



# PLCOpen-Konzept am Beispiel der Füllstandsregelung für das Simulationsboard ET722

STUDIENARBEIT T3100

DES STUDIENGANGS ELEKTROTECHNIK  
AN DER DUALEN HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG MANNHEIM

VON  
**Tim Fischer**

ABGABEDATUM: 04.01.2019

Ausbildungsfirma: DB Netz AG, Frankfurt am Main  
Betreuer der Dualen Hochschule : Prof. Dr.-Ing. S. Zacher

# Kurzzusammenfassung

PLCOpen ist eine Vereinigung, welche sich mit der Standardisierung von allen Themen rund um speicherprogrammierbare Steuerungen beschäftigt.

In einem der technischen Komitees, von PLCOpen, wurde ein Standard für ein Sicherheitskonzept entwickelt.

In dieser Arbeit werden die Grundlagen dieses Konzeptes dargelegt und auch die Grundstrukturen von PLCOpen erläutert.

Das Simulationsboard ET722, der Firma AEG, simuliert einen Tank, in dem Wasser eingefüllt, ausgelassen, gekühlt, oder beheizt werden kann. Mit einer SPS S7-1500 soll eine Regelung des Wasserfüllstandes erfolgen. Hierbei wurde die Reglerauslegung von einem anderen Studenten der DHBW Mannheim, Johannes Herrlich, in dessen Studienarbeit durchgeführt und hier nur als fertiger Regler verwendet.

Anschließend wurde eine Füllstandssteuerung, also nur ein Zulauf des Wasser mit einem redundanten System realisiert. Hierbei wurden die zwei PLCs, sowie die Switch, welche die Ausgänge schaltet, aufgrund der örtlichen Gegebenheiten in dem SPS Labor, der DHBW Mannheim, in einer SPS S7-1500 realisiert.

Außerdem sollte die Füllstandssteuerung nach dem Sicherheitskonzept von PLCOpen umgesetzt werden. Hierbei wurden auch die Sicherheits und die Standard Runtime, sowie Eingänge und Ausgänge in einer SPS umgesetzt. Außerdem wurde eine Simulation eines Fehlers durchgeführt, um das funktionieren des Systems zu beweisen.

Alle Programmieraufgaben dieser Arbeit wurden in der SPS-Programmiersprache FUP umgesetzt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>i</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>ii</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der Technik</b>	<b>2</b>
2.1 Simulationstafel ET722 . . . . .	2
2.2 SPS S7-1500 . . . . .	4
2.3 SPS-Schulungsrack Firma Köster . . . . .	5
2.4 TIA Portal . . . . .	6
2.5 HMI Display TP900 Comfort . . . . .	6
2.6 Versuchsaufbau . . . . .	7
<b>3 PLC-Open</b>	<b>8</b>
3.1 Allgemeines . . . . .	8
3.2 TC5 - Safety . . . . .	12
<b>4 Umsetzung</b>	<b>16</b>
4.1 Vorbereitungen . . . . .	16
4.2 Standard Level-Control . . . . .	18
4.3 Redundant Level-Control . . . . .	21
4.4 PLC-Open . . . . .	26
4.5 Visualisierung . . . . .	33
<b>5 Fazit</b>	<b>36</b>
<b>Literatur</b>	<b>37</b>

Neben den analogen und digitalen Eingängen muss die Simulationstafel mit einer 24 V Gleichspannung versorgt werden.

