

Konzeption und Realisierung eines Laborversuches im Modul: VA2 Hochverfügbare und sichere Systeme

Name: Sebastian Richter **Matrikelnummer:** 572906
Name: Aaron Zielstorff **Matrikelnummer:** 567183

Fachbereich: FB1
Studiengang: M. Elektrotechnik
Fachsemester: 2. FS
Fach: VA2 Hochverfügbare und sichere Systeme
Dozent: Prof. Dr.-Ing. Stephan Schäfer
Abgabe am: 23. September 2022

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	7
1.1 Voraussetzungen	7
2 Anlagenbeschreibung	8
2.1 Betriebsbereiter Zustand	8
2.2 Normalbetrieb	9
2.3 Fehlerfall	9
3 Datenmodell	11
4 Verhaltensspezifikation	12
5 Stromlaufplan	14
6 Inbetriebnahme	31
6.1 Grundlagen	31
6.1.1 Anlagenübersicht	31
6.1.2 PROFINET-Gerätenamen und IP-Adressen im Raum WH G-420	32
6.2 Neues Projekt anlegen	33
6.2.1 TIA Portal öffnen	33
6.2.2 Projekt erstellen	33
6.2.3 Projektansicht öffnen	34
6.3 Konfiguration der S7-1500	35
6.3.1 S7-1500 hinzufügen	35
6.3.2 Kommunikation herstellen	36
6.3.3 Security-Einstellungen der S7-1500	38
6.3.4 IP-Adresse und Vergabe des PROFINET-Gerätenamen der S7-1500	41
6.4 Konfiguration der ET 200SP	43
6.4.1 ET 200SP hinzufügen	43
6.4.2 Module hinzufügen	44
6.4.3 Geräteversionen tauschen	46
6.4.4 IP-Adresse und Vergabe des PROFINET-Gerätenamen der ET 200SP	47
6.5 PROFINET-Verbindung	49
6.5.1 Verbindung herstellen	49
6.5.2 Fehlersicherheit aktivieren	49
6.5.3 Überprüfung des internen PROFINET-Gerätenamens der ET 200SP	49
6.5.4 Überprüfung der IP-Adressen der Geräte	50
6.6 Laden und Übersetzen der Hard- und Software	52

6.7	Vergabe der PROFIsafe-Adressen	53
7	Programmdokumentation und Funktionsbausteinbeschreibung	54
7.1	Hauptprogramm und eigene Funktionsbausteine	54
7.1.1	Main-File	54
7.1.2	Funktionsbaustein der Zustände	58
7.1.3	Blinker-Funktionsbaustein	59
7.2	Safety-Programm	60
7.2.1	Grundlagen sichere Programme	60
7.2.2	Struktur von Sicherheitsprogrammen	60
7.2.3	Datenaustausch: Anwenderprogramm - Sicherheitsprogramm	62
7.2.4	Variablen der F-Peripherie-DBs	63
7.2.5	Main-Safety-File	69
7.3	Visualisierung	75

Literaturverzeichnis	76
-----------------------------	-----------

Abbildungsverzeichnis

2.1 Technologieschema	8
4.1 Automatengraph Normalbetrieb	12
4.2 Automatengraph Fehlerfall	13
6.1 Anlagenübersicht	31
6.2 Reale Anlage	31
6.3 IP-Adressen und PROFINET-Gerätenamen im Raum WH G-420	32
6.4 TIA Portal öffnen	33
6.5 Neues Projekt erstellen	33
6.6 Projektansicht öffnen	34
6.7 Neues Gerät hinzufügen	35
6.8 S7-1500 auswählen	35
6.9 Hardware ermitteln	36
6.10 Kommunikation herstellen	36
6.11 Gerät als vertrauenswürdig einstufen	37
6.12 Nicht als Voreinstellung übernehmen	37
6.13 Security Einstellungen Teil 1	38
6.14 Security Einstellungen Teil 2	39
6.15 Security Einstellungen Teil 3	40
6.16 Passwortschutz entfernen	40
6.17 Anschluss an PROFINET-Schnittstelle	41
6.18 IP-Adresse der S7-1500 eingeben	41
6.19 PROFINET-Gerätename der S7-1500 eingeben	42
6.20 Modulbezeichnung am Beispiel des IM 155-Interfacemoduls	43
6.21 Dezentrale Peripherie hinzufügen	43
6.22 Übersicht der Module der dezentralen Peripherie	44
6.23 Module hinzufügen	45
6.24 Potenzialgruppe anpassen	45
6.25 Geräteversion des IM 155-Interfacemoduls tauschen	46
6.26 Geräteversion des F-DQ-Moduls tauschen	46
6.27 Bezeichnung der PROFINET-Schnittstelle der ET 200SP	47
6.28 Vergabe der IP-Adresse der ET 200SP	47
6.29 Vergabe des PROFINET-Gerätenamen der ET 200SP	48
6.30 PROFINET-Verbindung herstellen	49
6.31 Fehlersicherheit aktivieren	49
6.32 Überprüfung des internen Gerätenamens der ET 200SP	50
6.33 Überprüfung der IP-Adressen der Geräte	51
6.34 Übersetzen der Hard- und Software	52

