor das Bauteil jedoch die nächste Station erreicht, wird es über eine Umlenkung auf das nächste Förderband übergeben. Auf diesem Förderband fährt das Bauteil weiter, bis der nächste Stopper an der Handarbeitsstation eintrifft.

Am Handarbeitsplatz wird das Bauteil vom Förderband entnommen und von einem Werker entsprechend der Variante montiert. Der Montageplatz wird von einem Kamerasystem gefilmt und die benötigten Bauteile werden auf dem Bildschirm angezeigt. Sobald das Bauteil fertig montiert ist, kann es wieder auf das Förderband gelegt werden. Mit Hilfe eines Tasters wird der SPS signalisiert, dass diese Station beendet ist. Der Stopper kann dann abgesenkt und das Bauteil zur nächsten Station transportiert werden.

Die nächste Station dient der Qualitätskontrolle der montierten Bauteile. In dieser Station ist ein Kamerasystem integriert, das die Kontur der Bauteile abscannt und anhand der Variante entscheidet, ob das Bauteil in Ordnung oder ein Ausschuss ist. Sobald der Scan beendet ist, sendet das Kamerasystem mit Hilfe eines Masters das Signal über den Zustand des Bauteils und das Ende der Station an die SPS. Der Stopper kann dann wieder herunterfahren und das Bauteil zur letzten bzw. ersten Station transportieren.

Der letzte Schritt der Zukunftsfabrik Bodensee besteht in der Entnahme des fertigen Produkts. Dies geschieht mit Hilfe des Roboters, der von Station 1 eingesetzt wird. Dieser Roboter erhält das Signal, ob das Bauteil in Ordnung ist oder nicht, und je nach dem wird das Bauteil entweder mit den Gutteilen oder den Schlechtteilen eingelagert. Sobald die Bauteile vom Förderband sind, kann eine neue Variante ausgewählt werden und die Montage beginnt mit der neuen Variante von vorne.

3 Software

3.1 Vernetzung der Geräte

Bei der Vernetzung des gesamten Systems spielt die Frage der IP-Adressen eine sehr wichtige Rolle. Es ist wichtig, dass sich die verschiedenen Geräte, die angeschlossen werden müssen, im gleichen Netzwerkbereich befinden. Es muss sichergestellt werden, dass die IP-Adressen nicht doppelt vergeben werden. Deshalb wurde zu Beginn der Studienarbeit eine Tabelle mit den benötigten Geräten erstellt. Außerdem musste für jedes Gerät eine passende IP-Adresse gefunden werden. Die verwendeten IP-Adressen sind daher in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Gerätename:	**IP-Adresse**
PLC_1: CPU 1516-3	X1: 192.168.0.1 X2: 192.168.1.1
HMI_1: MTP1500 Unified	192.168.1.2
IO-Link Master: AL1102	192.168.0.9
Universal Robots: URIODev1	192.168.0.10
IFM QR-Scanner: qrscanner004	192.168.0.11
Mikado Rechner	192.168.0.20
VSE150	192.168.0.72

Tabelle 1: IP-Adressen Geräte

Das Verfahren zur Vernetzung der verschiedenen Geräte wird in kleinen Schritten durchgeführt. So wird zunächst die Verbindung zwischen der SPS und dem HMI hergestellt. Hinter dieser Verbindung verbirgt sich anfangs eine Menge Fehler. Es konnte keine Verbindung zwischen den Geräten hergestellt werden. Auch auf die Steuerung kann nicht zugegriffen werden. Der Grund für diese beiden Fehler ist die veraltete Firmware auf den Komponenten. Das bedeutet, dass der erste Schritt darin besteht, die Firmware zu aktualisieren. Um die Firmware der Geräte aktualisieren zu können, wird die neueste Version benötigt. Diese kann im Siemens-Portal heruntergeladen werden. Sobald diese heruntergeladen ist, kann sie auf die SPS und das HMI gezogen werden. Bei diesem Schritt sollte darauf geachtet werden, dass die Einstellungen der verschiedenen Komponenten übereinstimmen. Sobald die Firmware der beiden Komponenten auf dem neuesten Stand ist, kann die Verbindung hergestellt werden. Das Besondere an den anderen Verbindungen ist, dass es sich um eine HMI-

Verbindung handelt. Die andere Verbindung ist eine normale Profinet-Verbindung. Sobald die Verbindung stabil ist, kann sich um die anderen Geräte gekümmert werden. Der Verbindungsaufbau für diese war insofern identisch, als dass die vordefinierte IP-Adresse eingegeben wird und dann die Verbindung in der Netzwerkansicht hergestellt wird (Abbildung 2). [1]

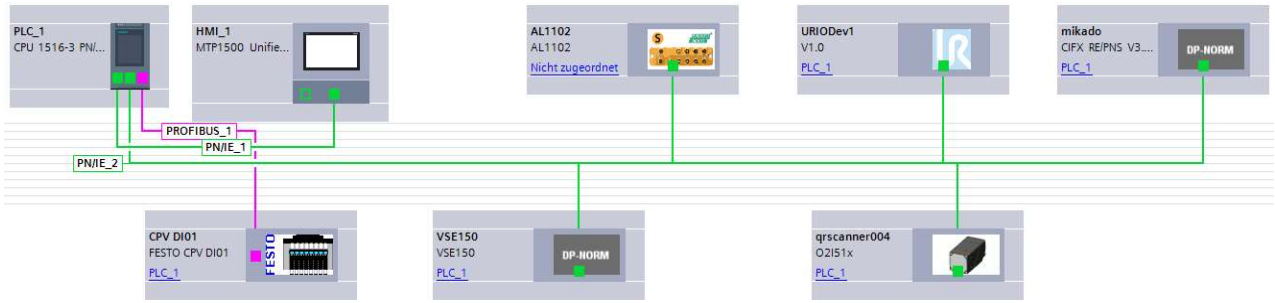


Abbildung 2: Netzansicht des Produktionsnetzwerk

Bei dieser Version befinden sich alle Geräte im gleichen Netzwerkbereich. Aber dieser Ansatz verbirgt einige Fehler. Das Problem besteht darin, dass, wenn die Verbindung zur HMI hergestellt ist, keine Verbindung zum Roboter hergestellt werden kann. Daher muss eine Lösung für dieses Problem gefunden werden. Die vorgeschlagene Lösung besteht darin, die beiden getrennten Netzwerkbereiche der SPS zu nutzen. Diese hat zwei Ports, einen im 1. Netzwerkbereich und einen im 0. Netzwerkbereich. Die Lösung ist, dass die Hardwarekomponenten alle im 0. Netzbereich und das HMI mit der speziellen Verbindung sich im 1. Netzbereich befindet. Auf diese Weise können sich alle Geräte mit der Steuereinheit verbinden. [2, 3]

3.2 Kommunikation zwischen den Geräten

Station	Wird benötigt	Kommt zur SPS
03_condition-monitoring	- Variante - Seriennummer -Auftragsnummer	
04_digi-bildverarbeitung	- Prozess Ein/Aus - Bauteil vorhanden	- QR-Code Bauteil - Station fertig
05_06_bin-picking	- Variante - Bauteil vorhanden	- Station fertig
07_montagearbeitsplatz	- Bauteil vorhanden	- Station fertig
08_EoL-Testing	- Bauteil vorhanden - Variante	- Teil i.O. / n.i.O. - Station fertig

Tabelle 2: Signalaustausch

Wenn die Vernetzung zwischen den Geräten abgeschlossen ist, kann die Kommunikation zwischen den Geräten erfolgen. Hier muss darauf geachtet werden, welche Signale von der jeweiligen Station kommen und was die Station benötigt. Der erste Schritt war also, für jede Station zu dokumentieren, was benötigt wird. Dies ist in der oberen Tabelle dargestellt.

Diese Signale werden dann letztendlich zur Steuerung des gesamten Systems verwendet. Damit ist klar, welche Station was braucht und welches Signal abgegeben wird. Bei den meisten Stationen wird das Bauteilsignal über den Sensor unter dem Förderband gegeben. Sobald sich ein Bauteil am Stopper an der Station befindet, schält der Sensor und gibt das Signal mit Hilfe der SPS an die jeweilige Station weiter. Darüber hinaus muss nach jeder Station das Signal gegeben werden, dass die Station fertig ist. Bei den Stationen, bei denen die Variante benötigt wird, ist eine Verbindung zum DB_Prozessdaten_erzeugen hinterlegt. Mit diesem Modul können alle Daten für die Varianten selektiert werden. Zusätzlich hat die Gruppe 03 auch Zugriff auf den DB mit der Zustandsüberwachung, um auf die Daten für den Bildschirm und die Prozessdaten zuzugreifen.

Bei zwei Gruppen gibt es aber noch ein vorliegendes Problem, das auf eine andere Weise gelöst wird. Bei der Gruppe 05_06_Bin-Picking kann mithilfe des Mikado Rechners die Daten noch nicht aus der SPS herausgelesen werden. Die Signale seitens der SPS kommen an dem Mikado Rechner an, aber dieser kann mit diesen Daten noch nichts anfangen. Anders herum sobald der Rechner ein Signal sendet kann die SPS noch nichts mit diesem Signal anfangen. Somit muss nach einer Alternativen Lösung gesucht werden, die über eine Kabelverbindung ermöglicht wird. Das heißt es wird ein 4 Adriges Kabel benötigt über dieses das Signal gegeben werden kann. Die Realisierung bei dieser Lösung wird über zwei Ausgänge und einem Eingang seitens der SPS umgesetzt. Mit zwei Ausgänge kann die Variante angezeigt werden. Das heißt mit Hilfe eines Zahlencodes werden die Varianten (siehe nachfolgende Tabelle 3). Mit dem dritten Ausgang kommt das Signal, das ein Bauteil vorhanden ist. Der Eingang an der SPS dient für das Signal, das die Station fertig ist. [4]

Variante	Signal 1	Signal 2
Variante 1	0	0
Variante 2	1	0
Variante 3	0	1
Variante 4	1	1
Variante 5	0	0

Tabelle 3: Code für die Varianten

Beim zweiten Problem liegt noch ein aktueller Fehler im IO-Link-Master vor. Das bedeutet, dass die verschiedenen Ein- und Ausgänge noch nicht verbunden werden können. Der normale Ablauf ist, dass die Kameras die Eingänge des IO-Link-Masters belegen und diese dann über die Ausgänge weitergeben. Das gleiche Problem gibt es auch am Montageplatz. Dieser muss das Signal ebenfalls an die Eingänge des Masters weiterleiten. Dies ist aber mit dem aktuellen Master noch nicht möglich und der bestellte und richtige Master ist noch nicht rechtzeitig eingetroffen. Die Lösung des Problems ist, dass die Station bei der EoL-Prüfung noch nicht integriert ist. Sie wird erst integriert, wenn der richtige IO-Link-Master verfügbar ist. Auch bei der Montagestation wird eine Kabellösung eingesetzt. Das bedeutet, dass der Werker, sobald er die Montage beendet und das Bauteil auf das Förderband gelegt hat, einen Taster drücken muss. Dieser Taster gibt der SPS das Signal, dass die Station beendet ist und der Stopper nach unten fahren kann. Sobald der richtige Master vorhanden ist, kann er auch mit voller Funktion genutzt werden. [5]

3.3 Visualisierung HMI

Unter diesem Punkt soll eine Visualisierung für die zukünftige Fabrik erstellt werden. Diese wird benötigt, um die gesamte Anlage starten und stoppen zu können. Außerdem soll es möglich sein, die Anlage nach Betätigung eines Notschalters zu quittieren. Ein weiterer Punkt bezieht sich auf die Auswahl der verschiedenen Varianten.