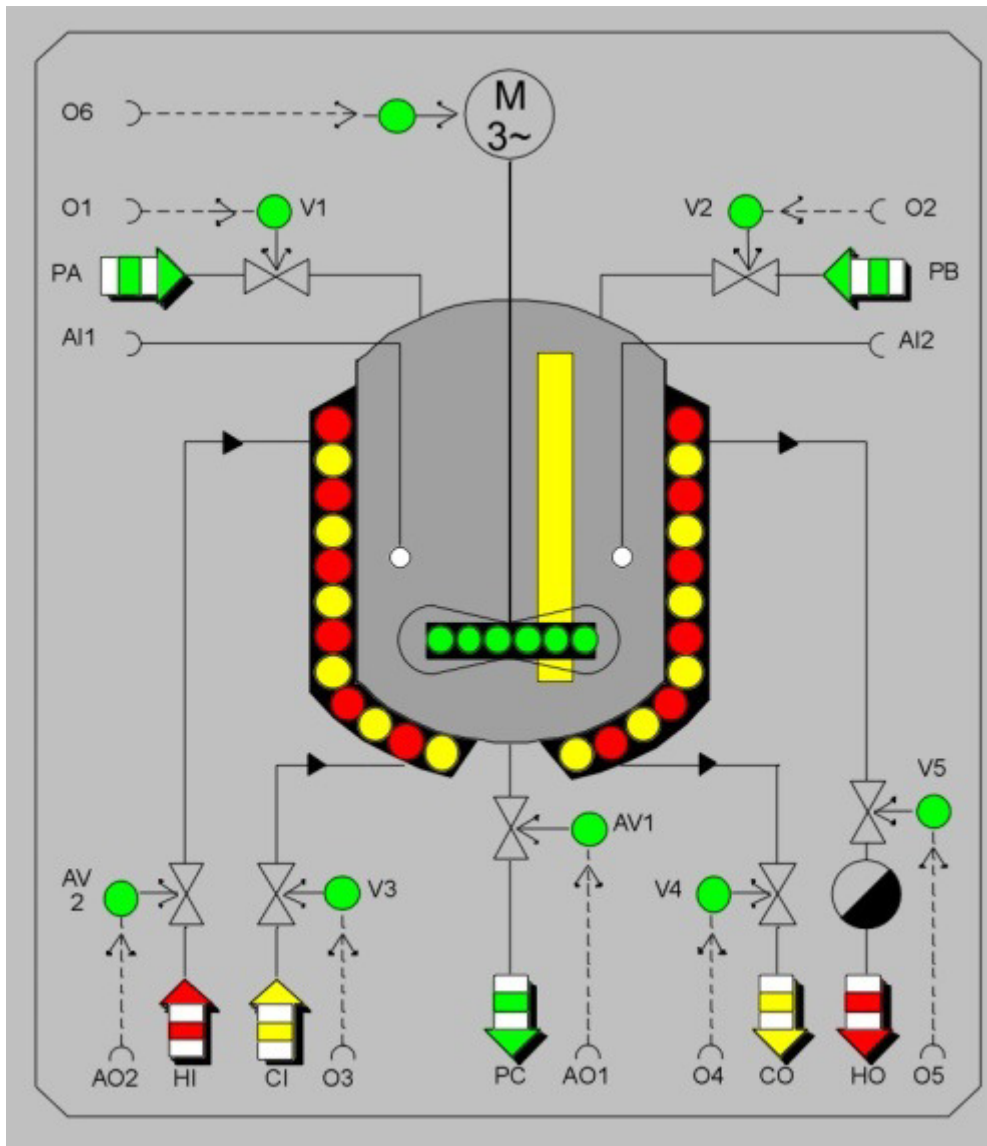


Abbildung 2.1: Aufbauschema der Simulationstafel ET722

[Quelle: Entnommen aus Prof. Dr. Ing. Serge Zacher (2012, S. 12)]

Auf der Seite werden der Füllstand und die Ist-Temperatur angezeigt. Durch den Drehschalter daneben, kann man eine Soll-Temperatur und den Soll-Füllstand einstellen. Durch eine externe SPS oder einen Mikrocontroller kann dann eine Regelung vorgenommen werden.

Außerdem wird durch Leuchtanzeigen der Zustand der Ventile und der Heiz- bzw. Kühleinrichtung visualisiert.

Durch einen Knopf an der Oberseite der Simulationstafel, kann man händisch den Reaktor befüllen.

## 2.3 SPS-Schulungsrack Firma Köster

Die im vorherigen Kapitel beschriebene SPS befindet sich auf einem Schulungsrack der Firma Köster im SPS Labor der DHBW Mannheim.

Das Schulungsrack besteht aus einer Profilschiene, auf der die SPS angebracht ist und den darunter liegenden Anschlussmöglichkeiten der Ein und Ausgänge der SPS über Laborstecker. Außerdem hat man die Möglichkeit durch ein integriertes Voltmeter die Spannung an den analogen Ausgängen anzuzeigen.

Durch ein Display kann man Bytewerte ausgeben und durch Knöpfe hexadezimale Werte eingeben. Die analogen Eingabewerte, können sowohl von einer externen Quelle, als auch von einem Internen Potentiometer eingestellt werden.

Außerdem besteht die Möglichkeit, eine 10, sowie eine 24 Volt Gleichspannungsversorgung von dem Schulungsrack aus anzuschließen. In Abbildung 2.2 ist der Aufbau im SPS Labor der DHBW Mannheim dargestellt.