6.35 Laden der Hard- und Software	52
6.36 Vergabe der PROFIsafe-Adressen	53
7.1 Starten der Anlage	54
7.2 Stoppen der Anlage	55
7.3 Abfrage der Zustandsbedingungen	56
7.4 Beschreibung des Fehlerzustands	57
7.5 Setzen der Rückmeldungen der Schütze	57
7.6 Funktionsbaustein Zustände_DB()	58
7.7 Funktionsbaustein Blinker()	59
7.8 Zykluszeit Sicherheitsprogramm	60
7.9 Aufbau Sicherheitsprogramm	61
7.10 Not-Halt FB	69
7.11 Fehlerleuchtmelder	70
7.12 Motorschütz Förderschnecke	70
7.13 Motorschütz Förderband	71
7.14 Merker Endlage Förderschnecke	71
7.15 Merker Endlage Förderband	71
7.16 Diskrepanzauswertung Schütz Förderschnecke	72
7.17 Diskrepanzauswertung Schütz Förderband	73
7.18 Globale Diskrepanzauswertung	73
7.19 Vereinigung Quittieraufforderungen	74
7.20 FB zum globalen Quittieren	74
7.21 Visualisierung mit SIMATIC HMI	75

Tabellenverzeichnis

3.1	Datenmodell des Systems	11
6.1	Modulbezeichnungen, -nummern und -versionen	44
7.1	Datenaustausch zwischen Sicherheits- und Standard-Anwenderprogramm .	62
7.2	Zugriff auf Prozessabbild der Standardperipherie und F-Peripherie	62
7.3	Variablen der F-Peripherie-DBs	63
7.4	Wiedereingliederung nach Kanalpassivierung	66
7.5	Aufbau von DIAG	68

1 Einführung

Es sollen Fähigkeiten und Fertigkeiten für den Programmierwurf für sicherheitsgerichtete Anlagenmodelle (Funktionale Sicherheit nach DIN EN 61131-6) unter Verwendung von Beschreibungsmitteln und der Programmierung (Normsprachen nach DIN EN 61131-3) am Beispiel eines Silos mit Fördereinrichtung aufgebaut werden. Hierzu sollen zunächst unter Verwendung der textbasierten Programmiersprache „Strukturierter Text, ST“ sicherheitsgerichtete Programmelemente entwickelt werden. Für diesen Zweck wird die Siemens S7-1500 Industriesteuerung inklusive der dezentralen Peripherie ET 200 SP und deren Programmierumgebung TIA Portal V17 verwendet.

1.1 Voraussetzungen

Um die nachfolgend beschriebene Anlage in Betrieb nehmen und Fehler simulieren zu können, wird ein Bachelor-Abschluss in Elektrotechnik oder in einem anderen ingenieurwissenschaftlichen Studiengang vorausgesetzt. Zusätzlich wird das Wissen aus den Vorlesungen der Bachelor-Module „Grundlagen der Automation“, „Prozesssteuerungssysteme“ und „Projekt: Prozesssteuerungssysteme“ und der Nachweis der erfolgreichen Teilnahme an den jeweiligen Laborpraktika verlangt. Durch die erfolgreiche Teilnahme weist der Studierende die notwendigen Fähigkeiten im Bereich der ST-Programmierung nach.