Name	Datentyp	Verbindung	PLC-Name	PLC-Variable
002_Fertigungsdaten_erzeugen_DB_Auftragsnummer	DInt	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_Pseudodatenbank".Fertigungsteil[1].Auftragsnummer
002_Fertigungsdaten_erzeugen_DB_QR_Code	UInt	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_Fertigungsdaten_erzeugen_DB".QR_Code
002_Fertigungsdaten_erzeugen_DB_Variante	USInt	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_Fertigungsdaten_erzeugen_DB".Variante
002_HMI_DB_001_Quittierung_SofortStopp	Bool	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_HMI_DB".001_Quittierung_SofortStopp
002_HMI_DB_001_Start	Bool	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_HMI_DB".001_Start
002_HMI_DB_001_Stopp	Bool	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_HMI_DB".001_Stopp
002_HMI_DB_002_Roboter_pausieren	Bool	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_HMI_DB".002_Roboter_pausieren
002_HMI_DB_002_Variante	USInt	HMI_Verbindung	PLC_1	"002_HMI_DB".002_Variante

Abbildung 3: HMI-Variablen

Der erste Schritt der Visualisierung besteht also darin, die SPS-Variablen mit den HMI-Variablen zu verknüpfen. Dies ist in der oberstehenden Abbildung zu sehen. Hier ist zu erkennen, dass die neu angelegten HMI-Variablen mit 002_HMI_DB beginnen. Dies bedeutet, dass die Variablen leichter von den SPS-Variablen zu unterscheiden sind. Neben dem Namen muss auch der Datentyp der verschiedenen Variablen angegeben werden. Ein weiterer Aspekt, der bei den Variablen hinterlegt werden muss, ist, dass es sich um eine HMI-Verbindung zwischen den Variablen handeln soll. Der Grund dafür ist, dass die Verbindung dafür verantwortlich ist, dass später im Programm eine SPS-Variable auf Basis der ausgewählten Variablen auf der HMI ausgeführt wird. Die letzte Spalte zeigt die Verbindung zur SPS-Variablen. Sobald alle benötigten Variablen angelegt sind, kann mit der Erstellung der Bilder fortgefahren werden.

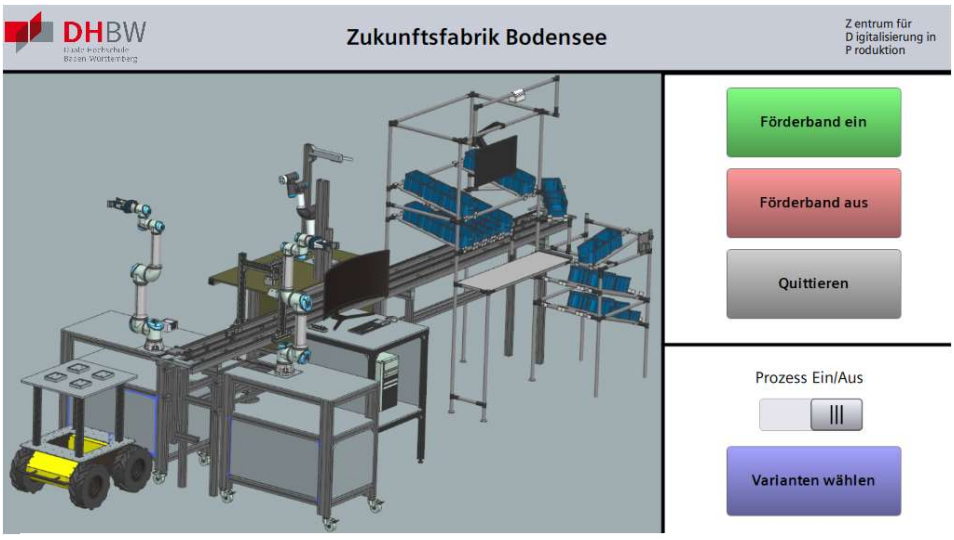


Abbildung 4: Startbildschirm

Der zweite Schritt besteht darin, den Startbildschirm zu erstellen. Der Startbildschirm hat im oberen Teil eine Kopfleiste. In dieser Leiste sind das DHBW-Logo, das ZDP-Logo und der Name des Systems zu sehen. Außerdem hat der Startbildschirm in der Mitte eine Übersicht über das gesamte System. Dieses Bild wurde in Absprache mit der Digital Twin Gruppe ausgewählt und eingefügt. Auf der rechten Seite der Startseite befindet sich das sogenannte Bedienfeld, in dem die verschiedenen Funktionen und Aktionen ausgeführt werden können.

Förderband ein

Die erste Schaltfläche "Förderband ein" in grün ist demnach für den Start des Förderbandes zuständig. Hinter der Schaltfläche befindet sich die Variable 002_HMI_DB_001_Start. Diese Variable ist im Programm für den Start der Motoren des Förderbandes zuständig. Die Variable wird durch die Auswahl des Feldes "Drücken" für Ereignisse implementiert. Das bedeutet, dass die Aktion ausgeführt wird, sobald die Taste gedrückt wird. In diesem Fall wird ein Wert in der Variable gesetzt. Sobald die Taste gedrückt wird, wird in der Variablen der Wert 1 (Start) gesetzt. Wenn die Taste losgelassen wird, setzt sich der Wert wieder auf 0. Der Grund für das Loslassen der Taste ist, dass das System nicht mehr ausgeschaltet werden könnte, wenn der Wert im Programm nicht mehr auf null gesetzt ist.

Förderband aus

Die nächste Schaltfläche "Förderband aus" in Rot ist genauso aufgebaut wie die vorherige Schaltfläche. Der einzige Unterschied ist, dass sie mit der Variablen 002_HMI_DB_001_Stopp verknüpft ist. Das bedeutet, sobald diese Schaltfläche gedrückt wird, der Wert Eins in der Variablen gesetzt wird und das Förderband im Programm anhält. Beim Loslassen wieder auf null gesetzt, ansonsten könnte das Programm nicht mehr von vorne gestartet werden da der Wert 1 bei Anlage aus dauerhaft gesetzt wäre.

Quittieren

Hinter der "Quittierung" in grau steht die Variable 002_HMI_DB_001_Quittierung_SofortStopp. Diese Schaltfläche hat die gleiche Funktion wie die vorherigen. Beim Drücken wird der Wert auf eins gesetzt und beim Loslassen wieder auf null. Die Besonderheit dieser Taste ist die Freigabe für die beiden vorherigen Tasten. Wird an der Anlage ein Not-Aus betätigt, ist es nicht möglich, die Anlage direkt wieder zu starten. Dazu dient die Quittier-Taste. Sobald alle Not-Aus-Schalter inaktiv sind, kann ein Taster mit Hilfe dieses Buttons wieder freigegeben werden. Sobald der Taster quittiert wird, kann die Anlage wieder normal gestartet und im Normalbetrieb betrieben werden.

Prozess Ein/Aus

Der Schalter auf dem Startbildschirm wird verwendet, um anzuzeigen, ob der Prozess aktiv ist oder nicht. Das bedeutet, dass dieser Schalter mit der Variablen 002_HMI_DB_002_Robot_pause hinterlegt ist. Die Variable wird im Programm des Roboters an der ersten Station implementiert, an der die Bauteile platziert werden. Das bedeutet, dass dieser Schalter bestimmt, ob der Roboter arbeitet oder nicht. Der Hintergrund für diesen Schalter bezieht sich auf den gesamten Prozess. Sobald der Prozess eingeschaltet ist, legt der Roboter ständig neue Bauteile auf das Förderband. Wenn der Prozess jedoch ausgeschaltet ist, pausiert der Roboter und das Förderband kann leerlaufen.

Varianten wählen

Die letzte Schaltfläche "Variante auswählen" in blauer Farbe ist mit der zweiten Seite der HMI verbunden. Mit dieser Schaltfläche kann zur nächsten Seite gesprungen werden, auf der die gewünschte Variante für den nächsten Prozess ausgewählt werden kann. Diese Schaltfläche ist letztlich nur mit dem Befehl "Bildschirm ändern" und dem Bildschirm "Varianten Auswahl" verknüpft.

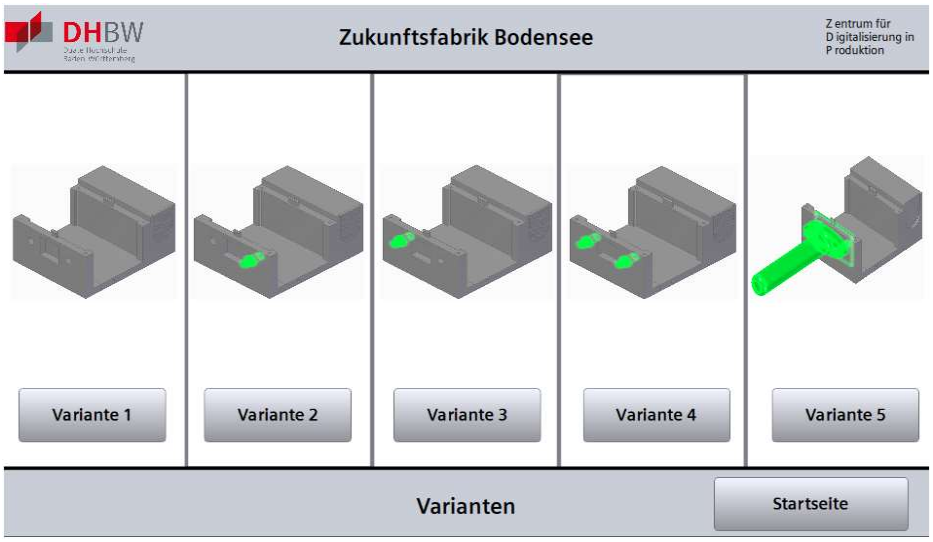


Abbildung 6: Varianten auswählen

Die zweite Seite der HMI zeigt ebenfalls die gleiche Kopfzeile. Zusätzlich gibt es in der Fußzeile eine " Startseite"-Schaltfläche, mit der zur Startseite gesprungen werden kann. Diese ist mit dem Bild der Startseite verknüpft. In der Mitte des Bildes sind die verschiedenen Varianten dargestellt. Auf diese Weise kann direkt auf das HMI geschaut werden, um zu sehen, welche Variante gewünscht wird. Unter jedem der verschiedenen Bilder befinden sich Schaltflächen mit der Beschriftung der jeweiligen Variante. Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, wird auch in der Variablen ein Wert eingestellt. Das bedeutet, dass das Prinzip dasselbe ist wie bei den zuvor verwendeten Schaltflächen. Der Unterschied zu den anderen ist, dass nicht nur der Wert 0 oder 1 gesetzt wird, sondern jede Variante ihren eigenen Wert hat. So gibt es die Werte von 1-5 und somit die Variante 1-5. Wenn nun z.B. auf dem Bildschirm die Variante 4 ausgewählt wird, dann setzt sich der Wert in die Variable 002_HMI_DB_002_Variante. Der Wert kann dann in dem DB-Pseudodatenbank gelesen werden und wird somit für den Prozess im Förderband gespeichert.

Name	Wert
SetzeVariablenWert	
Variable	002_HMI_DB_002_Variante
Wert	1
<Funktion hinzufügen>	

Abbildung 5: Aufbau Button "Variante"

3.4 SPS-Programm

Das SPS-Programm unterteilt sich neben der Hardwarekonfiguration unter anderem in einzelne Programmbausteine. Dabei handelt es sich um Funktionen (FC), Funktionsbausteine (FB) und Datenbausteine (DB). Die einzelnen Programmbausteine sind nach dem Ort (Gruppennummer der Station) und deren Funktion oder Station im Produktionsnetzwerk beschrieben. In Absprache mit den anderen Gruppen, welche ebenfalls am SPS-Programm arbeiten wird die Programmiersprache FUP (Funktionsbausteinsprache) einheitlich für das gesamte SPS-Programm ausgewählt. [6, 7]

Main [OB1]

Alle Funktionen und Funktionsbausteine müssen für die zyklische Ausführung des Anwenderprogramms im Organisationsbaustein OB1 aufgerufen werden. Hierzu gehört unter anderem der ebenfalls in Kapitel 3.3 beschriebene Funktionsbaustein 002_Fertigungsdaten_erzeugen, die Funktion 005_Mikado_Ansteuerung, und der Funktionsbaustein 008_EoL_Schnittstellen. Zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme sind bei dem FB für die EoL Station noch nicht alle Eingänge belegt, da es hierfür noch offene Fragen und Probleme mit der Eingangsbeschaltung der Steuerung und den Ausgängen der ifm Sensoren gibt. Deshalb wird die EoL Station für die Inbetriebnahme der Zukunftsfabrik Fallenbrunnen vorerst nicht weiter berücksichtigt.