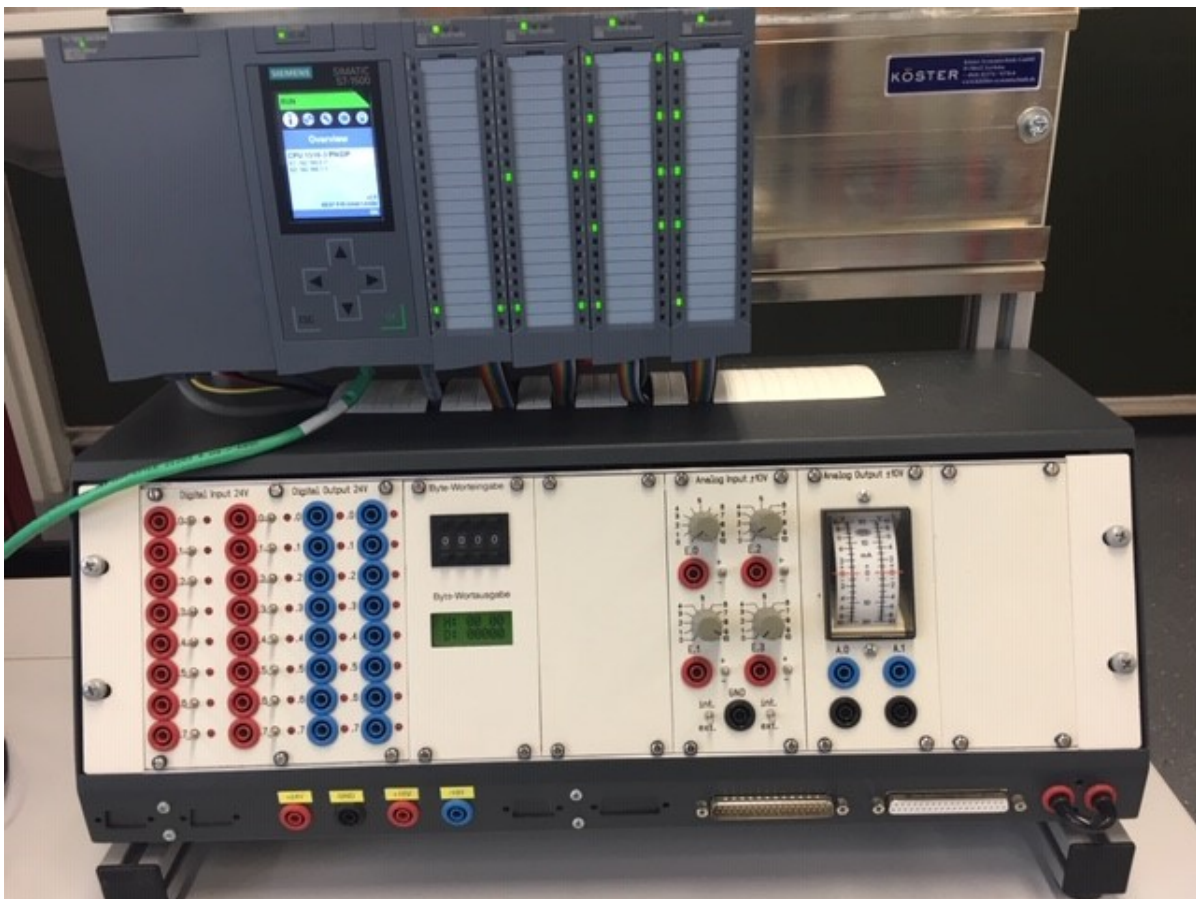


Abbildung 2.2: Aufbau des SPS Schulungsracks im SPS Labor der DHBW Mannheim  
[Quelle: Eigene Aufnahme]