2 Anlagenbeschreibung

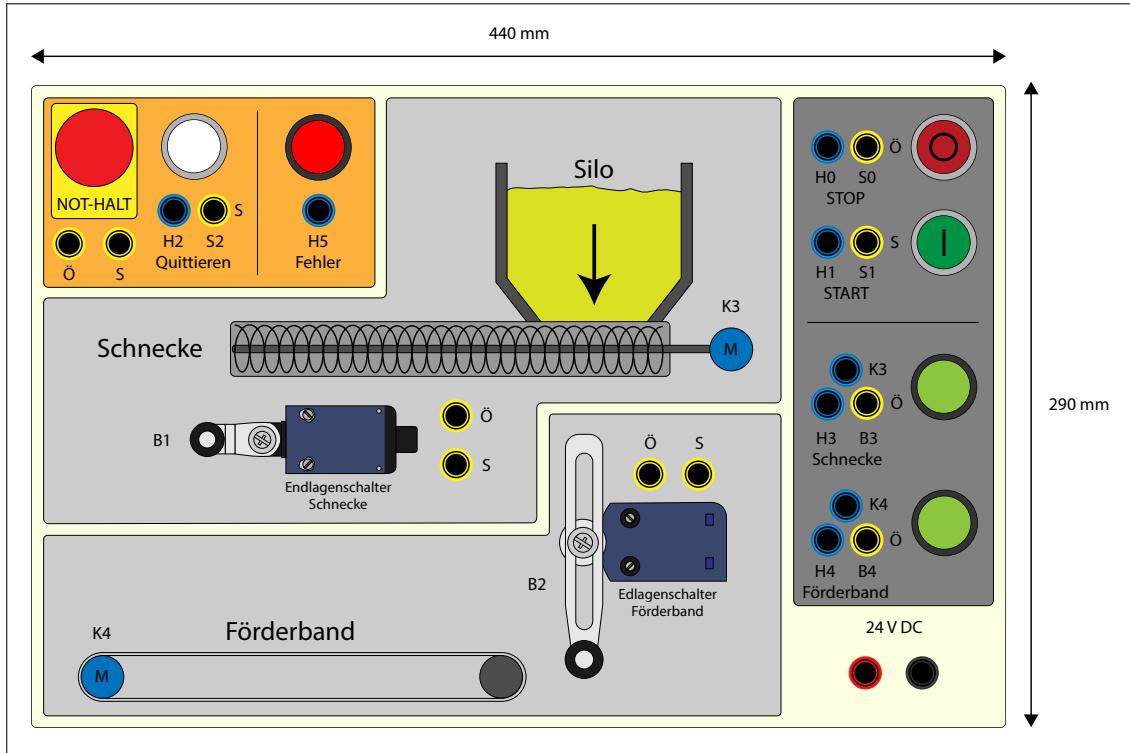


Abb. 2.1: Technologisches Schema der Anlage „Silo mit Förderanlage“

Die Versuchsanlage kann sich grundsätzlich in drei Betriebszustände befinden. Dabei handelt es sich um den **betriebsbereiten Zustand**, den **Normalbetrieb** und den **Fehlerfall**. Diese sind nachfolgend beschrieben.

2.1 Betriebsbereiter Zustand

Zunächst muss die Stromversorgung hergestellt werden. Der betriebsbereite Zustand wird erreicht, wenn für die Anlage kein Fehler detektiert wird. Zusätzlich dürfen die Endlagen der Förderschnecke und des Förderbandes (B1, B2) nicht auslösen. Die Motoren müssen ausgeschaltet sein, d.h. die SPS erhält FALSE-Signale der Hilfskontakte (B3, B4) der Schütze (K3, K4).

Sind die vorangegangenen Bedingungen erfüllt, blinkt der START-Leuchtdrucktaster (H1) mit einer vorgegeben Frequenz von $f = 1$ Hz. Der STOP-Leuchtdrucktaster (H0) ist ausgeschaltet.

2.2 Normalbetrieb

Die Anlage wird durch das Drücken des START-Leuchtdrucktasters (S1) vom betriebsbereiten Zustand in den Normalbetrieb überführt. Der START-Leuchtdrucktaster (H1) hört zu blinken auf und leuchtet nun dauerhaft. Der STOP-Leuchtdrucktaster (H0) leuchtet ebenfalls dauerhaft. Befindet sich die Anlage im Normalbetrieb, soll der Prozess des Materialtransports von einer Förderschnecke über ein Förderband simuliert werden. Die Ansteuerung der Förderschnecke und des Förderbandes erfolgt jeweils über eine zugeordnete Motorsteuerung. Die modellhaft dargestellten Motoren werden über Hilfsschütze (K3, K4) angesteuert. Der Schaltzustand der Schütze (B3, B4) wird über Hilfskontakte einerseits zur weiteren Auswertung auf die SPS (S7-1500) rückgeführt, andererseits erfolgt die Signalisierung an den Anwender mittels Leuchtmelder (H3, H4). Damit ein fehlerfreier Transport gewährleistet wird, muss das Förderband vier Sekunden vor der Schnecke anlaufen. Ebenfalls ist ein Nachlauf des Förderbandes von fünf Sekunden nach dem Stoppen der Förderschnecke erforderlich. Die Anlage besitzt sowohl für die Förderschnecke als auch das Förderband einen mechanischen Endlagensor (B1, B2). Das Erreichen der Endlagen wird der SPS signalisiert. Die Anlage wird durch das Drücken des STOP-Leuchtdrucktasters (S0) angehalten.

2.3 Fehlerfall

Tritt ein vom Normalbetrieb abweichender Anlagenzustand auf, wird dieser über die Steuerung bzw. das Steuerungsprogramm erkannt und über das Blinken des FEHLER-Leuchtmelders (H5) signalisiert (Blinktakt 1 Hz). Weiterhin findet ein NOT-Halt statt, so dass keine Gefährdung mehr von der Anlage ausgeht. Ist der Fehler behoben, leuchtet der Fehlerleuchtmelder dauerhaft und der QUITTIER-Leuchtdrucktaster (H2) blinkt mit 1Hz Taktfrequenz. Anschließend muss der Anwender den Fehler mit dem QUITTIER-Taster (S2) quittieren. Aus Sicherheitsgründen sollen sowohl kritische als auch unkritische Fehler quittiert werden. Die Anlage befindet sich nun wieder im betriebsbereiten Zustand. Über das erneute Betätigen des START-Leuchtdrucktasters (S1) nimmt die Anlage ihren Normalbetrieb wieder auf. Es ist möglich verschiedene Fehlersituationen an der Anlage zu simulieren. Diese werden folgendermaßen unterteilt:

1. Kritische Fehler
 - NOT-Halt Betätigung
 - Unplausible Sensorsignale
 - Fehlende Rückmeldung der Motorschütze
 - Mechanische Blockierung der Endlagensensoren
 - Abweichung innerhalb eines F-Kanals (Ein-/Ausgänge)

2. Unkritische Fehler

- Überschreiten der SPS-Zykluszeit (Watchdog-Meldung)
- Drahtbruch in der Signalleitung des START- oder STOP-Tasters
- Ausfall der SPS (Verlust der Spannungsversorgung)
- Förderband läuft nach Schnecke an
- Förderband stoppt vor Schnecke

Tritt einer der beschriebenen Fehlerfälle auf, wird die Anlage gestoppt. Es muss erst die Fehlerfreiheit vom Nutzer sichergestellt und quittiert werden, um die Anlage erneut zu starten.

3 Datenmodell

Die nachfolgende Datenpunktliste gibt einen Überblick über die zu verwendenden Ein- und Ausgänge:

Nr.	BMK	Text	Ort	Datentyp	SPS Adr.		
					Kanal	Öffner	Schließer
Normale E/A							
Eingänge							
1	S0	STOP-Leuchtdrucktaster	DI 8x24VDC HF	BOOL		%I 20.0	%I 20.1
2	S1	START-Leuchtdrucktaster	DI 8x24VDC HF	BOOL		%I 20.2	%I 20.3
3	S2	QUITTIER-Leuchtdrucktaster	DI 8x24VDC HF	BOOL		%I 20.4	
4	B3	Rückmeldung Motorschütz Förderschnecke	DI 8x24VDC HF	BOOL			
5	B4	Rückmeldung Motorschütz Förderband	DI 8x24VDC HF	BOOL			
Ausgänge							
6	H0	STOP-Leuchtdrucktaster	DQ 8x24VDC/0.5A HF	BOOL			%Q 12.0
7	H1	START-Leuchtdrucktaster	DQ 8x24VDC/0.5A HF	BOOL			%Q 12.1
8	H2	QUITTIER-Leuchtdrucktaster	DQ 8x24VDC/0.5A HF	BOOL			%Q 12.2
9	H3	Leuchtmelder Förderschnecke	DQ 8x24VDC/0.5A HF	BOOL			%Q 12.3
10	H4	Leuchtmelder Förderband	DQ 8x24VDC/0.5A HF	BOOL			%Q 12.4
Fehlersichere E/A							
Eingänge							
11	S5	NOT-HALT-Taster	F-DI 8x24VDC HF	BOOL	1	%I 22.0	%I 23.0
12	B1	Sensor Endlagenschalter Förderschnecke	F-DI 8x24VDC HF	BOOL	2	%I 22.1	%I 23.1
13	B2	Sensor Endlagenschalter Förderband	F-DI 8x24VDC HF	BOOL	3	%I 22.2	%I 23.2
Ausgänge							
14	H5	Fehlerleuchtmelder	F-DQ 4x24VDC/2A HF	BOOL			%Q 28.0
15	K3	Motorschütz Förderschnecke	F-DQ 4x24VDC/2A HF	BOOL			%Q 28.1
16	K4	Motorschütz Förderband	F-DQ 4x24VDC/2A HF	BOOL			%Q 28.2

Tab. 3.1: Datenmodell des hochverfügbaren und sicheren Systems Silo mit Förderschnecke und Förderband

Alle Leuchtdrucktaster (S0, S1 und S2) werden an der dezentralen Peripherie ET 200SP sowohl an dem digitalen Eingangsmodul „DI 8x24VDC HF“ für Schaltbefehle, als auch am digitalen Ausgangsmodul „DQ 8x24VDC/0,5A HF“ für Leuchtmeldungen (H0, H1, H2) einkanalig angeschlossen. Die Rückmeldungen der Hilfskontakte der Motorschütze (B3 und B4) erfolgen ebenfalls über das Modul „DI 8x24VDC HF“. Der Betrieb beider Motoren wird über zugehörige Leuchtmelder (H3 und H4) als Ausgänge des digitalen Ausgangsmodul „DQ 8x24VDC/0,5A HF“ signalisiert.

Die zweikanalig ausgeführten Eingänge (S5, B1, B2) werden an dem fehlersicheren Eingangsmodul „F-DI 8x24VDC HF“ der dezentralen Peripherie (ET 200SP) betrieben. Der Fehlerleuchtmelder (H5) sowie die Ansteuerung der Motorschütze der Förderschnecke (K3) und des Förderbandes (K4) werden an das fehlersichere Ausgangsmodul „F-DQ 4x24VDC/2.0A HF“ angeschlossen.