PLC-Datentyp: Teiledaten

Zu Beginn der Erstellung von dem SPS Programm muss die provisorische Pseudodatenbank aufgebaut werden, damit die entsprechenden Stationen die Informationen davon abgreifen können. Im TIA-Portal wird im Fenster Projektnavigation unter dem Ordner PLC-Datentypen ein neuer PLC-Datentyp mit der Bezeichnung „Teiledaten“ erstellt (siehe Abbildung 7).

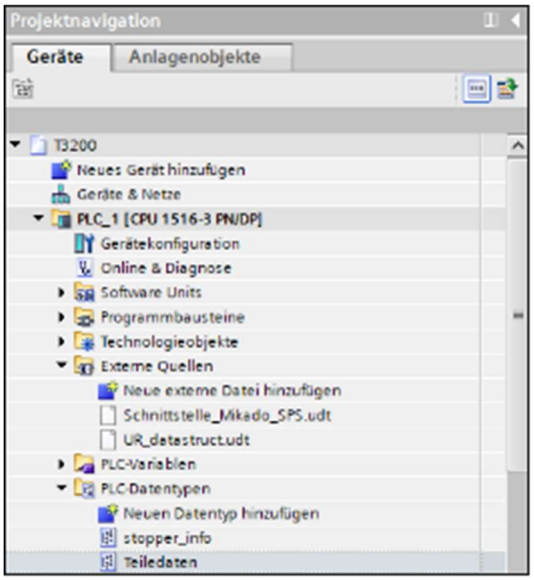


Abbildung 7: Projektnavigation / PLC-Datentypen

Hier können die Datentypen der einzelnen Informationen, welche für jedes Bauteil im Netzwerk generiert werden, definiert werden. Die Seriennummer soll einer 64 Bit Größe (8 Byte) entsprechen und bekommt somit den Datentyp long integer (LInt) zugewiesen. Die Variante (8 Bit) bekommt den Datentyp unsigned short integer (USInt). Für die Auftragsnummer (32 Bit) wird ein double integer (DInt) benötigt. Der QR Code, welcher jeweils an Station 1 gescannt wird, besitzt einen unsigned integer (UInt) Datentyp.

Außerdem soll es für jede der vier Stationen des Produktionsnetzwerks ein Freigabesignal geben, welches in dem „StationFertig“ Array [1..4] mit einem Bool für jede Station definiert wird (siehe Abbildung 8).

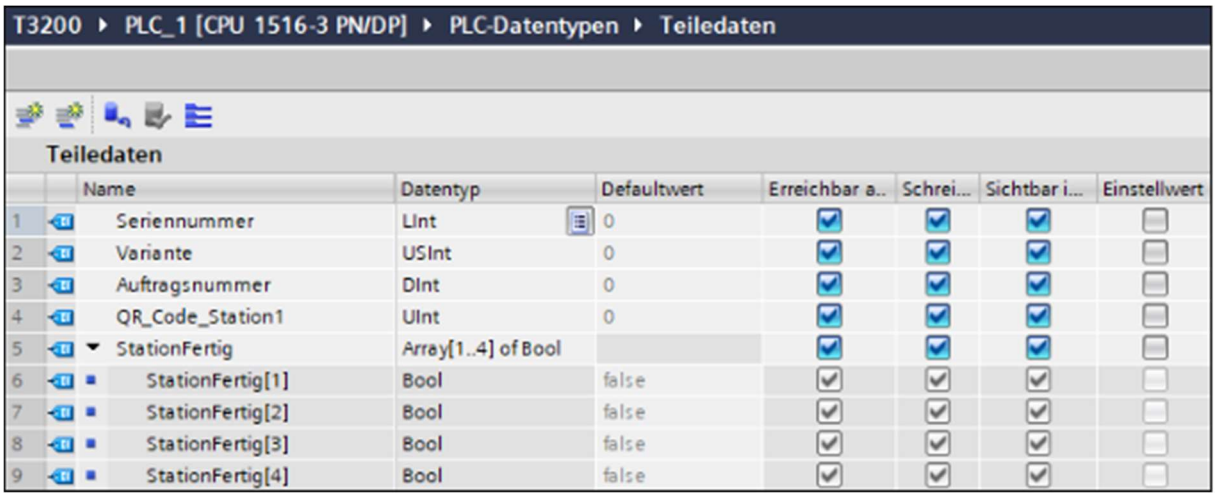
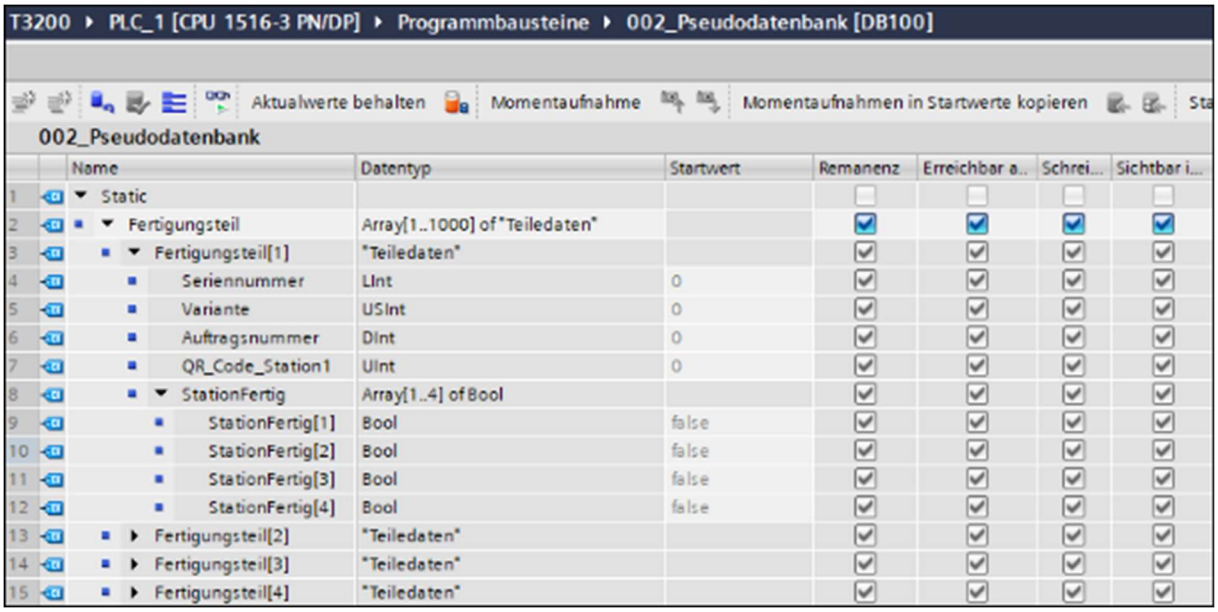


Abbildung 8: PLC-Datentyp: Teiledaten

002_Pseudodatenbank [DB100]

Im Datenbaustein 002_Pseudodatenbank wird die Static Variable Fertigungsteil als Datentyp Array[1..1000] of “Teiledaten“ deklariert. Dadurch werden exemplarisch 1000 Fertigungsteile mit dem PLC-Datentyp „Teiledaten“ angelegt. Jedes Fertigungsteil enthält somit die oben genannten Eigenschaften des PLC-Datentyps „Teiledaten“ (siehe Abbildung 9). Im Datenbaustein können während dem Programmablauf die jeweiligen Werte der einzelnen Fertigungsteile beobachtet werden.

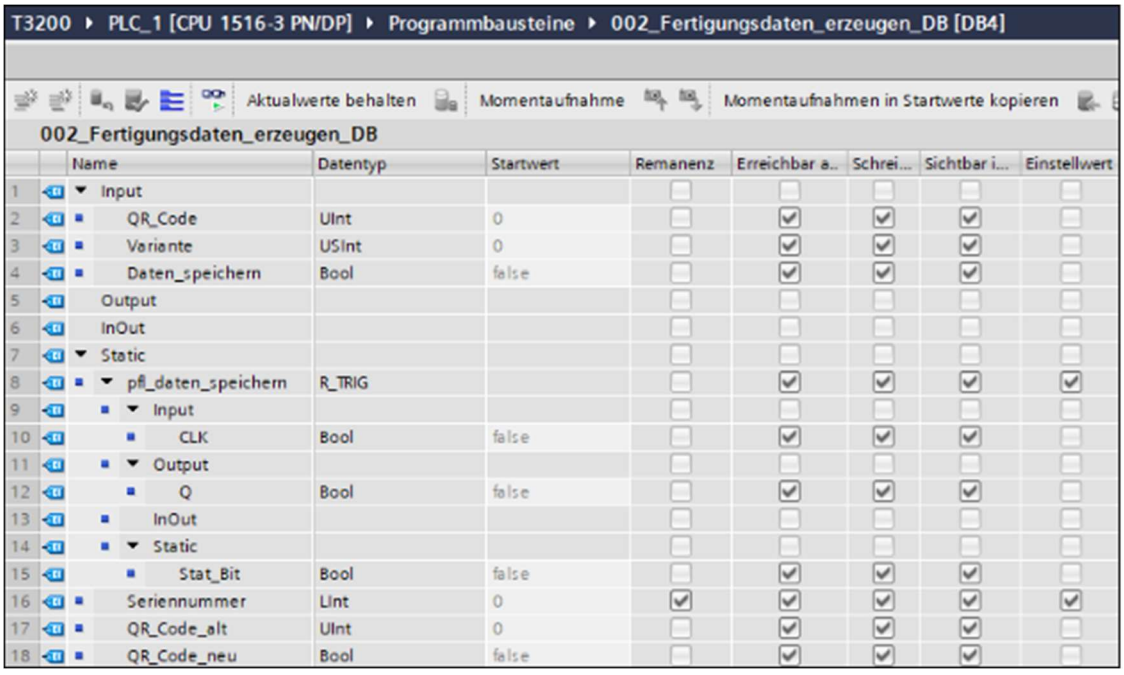


	Name	Datentyp	Startwert	Remanenz	Erreichbar a...	Schrei...	Sichtbar i...
1	Static			☐	☐	☐	☐
2	Fertigungsteil	Array[1..1000] of "Teiledaten"		☑	☑	☑	☑
3	Fertigungsteil[1]	"Teiledaten"		☑	☑	☑	☑
4	Seriennummer	LInt	0	☑	☑	☑	☑
5	Variante	USInt	0	☑	☑	☑	☑
6	Auftragsnummer	DInt	0	☑	☑	☑	☑
7	QR_Code_Station1	UInt	0	☑	☑	☑	☑
8	StationFertig	Array[1..4] of Bool		☑	☑	☑	☑
9	StationFertig[1]	Bool	false	☑	☑	☑	☑
10	StationFertig[2]	Bool	false	☑	☑	☑	☑
11	StationFertig[3]	Bool	false	☑	☑	☑	☑
12	StationFertig[4]	Bool	false	☑	☑	☑	☑
13	Fertigungsteil[2]	"Teiledaten"		☑	☑	☑	☑
14	Fertigungsteil[3]	"Teiledaten"		☑	☑	☑	☑
15	Fertigungsteil[4]	"Teiledaten"		☑	☑	☑	☑

Abbildung 9: Datenbaustein Pseudodatenbank

002_Fertigungsdaten_erzeugen_DB [DB4]

Im Datenbaustein 002_Fertigungsdaten_erzeugen_DB (siehe Abbildung 10) werden QR_Code, Variante und Daten_speichern als Eingang deklariert. Dabei hat, wie im PLC-Datentyp definiert wird, der QR_Code einen unsigned integer und die Variante einen unsigned short integer als Datentyp. Die Variable Daten_speichern bekommt einen Bool als Datentyp. Wenn der Bool auf „true“ gesetzt wird, sollen die Daten gespeichert werden. Außerdem werden in diesem DB die Variablen Seriennummer, QR_Code_alt und QR_Code_neu definiert. Hierzu bekommt die Seiennummer den ebenfalls im PLC-Datentyp deklarierten Datentyp long integer. Der QR_Code_alt bezeichnet den tatsächlichen QR_Code mit dem Datentyp unsigned integer. Der QR_Code_neu wird mit einem Bool deklariert, da hiermit im 002_Fertigungsdaten_erzeugen [FB1] ein Vergleich stattfindet, um zu überprüfen ob sich der QR_Code geändert hat und somit ein neuer QR_Code von dem ifm QR_Code Scanner O2I511 gelesen wurde. Des Weiteren wird in diesem DB die Static Variable pfl_daten_speichern definiert. Diese wird im weiteren Verlauf der Studienarbeit nicht verwendet, soll aber als alternative Lösungsmöglichkeit vorbehalten werden. Hier soll bei einer positiven Flanke mit dem Baustein R_TRIG das Signal für die Variable Daten_speichern, zum Speichern der Daten geliefert werden. Für das Signal der positiven Flanke wird der Eingang CLK, der Ausgang Q und die Static Variable Stat_Bit mit einem Bool beschalten.