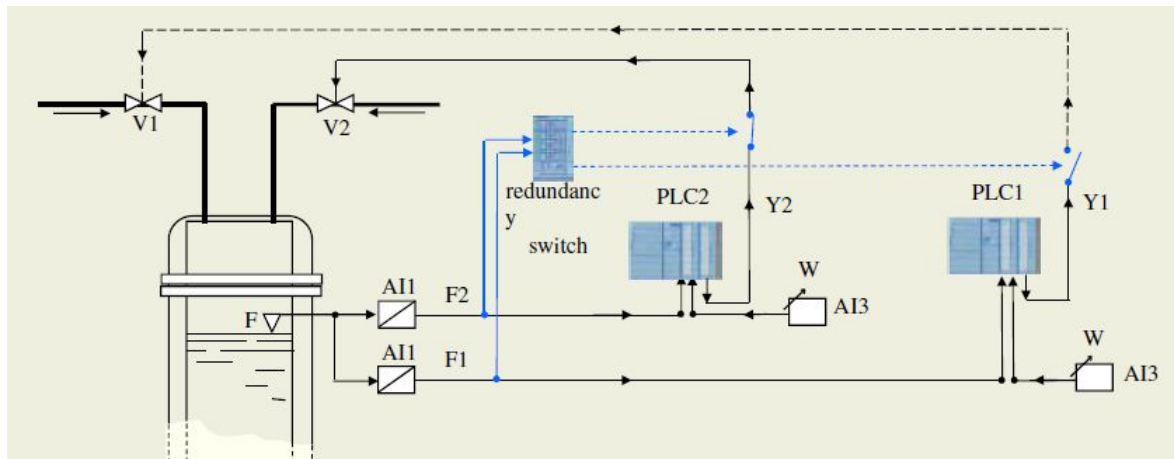


Abbildung 4.10: Aufbau für die Redundant Level Control mit zwei PLCs  
 [Quelle: Entnommen aus Prof. Dr. Ing. Serge Zacher (2012, S. 10)]

## 4.4 PLC-Open

Bei der Steuerung mit dem PLC-Open Konzept wird, wie bei der redundanten Steuerung nur der Einfluss betrachtet, also handelt es sich lediglich um eine Steuerung und keine Regelung. Diese Steuerung ist an Bedingungen geknüpft. In der folgenden Abbildung 4.11 ist die Verschaltung beim PLCOpen-Konzept mit der Simulationstafel ET722 dargestellt.

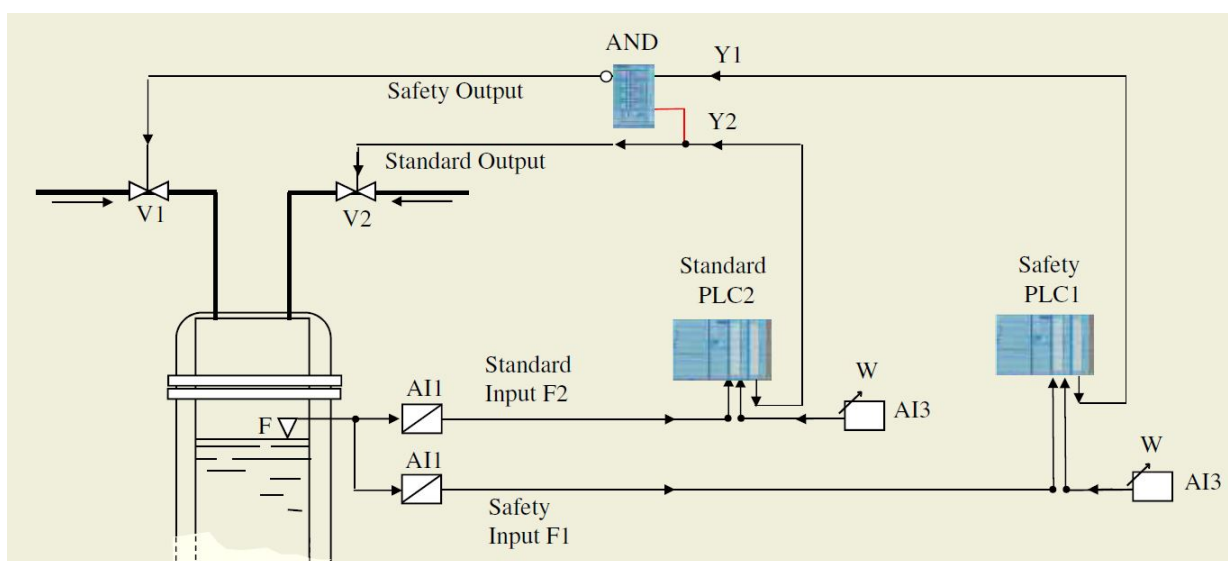


Abbildung 4.11: Aufbau für das Sicherheitskonzepts nach PLCOpen für die Simulationstafel ET722

[Quelle: Entnommen aus Prof. Dr. Ing. Serge Zacher (2012, S. 11)]

Anstatt der Addition einer Konstanten, wird der Wert für F2 auf 32.000 angehoben, um sicher zu stellen, dass er immer höher als der SOLL-Wert ist. Der dafür nötige MOVE-Block wird durch den Merker „PLCOpen\_Stoerung“ aktiviert, dieser Merker ist ein Merker des HMI, auf dem, wie für die Ablassung der Flüssigkeiten auch ein Schalter für die PLC-Störung zu finden ist.