4 Verhaltensspezifikation

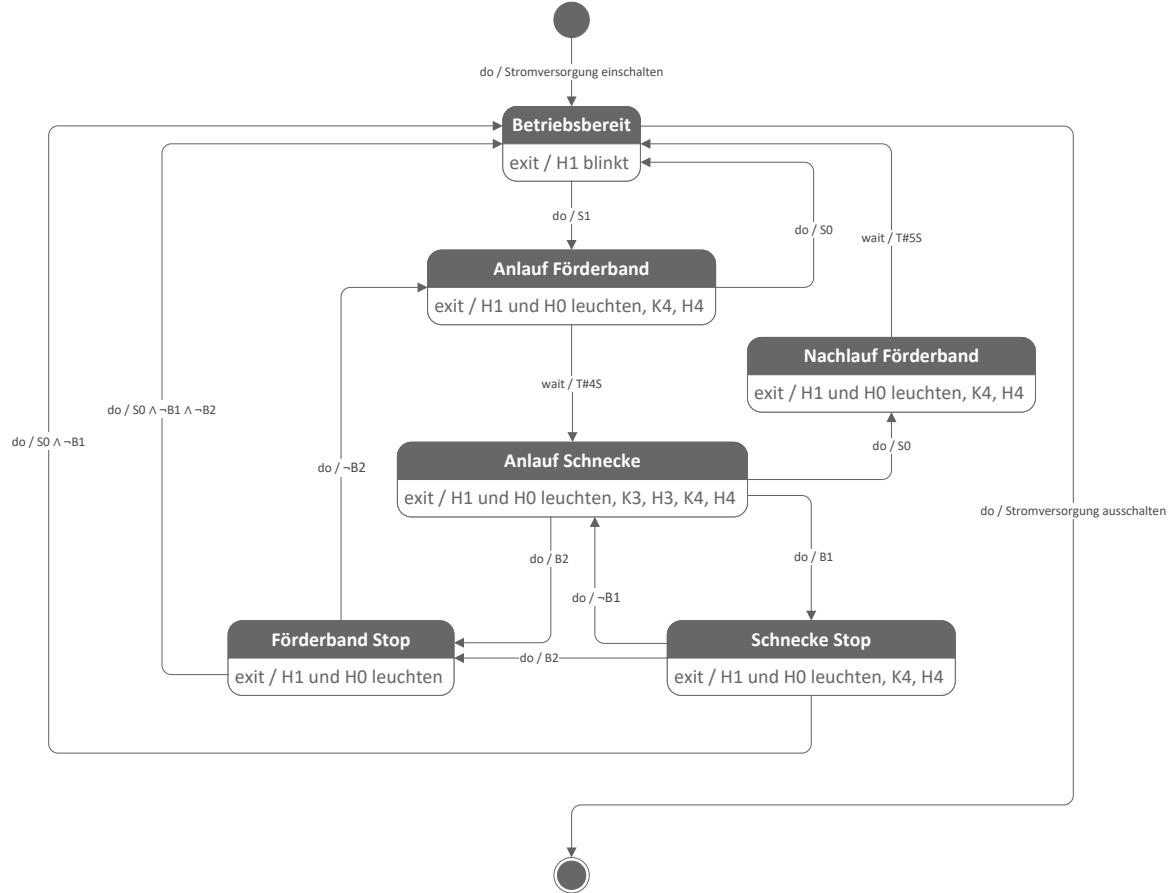


Abb. 4.1: Moore Automatengraph des Normalbetriebs

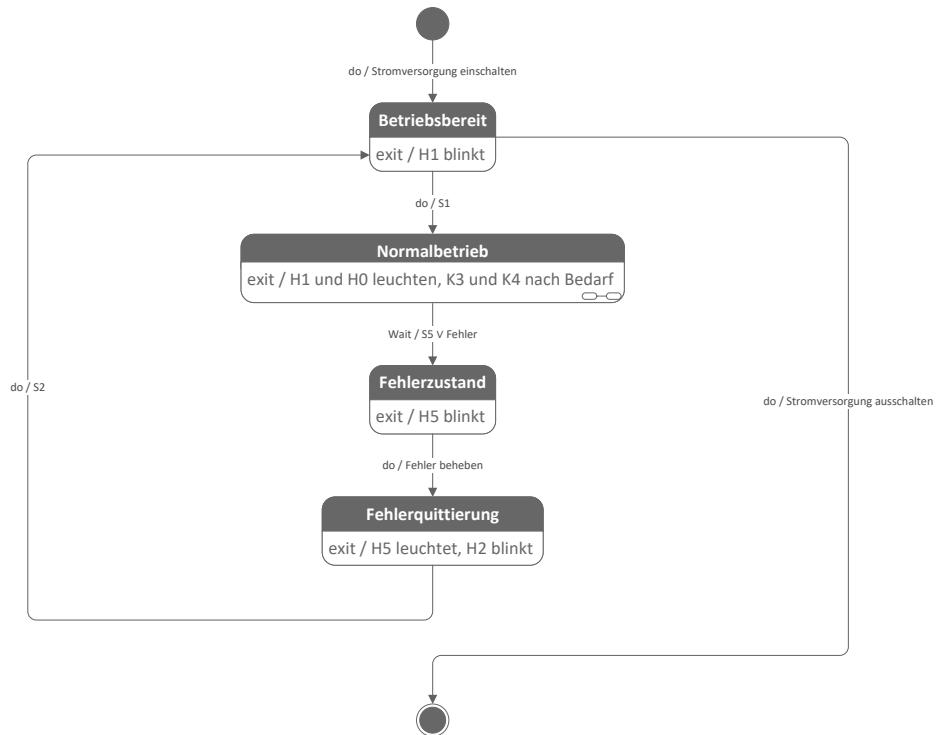


Abb. 4.2: Moore Automatengraph des Fehlerfalls

5 Stromlaufplan

הנתק

**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**



Projekt:

Silo mit Förderanlage Modul HSS

Kunde:

HTW Berlin FB1 S. Schäfer
Wilhelminenhofstraße 75A
12459 Berlin

A		B	C	D	E	F																																																											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																								
Verdrahtungsvorgaben																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kabeltyp</th><th>Spannungsbereich</th><th>min. Querschnitt</th><th>Kennzeichnung</th><th>Code</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hauptstrom (L+)</td><td>24V DC</td><td>0,5mm²</td><td>Rot (RD)</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Hauptstrom (GND)</td><td>0V DC</td><td>0,5mm²</td><td>Schwarz (BK)</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Steuerleitung Gleichspannung</td><td>24V DC</td><td>0,5mm²</td><td>Blau (BU)</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>										Kabeltyp	Spannungsbereich	min. Querschnitt	Kennzeichnung	Code	Hauptstrom (L+)	24V DC	0,5mm ²	Rot (RD)	-	Hauptstrom (GND)	0V DC	0,5mm ²	Schwarz (BK)	-	Steuerleitung Gleichspannung	24V DC	0,5mm ²	Blau (BU)	-																																				
Kabeltyp	Spannungsbereich	min. Querschnitt	Kennzeichnung	Code																																																													
Hauptstrom (L+)	24V DC	0,5mm ²	Rot (RD)	-																																																													
Hauptstrom (GND)	0V DC	0,5mm ²	Schwarz (BK)	-																																																													
Steuerleitung Gleichspannung	24V DC	0,5mm ²	Blau (BU)	-																																																													
<p>Schutzzertifikat nach DIN ISO 16016 begehen!</p> <table border="1"> <tr> <td>vorherige Seite: 1</td><td>Zustand Änderung</td><td>Datum</td><td>Name</td><td>Projekt</td><td>Datum</td><td>Name</td><td>Kunde</td><td>Projektbeschreibung</td><td>Blattbeschreibung</td><td>nächste Seite: 3</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>15/08/2022</td><td>Telstar</td><td>Bearb.