	Name	Datentyp	Startwert	Remanenz	Erreichbar a...	Schrei...	Sichtbar i...	Einstellwert
1	Input			☐	☐	☐	☐	☐
2	QR_Code	UInt	0	☐	☑	☑	☑	☐
3	Variante	USInt	0	☐	☑	☑	☑	☐
4	Daten_speichern	Bool	false	☐	☑	☑	☑	☐
5	Output			☐	☐	☐	☐	☐
6	InOut			☐	☐	☐	☐	☐
7	Static			☐	☐	☐	☐	☐
8	pfl_daten_speichern	R_TRIG		☐	☑	☑	☑	☑
9	Input			☐	☐	☐	☐	☐
10	CLK	Bool	false	☐	☑	☑	☑	☐
11	Output			☐	☐	☐	☐	☐
12	Q	Bool	false	☐	☑	☑	☑	☐
13	InOut			☐	☐	☐	☐	☐
14	Static			☐	☐	☐	☐	☐
15	Stat_Bit	Bool	false	☐	☑	☑	☑	☐
16	Seriennummer	LInt	0	☑	☑	☑	☑	☑
17	QR_Code_alt	UInt	0	☐	☑	☑	☑	☐
18	QR_Code_neu	Bool	false	☐	☑	☑	☑	☐

Abbildung 10: Datenbaustein Fertigungsdaten

002_Fertigungsdaten_erzeugen [FB1]

In dem Funktionsbaustein 002_Fertigungsdaten_erzeugen [FB1] werden die Daten für die Pseudodatenbank erzeugt. Der Funktionsbaustein ist in neun Netzwerke mit beschreibenden Kommentaren gegliedert, welche im Folgenden erläutert werden.

Netzwerke 1 und 2:

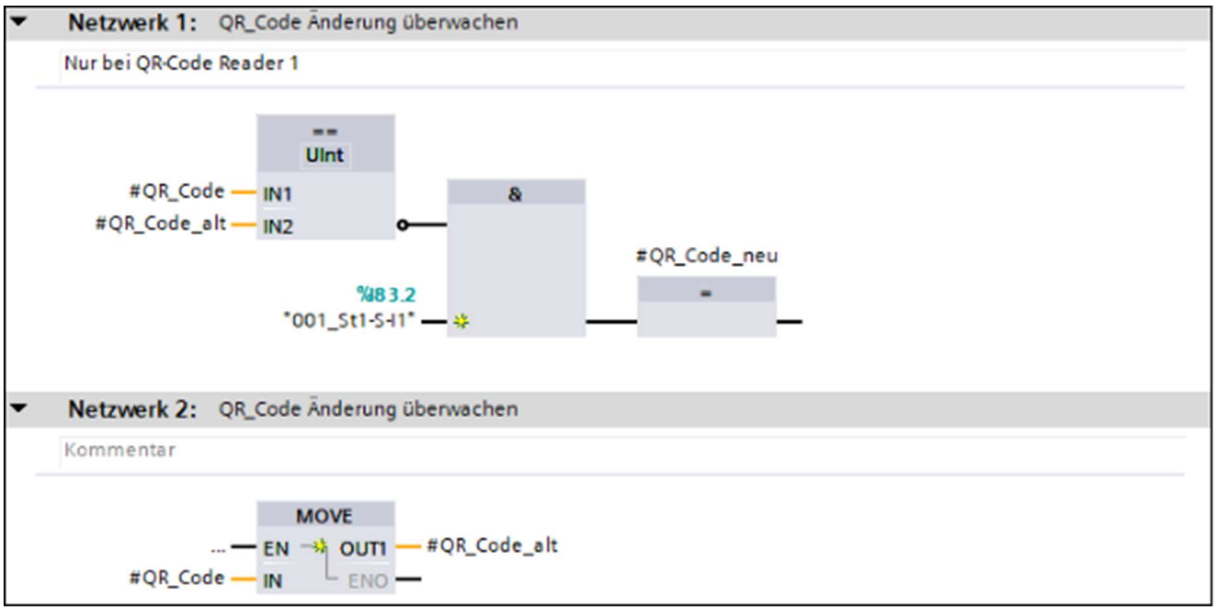


Abbildung 11: Netzwerke QR_Code Überwachung

- Vergleich ob der gescannte QR_Code gleich wie der vorherige QR_Code_alt ist

- Wenn dies nicht der Fall ist und der Sensor am Stopper 1 durch einen Werkstückträger ein positives Signal an den SPS-Eingang liefert, wird von einem neuen QR Code mit der Bezeichnung QR_Code_neu ausgegangen

- Move Baustein in Netzwerk 2, in dem der neue QR_Code_neu den alten überschreibt

Netzwerk 3:

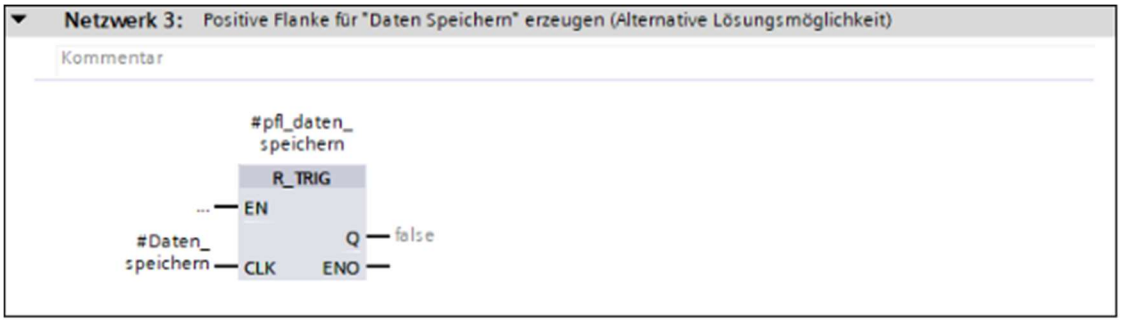


Abbildung 12: Alternative Lösung zur Datenspeicherung

- Möglichkeit zum Speichern der Daten durch eine positive Flanke, welche jedoch im Lauf der Studienarbeit nicht weiter berücksichtigt werden musste

- Vorbehalt der Methode für die Zukunft, weshalb das Netzwerk als Alternative Lösungsmöglichkeit bestehen bleiben sollte

Netzwerke 4 und 5:

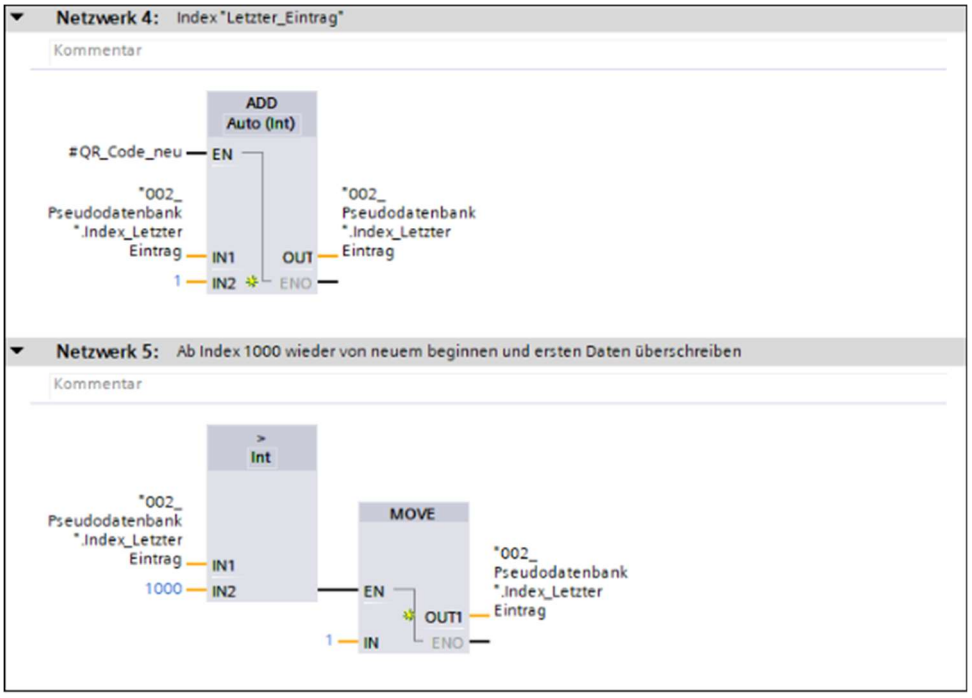


Abbildung 13: Netzwerke Index Eintrag

- Index bezeichnet den letzten Eintrag, beziehungsweise das letzte Fertigungsteil

- Bei neuem QR_Code und bestehendem Index, wird diesem 1 hinzuaddiert und somit ein neuer Index generiert

- Aktuell kann es maximal 1000 Fertigungsteile innerhalb des Produktionsnetzwerks geben, weshalb der Index größer als 1000 wieder mit 1 überschrieben wird

Netzwerke 6 und 7:

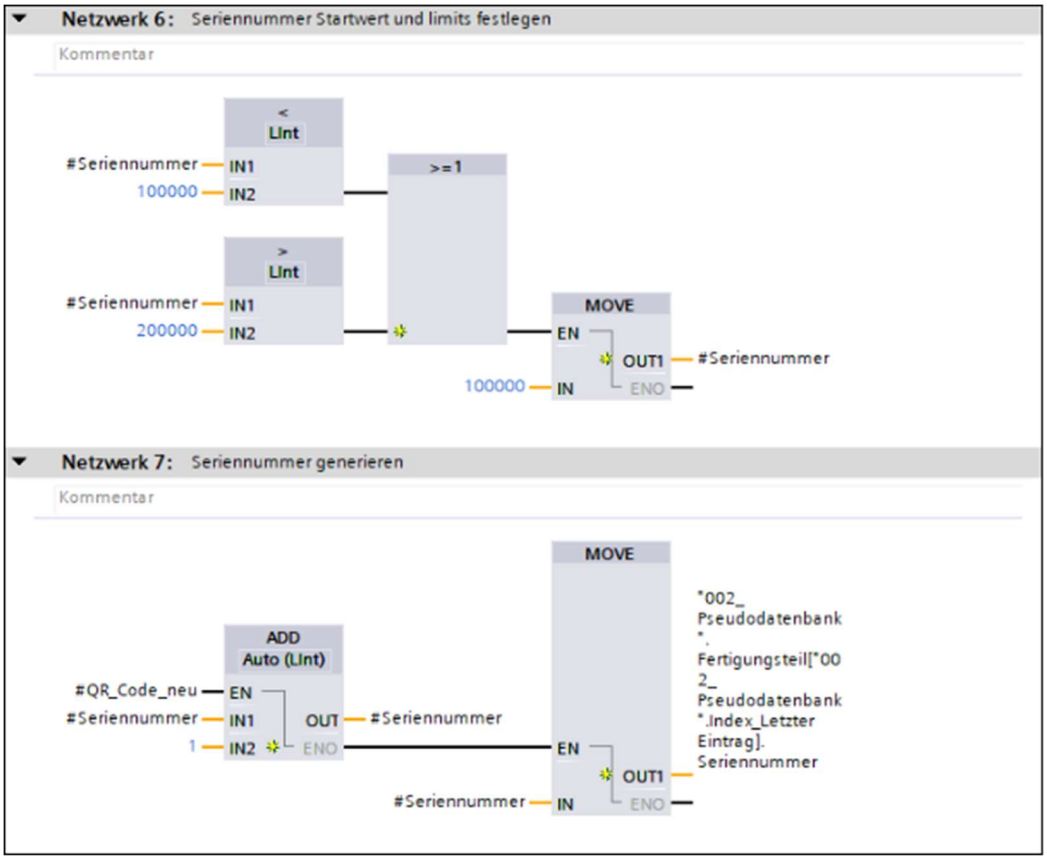


Abbildung 14: Netzwerke Seriennummer

- Die Seriennummer soll im Wertebereich von 100.000 bis 200.000 liegen

- Erzeugt wird die Seriennummer durch Addieren mit dem Wert 1, beginnend bei dem in Netzwerk 6 definierten Startwert 100.000

Netzwerk 8:



Abbildung 15: Netzwerke Auftragsnummer

- Die Auftragsnummer wird durch Subtraktion der Seriennummer mit dem Wert 1 erzeugt und in die Variable tmp_Auftragsnummer gesetzt

Netzwerk 9:

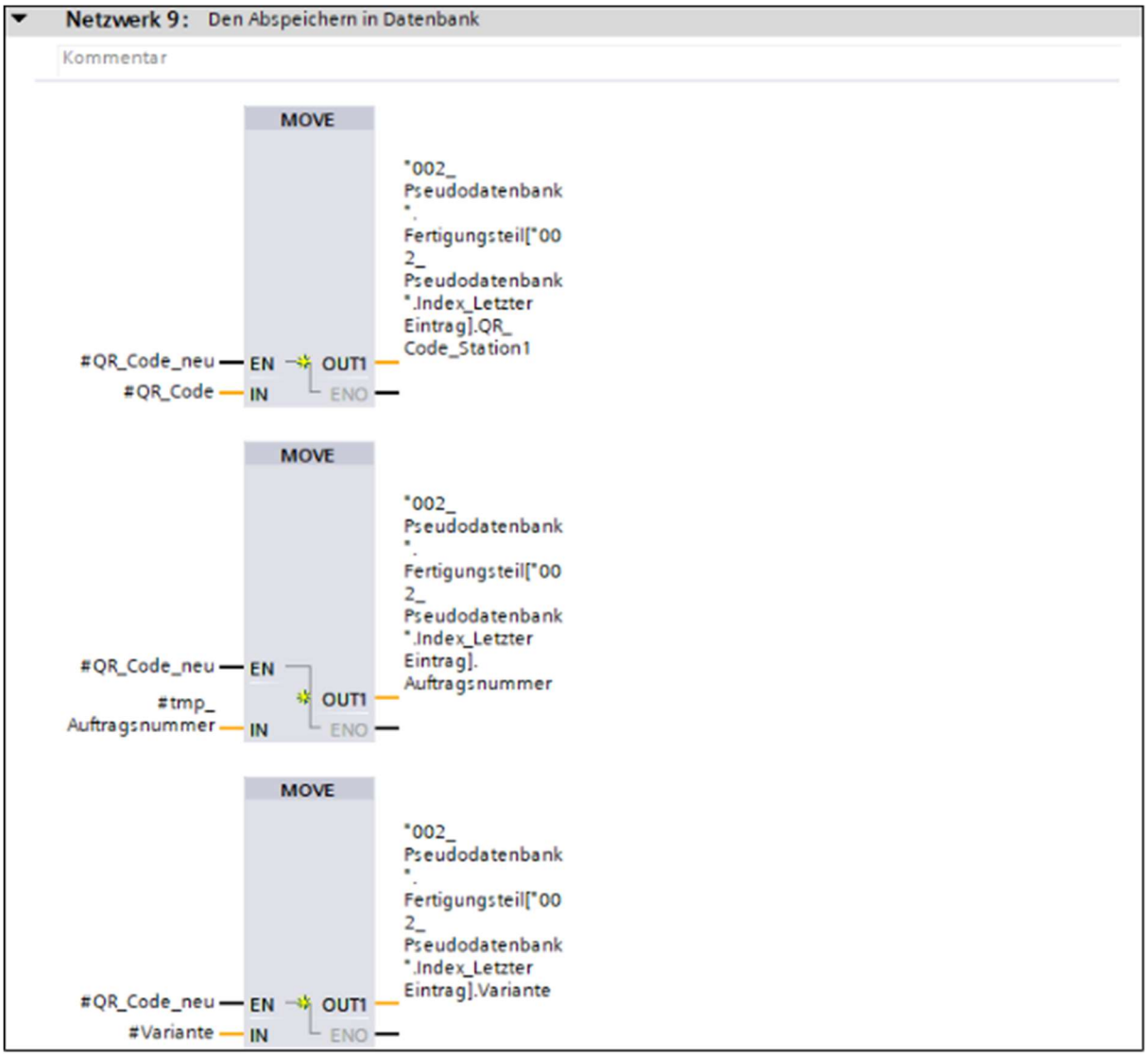


Abbildung 16: Netzwerk Daten abspeichern in Datenbank

- Abspeichern der erzeugten Fertigungsdaten im 002_Pseudodatenbank [DB100]

PLC-Datentypen Mikado

Der Mikado Rechner ist für die Kommunikation des UR5e Roboters der BinPicking Station und als dessen Schnittstelle zur SPS zuständig. Neben der Installation der GSDML-Datei von dem Mikado Rechner, muss zur Einbindung des Mikado Rechners in die Steuerung die Datei „Schnittstelle_Mikado_SPS.udt“ als externe Quelle im TIA-Portal Projekt T3200 hinzugefügt werden. Aus dieser Datei werden mit dem Befehl „Bausteine aus Quelle generieren“ folgende PLC-Datentypen generiert:

- UDT_mikadoControl
- UDT_mikadoParameter
- UDT_mikadoResults
- UDT_mikadoStatus

005_Mikado [DB22]

Laut Angaben der BinPicking Station muss der Eingang „productID“ in dem PLC-Datentyp UDT_mikadoParameter mit der jeweils ausgewählten Variante belegt werden. Der Eingang „cmd“ in dem PLC-Datentyp UDT_mikadoParameter muss bei einem vorhandenen Werkstück an der Station auf den Wert 6 gesetzt werden. Bei Fertigstellung des Arbeitsschritts an der BinPicking Station wird der Ausgang „Error Code“ im PLC-Datentyp UDT_mikadoResults auf den Wert 1 gesetzt, was dem Signal für den Stopper „Station_fertig“ entspricht.

005_Mikado_Ansteuerung [FC9]

Die Kommunikation des Mikado Rechners zur SPS kann zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme aus unbekannten Gründen nicht erfolgen. Seitens Steuerung und Vernetzung ist die Profinet-Verbindung aktiv und vorhanden, jedoch können vom Mikado-Rechner zur Steuerung noch keine Daten gesendet werden. Für die Inbetriebnahme wird die Anbindung der Station an das Produktionsnetzwerk übergangsweise durch eine Direktverbindung vom Mikado Rechner an die Steuerung realisiert. Hierzu werden zwei SPS-Eingänge und ein SPS-Ausgang verwendet.

Netzwerke 1 und 2:

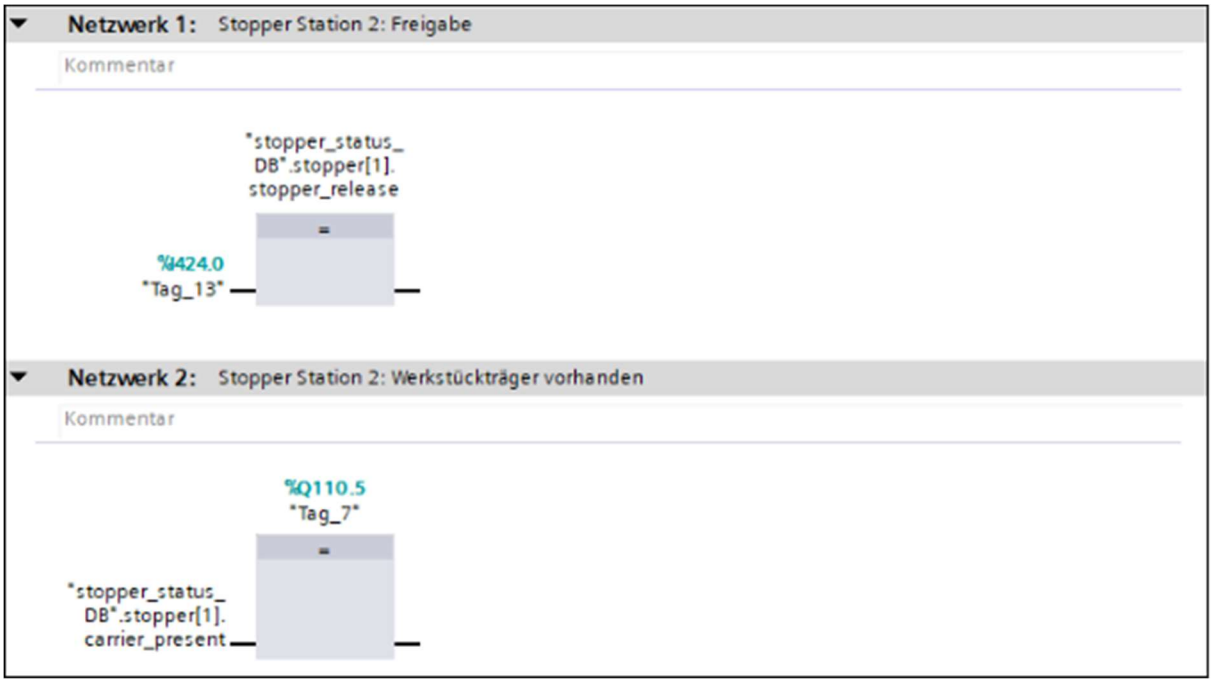


Abbildung 17: Netzwerke Stopper

- Freigabesignal für den Stopper, wenn Station 2 (BinPicking) fertig

- Statussignal, wenn der Stopper mit einem Werkstückträger belegt ist

Netzwerke 3:

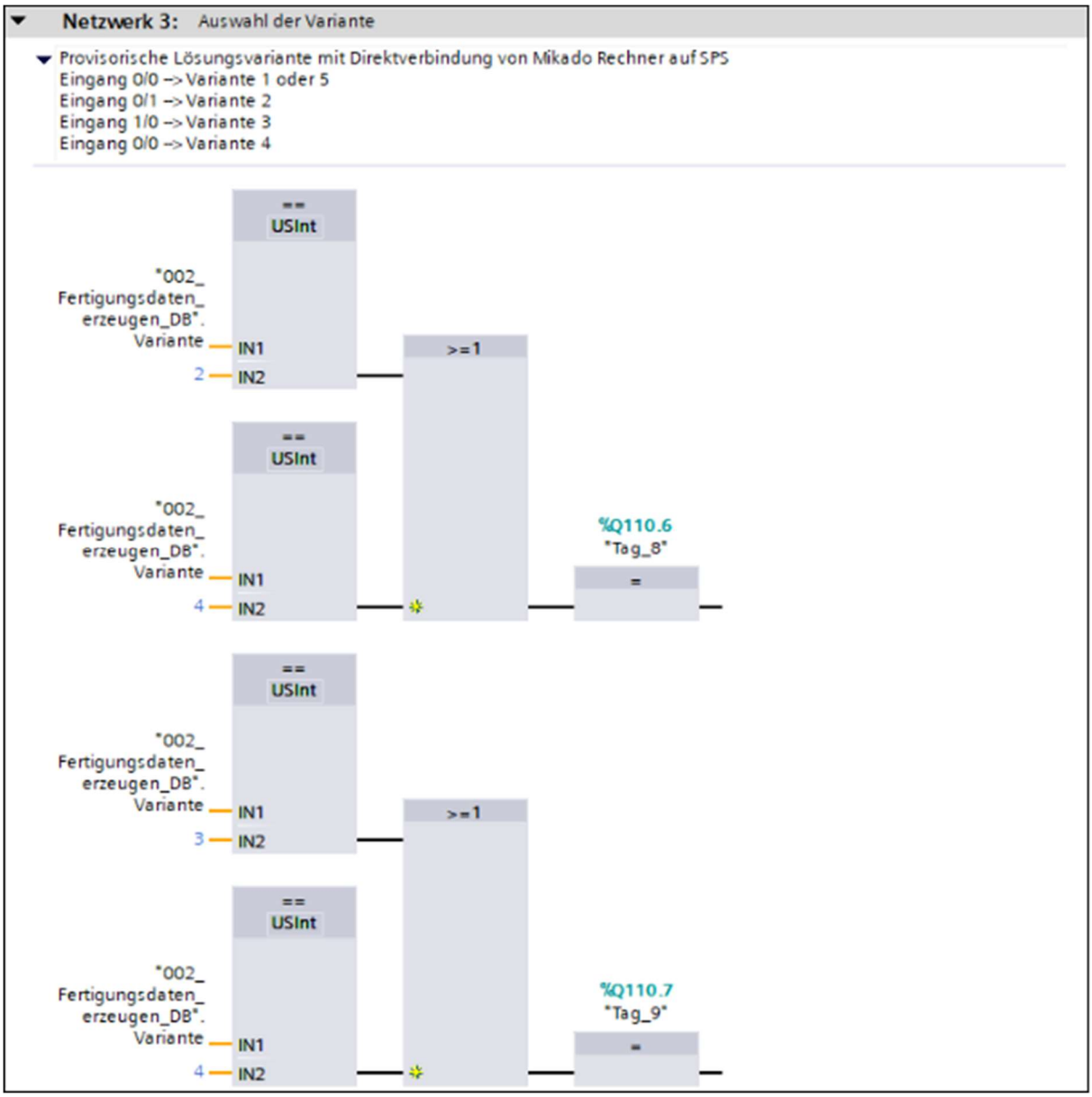


Abbildung 18: Netzwerk Variante auswählen

- Vergleich der Eingangsverschaltung für die Definition der Variante

- Variante 1 (keine Bolzen, ohne Griff) und Variante 5 (keine Bolzen, mit Griff) sind bei der BinPicking Station identisch, da sie sich nicht an der Belegung der Bolzen unterscheiden (siehe Kapitel 3.2 Visualisierung HMI)

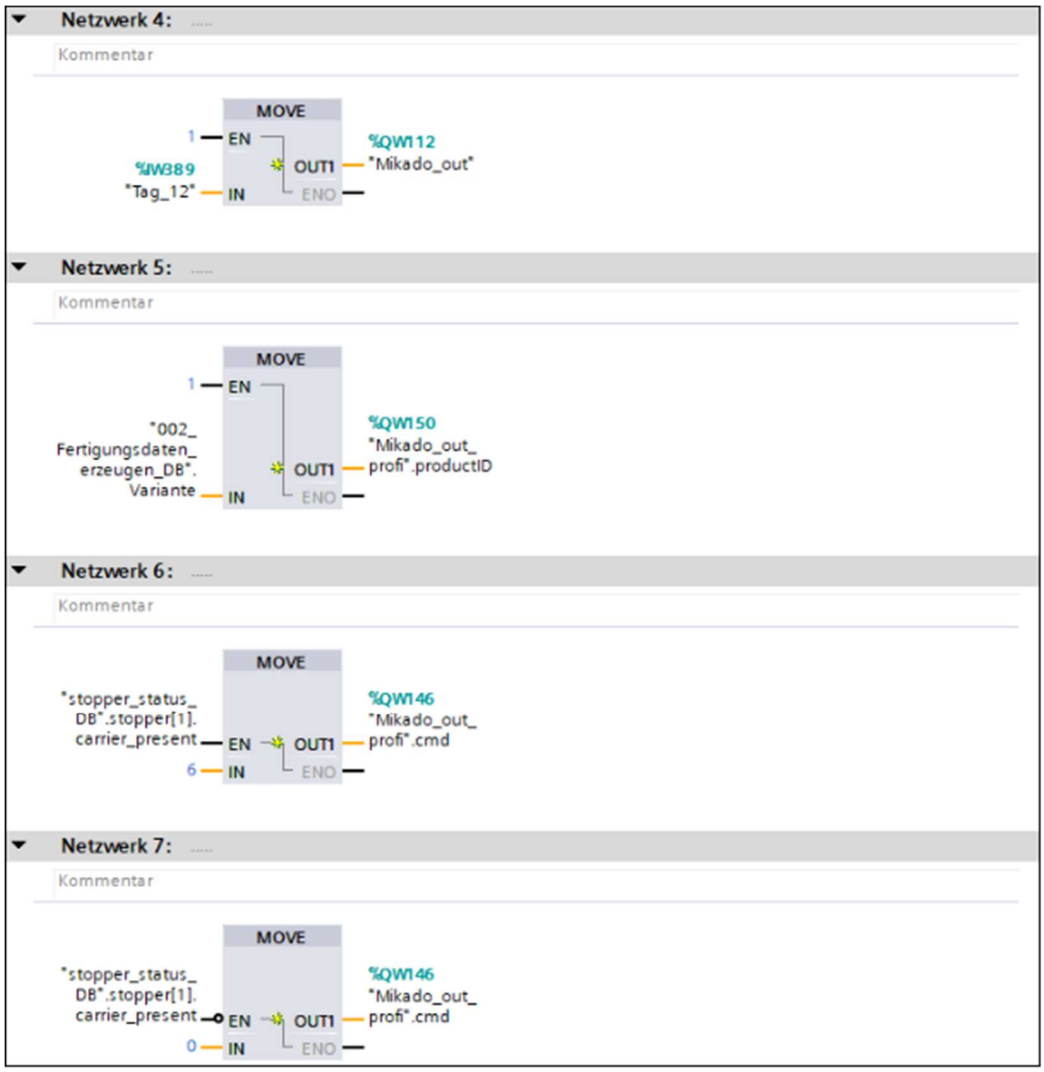
- Definition der Varianten 1 und 5 wenn Tag_8 und Tag_9 einer „0“ entsprechen

- Definition der Variante 2 (ein Bolzen links) wenn Tag_8 = 0 und Tag_9 = 1

- Definition der Variante 3 (ein Bolzen rechts) wenn Tag_8 = 1 und Tag_9 = 0

- Definition der Variante 4 (beide Bolzen) wenn Tag_8 = 1 und Tag_9 = 1

Netzwerke 4-7:



- Netzwerk 4: setzen der Mikado Variable Mikado_out auf Tag_12

- Netzwerk 5: Übergabe der Variante an die Station BinPicking durch setzen der Variante auf die Mikado Variable Mikado_out_profi.productID

- Netzwerk 6: Setzen der Mikado_out_profi.cmd Variable auf den von Station BinPicking geforderten Wert 6, wenn ein Werkstückträger am Stopper dieser Station liegt

- Netzwerk 7: Setzen der Mikado_out_profi.cmd Variable auf den von Station BinPicking geforderten Wert 0, wenn kein Werkstückträger am Stopper dieser Station liegt

008_EoL_Schnittstellen_DB

In dem Datenbaustein 008_EoL_Schnittstellen_DB werden Ein- und Ausgänge sowie Static Variablen deklariert. Als Eingänge werden für die EoL Station das Signal ob ein Werkstück am Stopper vorhanden ist, ein Signal ob die Daten von dem ifm Sensor korrekt ausgewertet wurden und ein Signal ob das Prüfteil gut oder schlecht bewertet wird benötigt. Da die Größe des Werkstücks für den Erfassungsbereich eines Sensors zu groß ist, werden zwei ifm Sensoren (OPD101) per Direktverbindung mit dem IO-Link Master AL1102 verbunden, welcher per Profinet Verbindung mit der Steuerung kommuniziert. Für die Ausgänge wird ein Trigger Signal benötigt, welches den Sensoren die Meldung zum Starten des Prüfvorgangs liefert. Außerdem wird ein Ausgang für den Status ob das Prüfteil in Ordnung ist oder nicht gebraucht, sowie für den Status „Messung beendet“. Als Static Variable werden die flankenerzeugenden Trigger, der Schritt für die Schrittkette und der Status des Prüfteils definiert. Für den Status des Prüfteils nach beendeter Prüfung sind die Informationen ob das Prüfteil ausgewertet und in Ordnung ist für den weiteren Ablauf im Produktionsnetzwerk notwendig. Diese werden als Datentyp Struct im Status untergeordnet. Aufgrund dessen, dass zwei OPD101 Sensoren verwendet werden und sich die Prüfung des Prüfteils somit in zwei Bereiche aufteilt, sind die Variablen einmal für den linken und einmal für den rechten Sensor anzulegen (siehe Abbildung 19). [8]

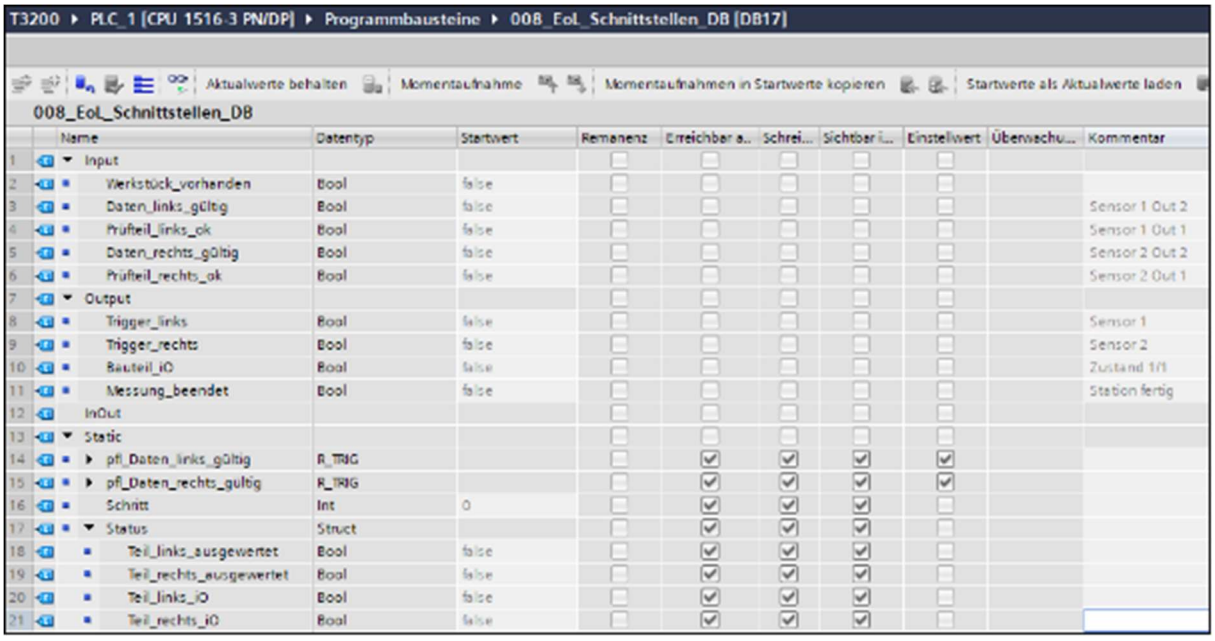


Abbildung 19: Datenbaustein EoL Station

008_EoL_Schnittstellen [FB3]

Die Logik für den Ablauf der EoL Prüfung soll in Form einer Ablaufsteuerung mit Schrittkette erfolgen. Hierzu dient das Flussdiagramm der gesamten Anlage zur Veranschaulichung (siehe Abbildung 20).