Wird nun also F2 auf einen höheren Wert angezogen als der SOLL-Füllstand, so werden weder Y1 noch Y2 gesetzt. Durch die Verwendung des AND-Gatters mit nigirtem Ausgang wird bei anlegen keines gesetzten Ausgangs das Safety Ventil, also Ausgang „O1“ aktiv und es wird sicher gestellt, dass sich Flüssigkeiten in dem Kessel befinden. Dies könnte bei chemischen Prozessen wichtig sein, dass der Kessel nicht überhitzt und der Kessel beispielsweise platzt.

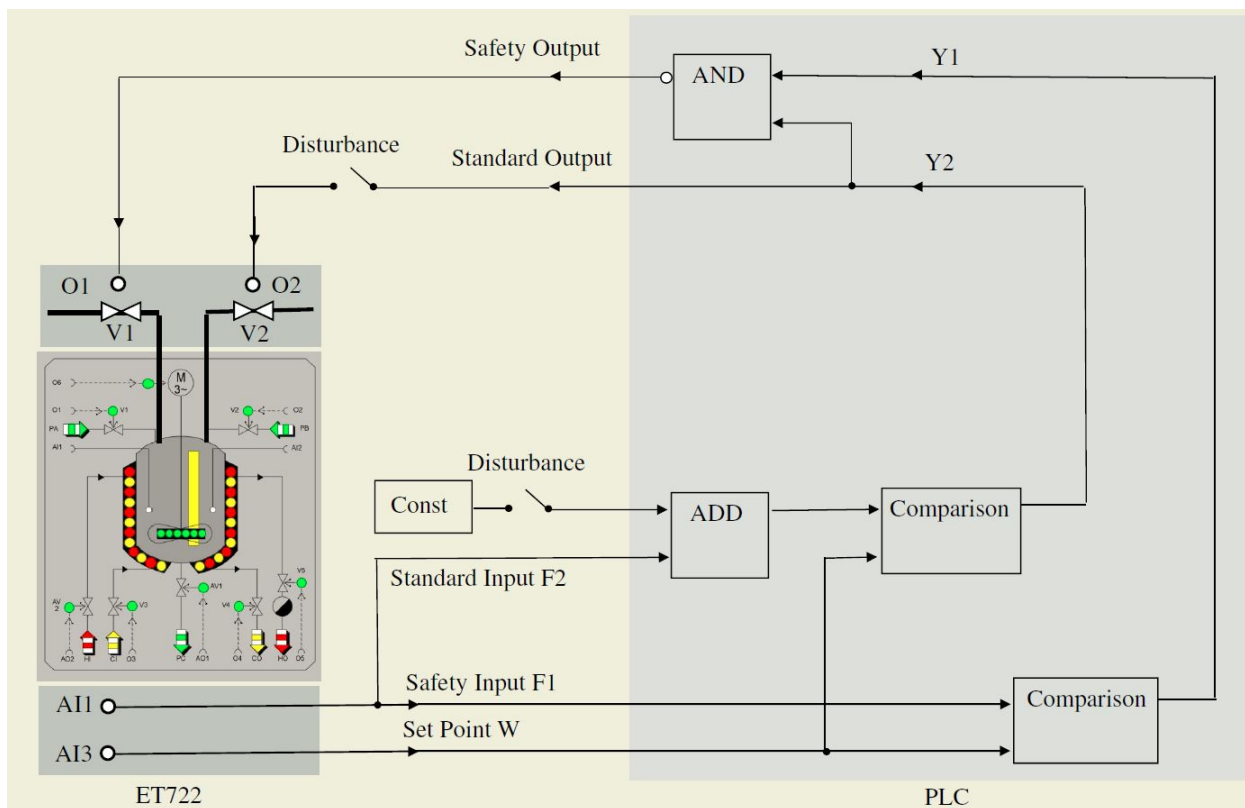


Abbildung 4.19: Aufbau der Simulation eines Fehlers beim PLCOpen Sicherheitskonzept [Quelle: Entnommen aus Prof. Dr. Ing. Serge Zacher (2012, S. 12)]



Abbildung 4.20: HMI-Bild um eine Störung bei PLCOpen und der Redundant Level Control aufzuschalten

[Quelle: Eigene Aufnahme]

In Abbildung 4.21 ist das Bild für die Standard Level Control zu sehen. Die Funktionen der Schalter sind oben aufgeführt.