</td><td>04.08.2022</td><td>Zielstor</td><td>HTW Berlin FB1 S. Schäfer Wilhelminenstraße 75A 12459 Berlin</td><td>Silo mit Forderanlage Modul HSS Hochverfügbare und Verdrahtungsorganen und Gerätbezeichnungen</td><td>Proj.-Nr.: Stromlaufplan HSS</td><td>Anlage: Ort:</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td>Gegr.</td><td></td><td></td><td>Urspr.</td><td>Ers.f</td><td>Standort</td><td>Zeichn.-Nr.:</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td>Norm</td><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td><td></td><td>Blatt: 2 von 3</td> </tr> <tr> <td>0</td><td></td><td>1</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> </table>										vorherige Seite: 1	Zustand Änderung	Datum	Name	Projekt	Datum	Name	Kunde	Projektbeschreibung	Blattbeschreibung	nächste Seite: 3			15/08/2022	Telstar	Bearb.	04.08.2022	Zielstor	HTW Berlin FB1 S. Schäfer Wilhelminenstraße 75A 12459 Berlin	Silo mit Forderanlage Modul HSS Hochverfügbare und Verdrahtungsorganen und Gerätbezeichnungen	Proj.-Nr.: Stromlaufplan HSS	Anlage: Ort:					Gegr.			Urspr.	Ers.f	Standort	Zeichn.-Nr.:					Norm			3	4		Blatt: 2 von 3	0		1		2			5	6	7	8	9
vorherige Seite: 1	Zustand Änderung	Datum	Name	Projekt	Datum	Name	Kunde	Projektbeschreibung	Blattbeschreibung	nächste Seite: 3																																																							
		15/08/2022	Telstar	Bearb.	04.08.2022	Zielstor	HTW Berlin FB1 S. Schäfer Wilhelminenstraße 75A 12459 Berlin	Silo mit Forderanlage Modul HSS Hochverfügbare und Verdrahtungsorganen und Gerätbezeichnungen	Proj.-Nr.: Stromlaufplan HSS	Anlage: Ort:																																																							
				Gegr.			Urspr.	Ers.f	Standort	Zeichn.-Nr.:																																																							
				Norm			3	4		Blatt: 2 von 3																																																							
0		1		2			5	6	7	8	9																																																						

Վեճը անձագակացություն է և անհամար է

Figure 1. A schematic diagram of the experimental setup. The light source (laser) emits light through a lens and beam splitter. The beam splitter splits the light into two paths: one path goes through a polarizer and a lens to a photomultiplier tube (PMT), and the other path goes through a lens to a beam splitter. The beam splitter splits the light into two paths: one path goes through a lens to a PMT, and the other path goes through a lens to a beam splitter. This process repeats until the light is detected by a PMT.