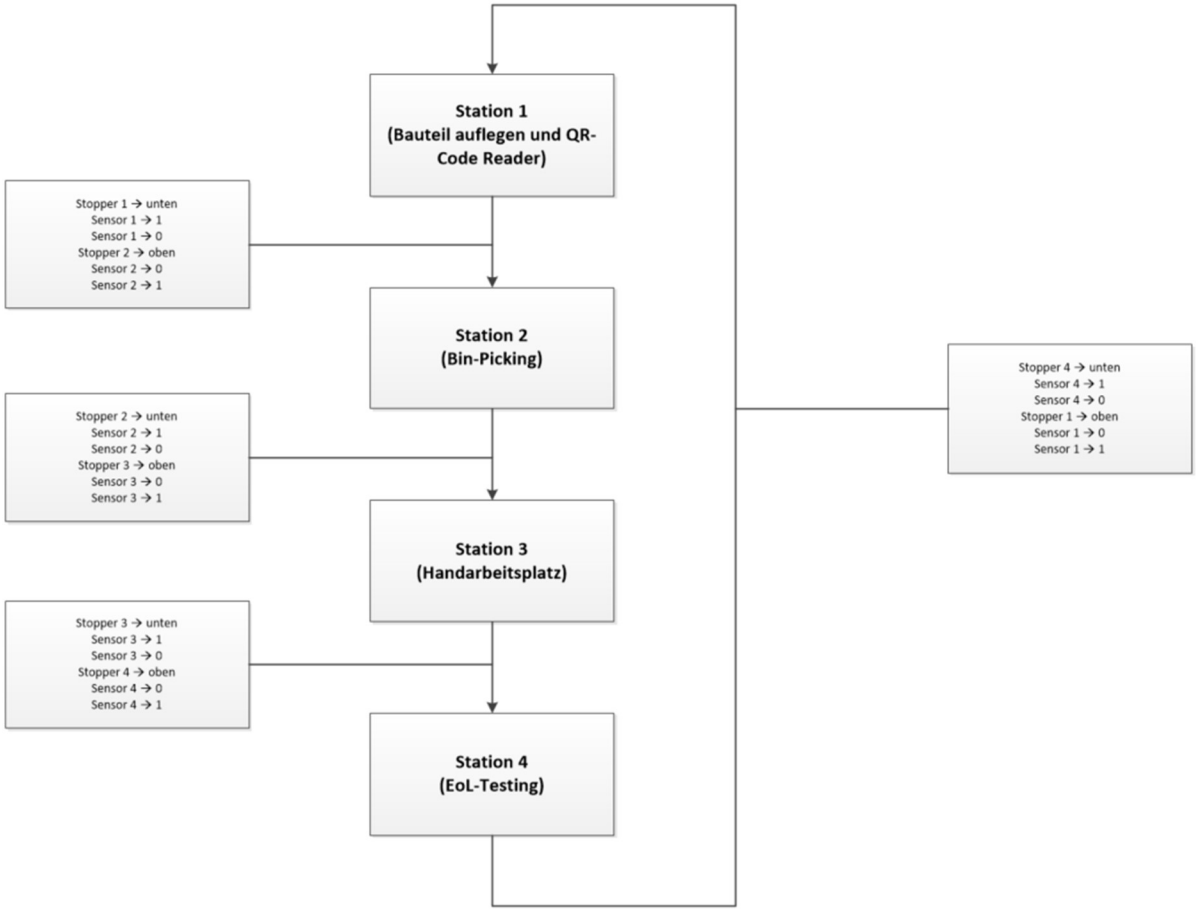


Abbildung 20: Flussdiagramm Gesamtanlage

Netzwerk 1:

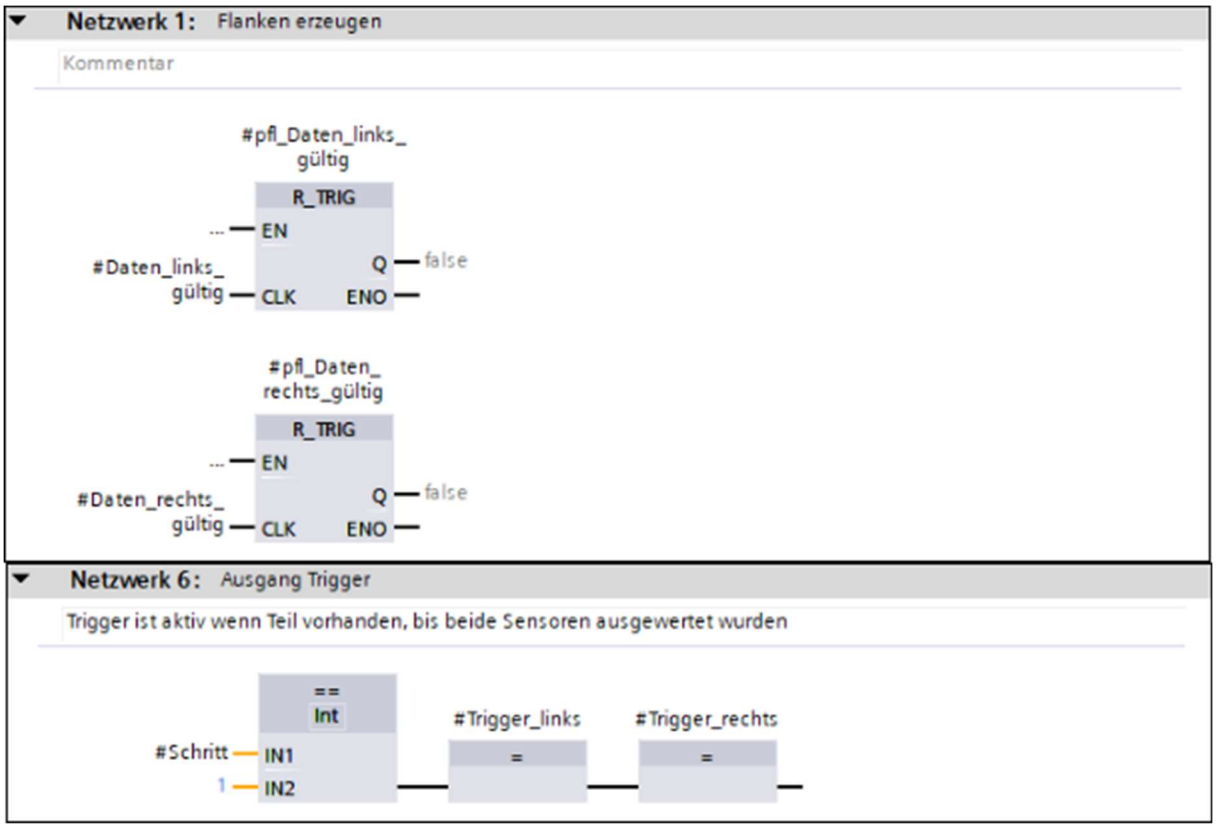


Abbildung 21: Netzwerke Trigger Signal EoL

- Positive Flanken erzeugen für Trigger Signal

- Trigger ist aktiv, wenn Teil vorhanden, bis beide Sensoren ausgewertet wurden, also solange Schritt 1 aktiv ist

Netzwerk 2:

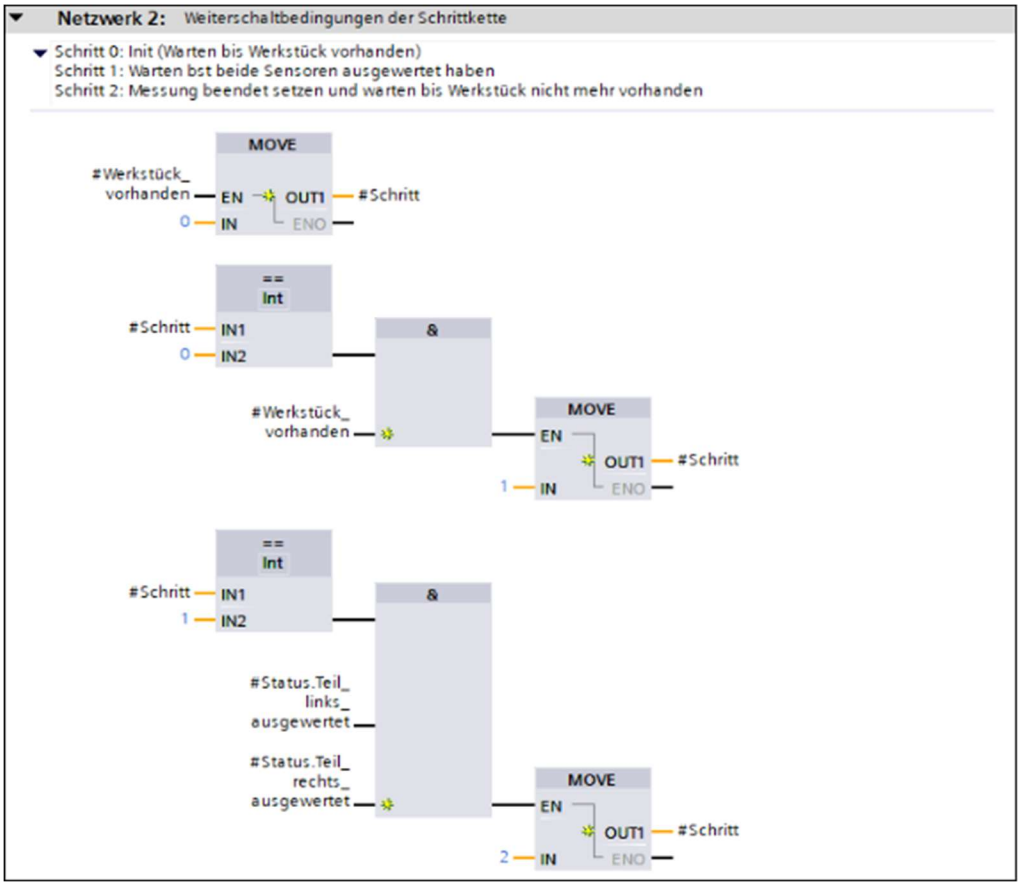


Abbildung 22: Netzwerk Schrittkette EoL Station

- Schritt 0: Initialisierungsschritt, prüfen ob der Sensor am Stopper der EoL Station mit einem Werkstück belegt ist

- Wenn ein Werkstück vorhanden ist, weiterschalten in Schritt 1

- Schritt 1: Auswertung des Prüfteils durch beide Sensoren

- Wenn beide Sensoren mit der Auswertung fertig, weiterschalten in Schritt 2

Netzwerk 3:

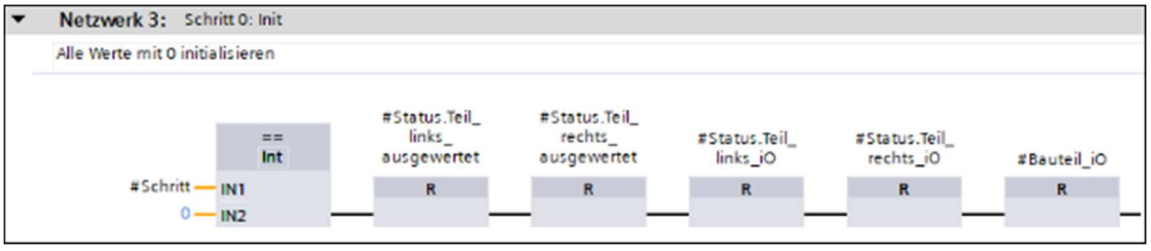


Abbildung 23: Netzwerk Schritt 0 EoL Station

- Initialisierungsschritt: Alle Werte mit 0 initialisieren

Netzwerk 4:

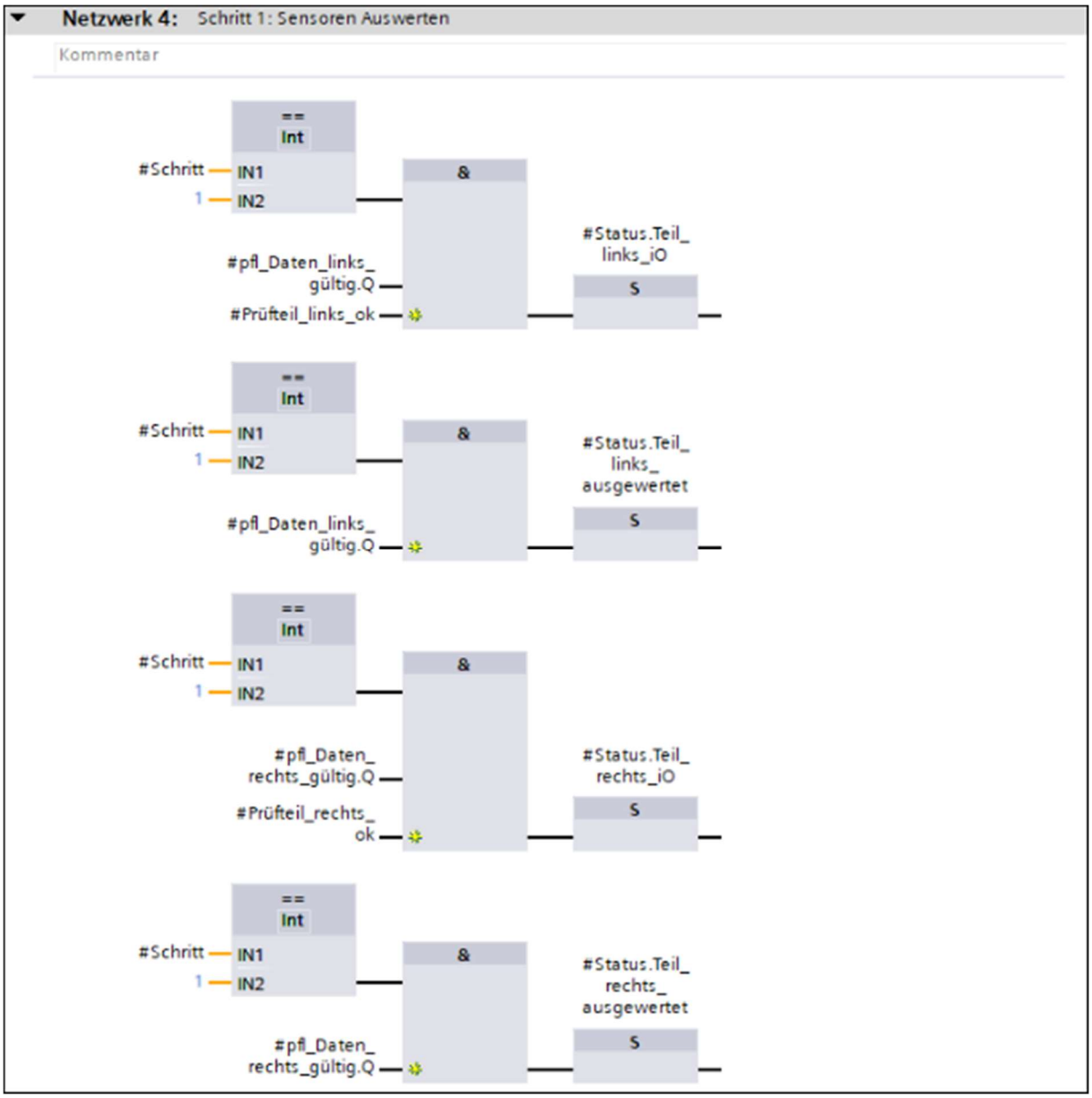


Abbildung 24: Netzwerk Schritt 1 EoL Station

- Wenn die beiden Sensoren (links und rechts) die Prüfung beendet haben, geben sie das Signal, dass das Teil ausgewertet ist

- Bei Prüfteil in Ordnung: zusätzliches Signal Status.Teil_iO

- Bei Prüfteil nicht in Ordnung: nur das Signal, dass das Teil ausgewertet ist

Netzwerk 5:

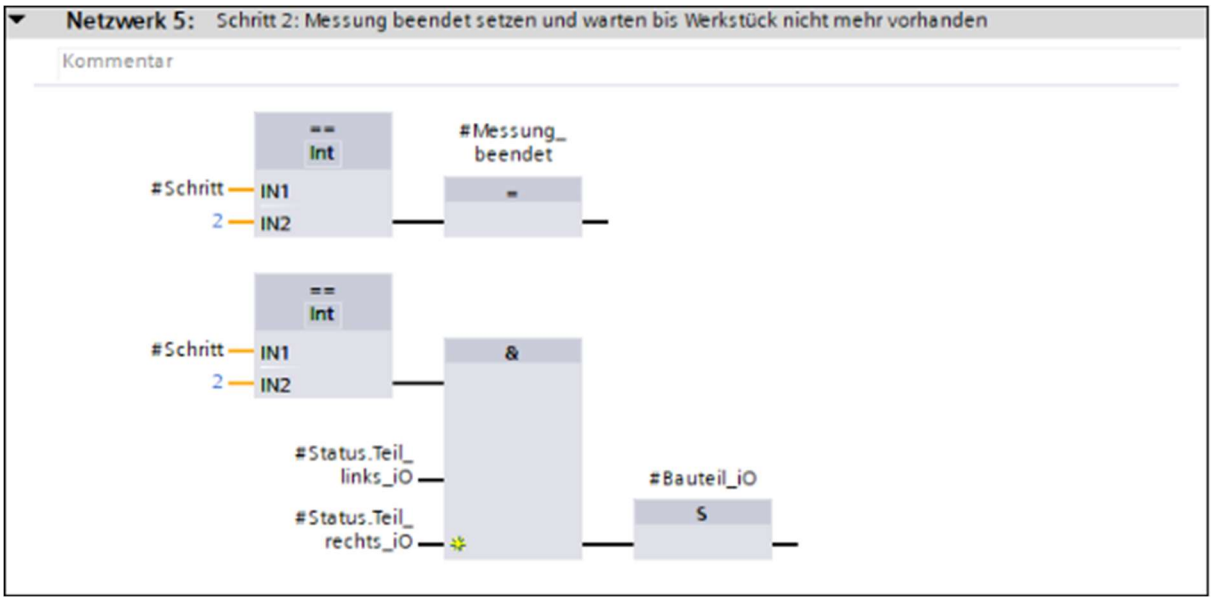


Abbildung 25: Netzwerk Schritt 2 EoL Station

- Messung beendet, Freigabesignal für Weiterschaltbedingung, damit Stopper aktiviert wird und Werkstückträger im Produktionsnetzwerk weiterfährt

- Status ob das Prüfteil in Ordnung ist oder nicht in Ordnung

Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anforderungen erfolgreich erfüllt wurden. Wichtig war, dass die Kommunikation zwischen den einzelnen Gruppen gestimmt hat. Dies funktionierte nicht immer reibungslos. Der Grund dafür war, dass es ein SPS-Programm gab und mehrere Gruppen damit arbeiteten. Das bedeutete, dass jede Gruppe Anpassungen an diesem Programm vornehmen konnte. Das hat Vorteile, wie z.B., dass alle am gleichen Projekt arbeiten, aber auch Nachteile, wie z.B. in unserem Fall, dass der Anschluss und die Schnittstellen oft geändert wurden. Durch die Änderung der Schnittstellen mussten wir jedes Mal sicherstellen, dass die Verbindung korrekt war, was bedeutete, dass an dieser Stelle viel Zeit verloren ging. Ein Vorschlag für dieses Problem könnte sein, dass es eine Gruppe gibt, die sich um das SPS-Programm kümmert und es somit bestimmen darf. Ein weiteres Problem, das sich auf die Studienarbeit bezieht, ist, dass das Zeitmanagement zwischen den Gruppen nicht optimal war. So musste die Inbetriebnahme in der letzten Woche mitten in der Prüfungszeit erfolgen. Was das Zeitmanagement betrifft, so ist es auch auf das zögerliche Vorgehen der anderen Gruppen zurückzuführen. Durch die langsame Ausführung der anderen Station hatten wir am Ende sehr wenig Zeit für die Vernetzung und Steuerung. Ein positiver Aspekt bezieht sich auf die Unterstützung und Hilfsbereitschaft untereinander. Bei Problemen und schwierigen Aufgaben war stets immer verlass auf die anderen Gruppen. Somit konnte auch letztendlich die Funktionstüchtigkeit der Zukunftsfabrik sichergestellt werden. Das heißt an dem Produktionsstart konnten die ersten Teile produziert werden.

Die ersten Teile sind bereits fertiggestellt, aber es wurden bereits einige Verbesserungen für künftige Studienarbeiten ausgearbeitet. So besteht eine Aufgabe für die nächsten Arbeiten darin, die Visualisierung der HMI zu überarbeiten. So können verschiedene Fehlermeldungen angezeigt werden oder eine Benutzerverwaltung integriert werden. Außerdem können Funktionen verschiedener Stationen über das HMI gesteuert werden. Ein weiterer Punkt, für den die meisten Vorbereitungen bereits getroffen wurden, ist die Anbindung des Bin-Picking-Systems. Die Verbindung zur SPS ist hergestellt, aber es können keine Signale an den Mikado-Rechner gesendet werden. Die Aufgabe besteht also darin, die alte Verbindung mit dem Kabel umzubauen und die Ethernet-Verbindung zu erweitern. Dabei geht es vor allem um

Einstellungen am Mikado-Rechner, die aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden konnten. Eine weitere Anbindung an das System betrifft die EoL-Testing-Station und den Handarbeitsplatz. Am Handarbeitsplatz ist die Verbindung zum Master hergestellt, wurde aber noch nicht integriert, da noch die falsche Version vorlag. Das Programm für die Bildverarbeitung ist ebenfalls vorbereitet und muss daher nur noch an die SPS mit dem Master angeschlossen werden. Ein weiteres Thema ist eine Datenbank, die durch ein ERP-System ermöglicht werden kann. So wird die alte Pseudo-Datenbank fallen gelassen und durch eine neue ersetzt. Im Anschluss an das System kann diese auch mit dem IWT verknüpft werden. Die Daten können dann von und zum IWT gesendet werden. An der EoL-Station ist in dieser Phase bereits eine 3D-Kamera installiert worden, die aber noch integriert und vernetzt werden muss. Außerdem soll ein Werkerassistenzsystem in den Handarbeitsplatz integriert werden. Dies wird den Montageprozess einfacher und effizienter gestalten. Es kann auch zur Datenerfassung in der Datenbank genutzt werden.

Literatur

[1] Siemens, *HMI Firmware Update.* [Online]. Verfügbar unter: Betriebssystem des HMI-Geräts aktualisieren - SIMATIC HMI WinCC Unified Engineering… - ID: 109813308 - Industry Support Siemens.

[2] Lars Schiller, „Mikado Profinet Schnittstellenbeschreibung“.

[3] Siemens, *Siemens Support.* [Online]. Verfügbar unter: https://support.industry.siemens.com/cs/start?lc=en-US.

[4] R. Purwin, „Optonic technische Dokumentation Datenstruktur Profinet (Mikado)“.

[5] IFM, *IO-Link MAster AL1320.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.ifm.com/de/de/product/AL1320?tab=documents.

[6] Hanser, *Skript 2*.

[7] Hanser, *Skript 1*.

[8] SPS-Tutorial, *Schrittkettenprogrammierung FUP.* [Online]. Verfügbar unter: Ablaufsteuerung in FUP programmieren (sps-tutorial.com).