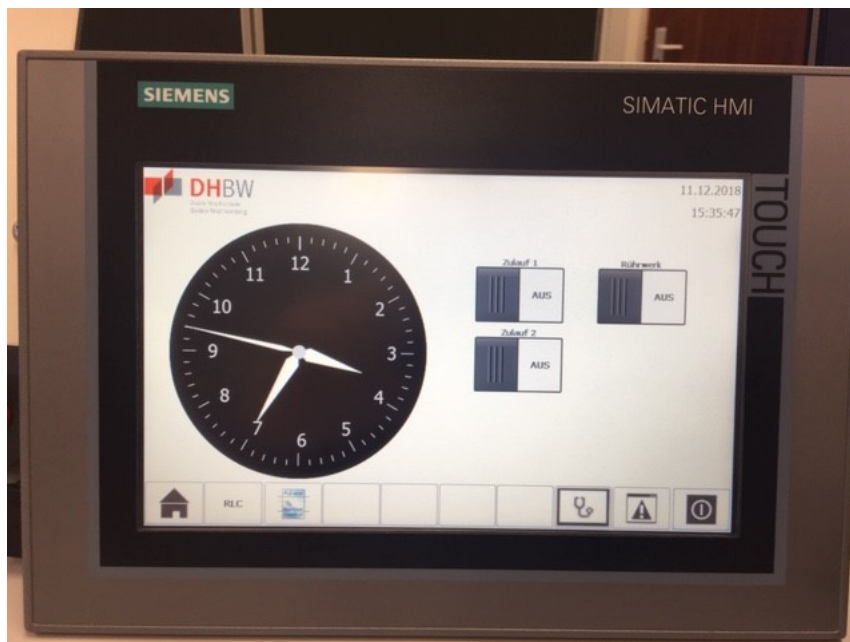


Abbildung 4.21: HMI-Bild für die Standard Level Control

[Quelle: Eigene Aufnahme]



## Eingriff eines Schalters auf den Prozess

Um einen Eingriff in den Prozess durch einen Schalter zu realisieren, muss durch betätigen des Schalters ein Merker gesetzt-, oder rückgesetzt werden. Diese Merker muss man vorher in der Variablentabelle des HMI Displays definieren. Dies wird in Abbildung 4.22 dargestellt. Als erstes wird der Name des Merkers vergeben sowie festgelegt, um welchen Datentyp es sich handelt.

Nun wird der definierte Merker mit einer Variable der SPS-Variablentabelle verbunden. Wird nun die Variable durch das HMI gesetzt, wird auch die Variable der SPS gesetzt und so ein Eingriff in den Prozess vollzogen.

Standard-Variablentabelle						
Name	Datentyp	Verbindung	PLC-Name	PLC-Variablen	Adresse	Zugriffsart
Ablauf	Bool	HMI_Verbin...	PLC_1	Ablauf_HMI	%M5.3	<Absoluter Zugri...
PLCOpen_Stoerung	Bool	HMI_Verbindun...	PLC_1	PLCopen_Stoerung	%M2.0	<Absoluter Zugri...
RedunStoerung	Bool	HMI_Verbindun...	PLC_1	RedundandStoerung	%M2.1	<Absoluter Zugri...
Rührwerk	Bool	HMI_Verbindun...	PLC_1	Rührwerk	%M5.2	<Absoluter Zugri...
Variable_Bildnummer	Int	<Interne Variabl...		<Undefiniert>		
Zulauf 1	Bool	HMI_Verbindun...	PLC_1	Y1	%M5.0	<Absoluter Zugri...
Zulauf 2	Bool	HMI_Verbindun...	PLC_1	Y2	%M5.1	<Absoluter Zugri...
<Hinzufügen>						

Abbildung 4.22: Variablentabelle des HMI aus dem TIA-Portal

[Quelle: Bildschirmaufnahme aus dem TIA Portal]

Um durch das Schalten des Schalters ein Bit zu setzten, muss in den Einstellungen des Schalters, bei dem Event „Umschalten EIN“ in der Funktion „Setze Bit“ der Name des vorher festgelegten Merkers eingestellt werden.

In dem Event „Umschalten AUS“ in der Funktion „Rücksetzte Bit“ muss der Name des Merkers eingesetzt werden. Nun wird der Merker gesetzt wenn der Schalter auf ein ist und Rückgesetzt, wenn der Schalter auf aus steht.