Leiterquerschnitte und Gerätebezeichnungen A

Leiterquerschnitte und Gerätebezeichnungen

nach DIN VDE 0298-4
& DIN VDE 0891-1
(für einadrige Kabel)

Querschnitt	Stromstärke
0,08 mm ²	3,0 A
0,14 mm ²	4,5 A
0,25 mm ²	7,0 A
0,34 mm ²	8,0 A
0,50 mm ²	12,0 A
0,75 mm ²	15,0 A
1,00 mm ²	19,0 A
1,50 mm ²	24,0 A
2,50 mm ²	32,0 A
4,00 mm ²	42,0 A

Apparat, Maschine

B Behälter, Tank, Silo, Bunker

C Chemischer Reaktor

- D Dampferzeuger, Gasgenerator, offen
- F Filterapparat, Flüssigkeitsfilter, Gasfilter, Siebapparat

G Getriebe

K Kolonne
H Hänge-, Fuß- =,
B Befestigungsplatte

Elektromotor

P. Bimma

R Rührwerk, Rührbehälter mit Rührer, Mischer, Kneiter

S Schleudermaschine, Zentrifuge

Tackner

V Vordichtas Valkuuskuun Vantilat

וְאַבָּיו תְּבוּנָהוּ, וְגִוְעָלָהוּ, וְבָנוּגָרָהוּ

וְרֹאשׁוֹת־מִסְרָאֵל

X Zuteil-, Zerteileinrichtung, sonstige Geräte

Y Antriebsmaschinen außer Elektromotor

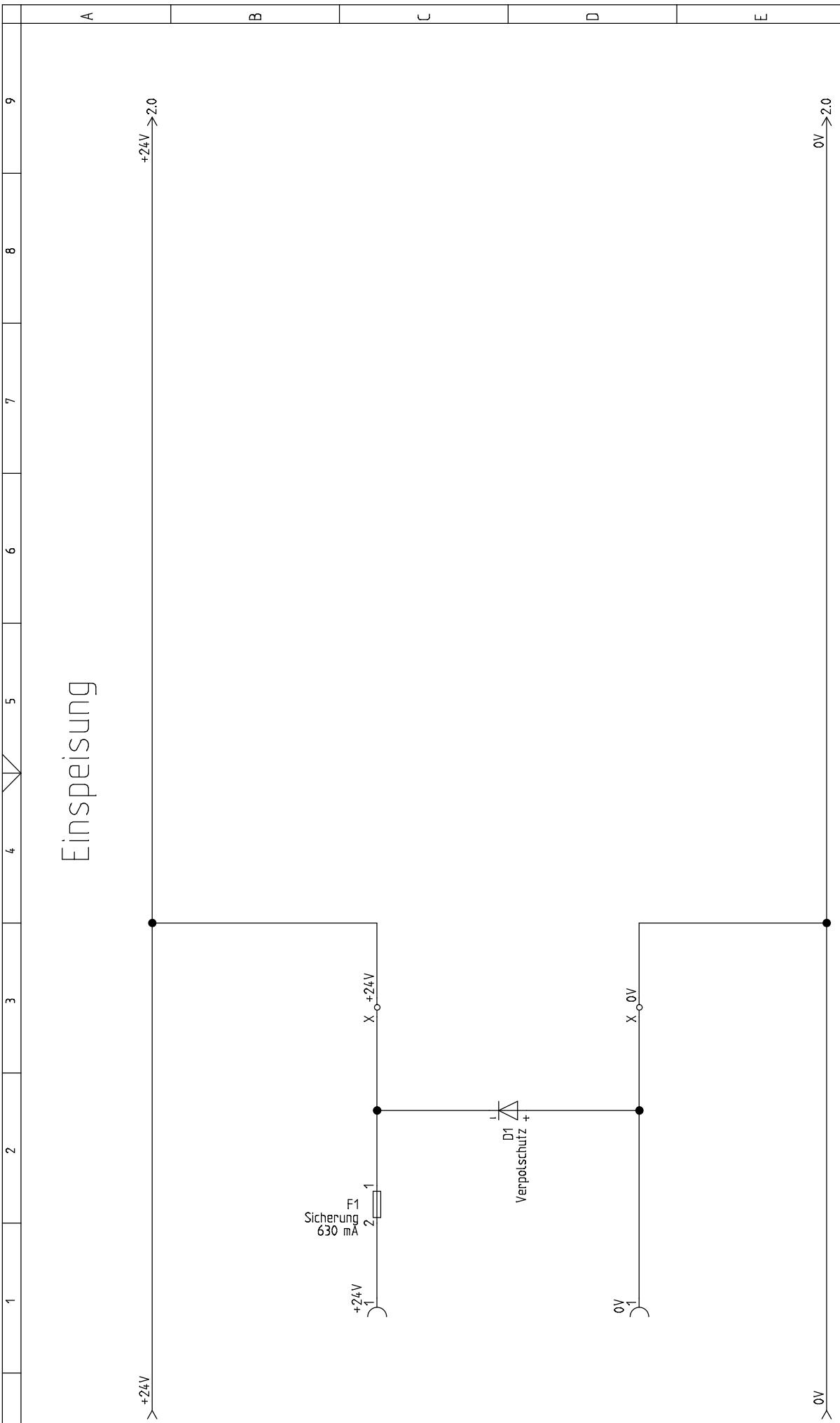
7 Zerkleinerungsmaschine

THE JOURNAL OF CLIMATE

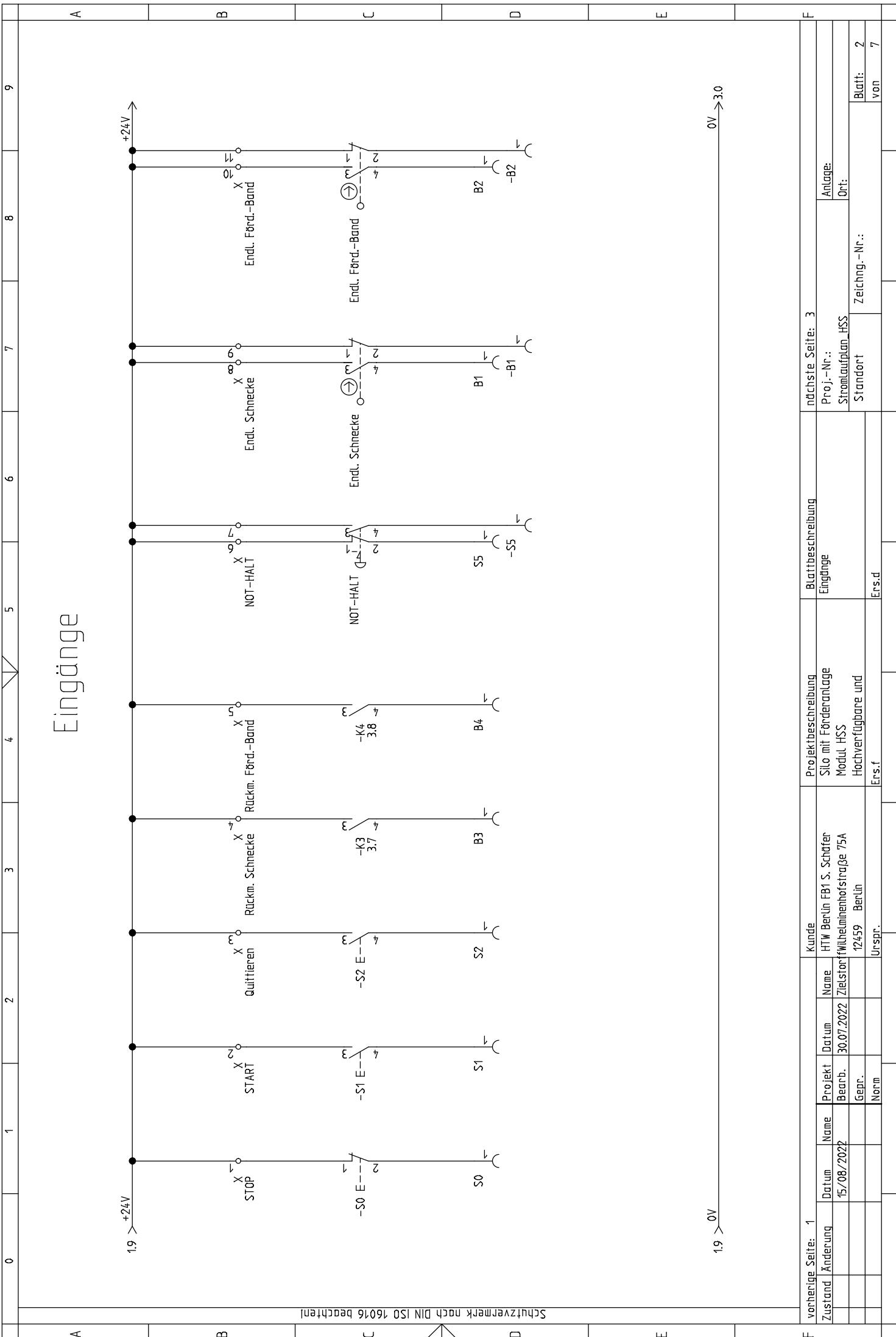
F
g Blattbeschreibung
Folien, anachorete, nächste Seite:

Stromaufwandskosten
und Gerätabezeichnungen

E	Fresd	Standort

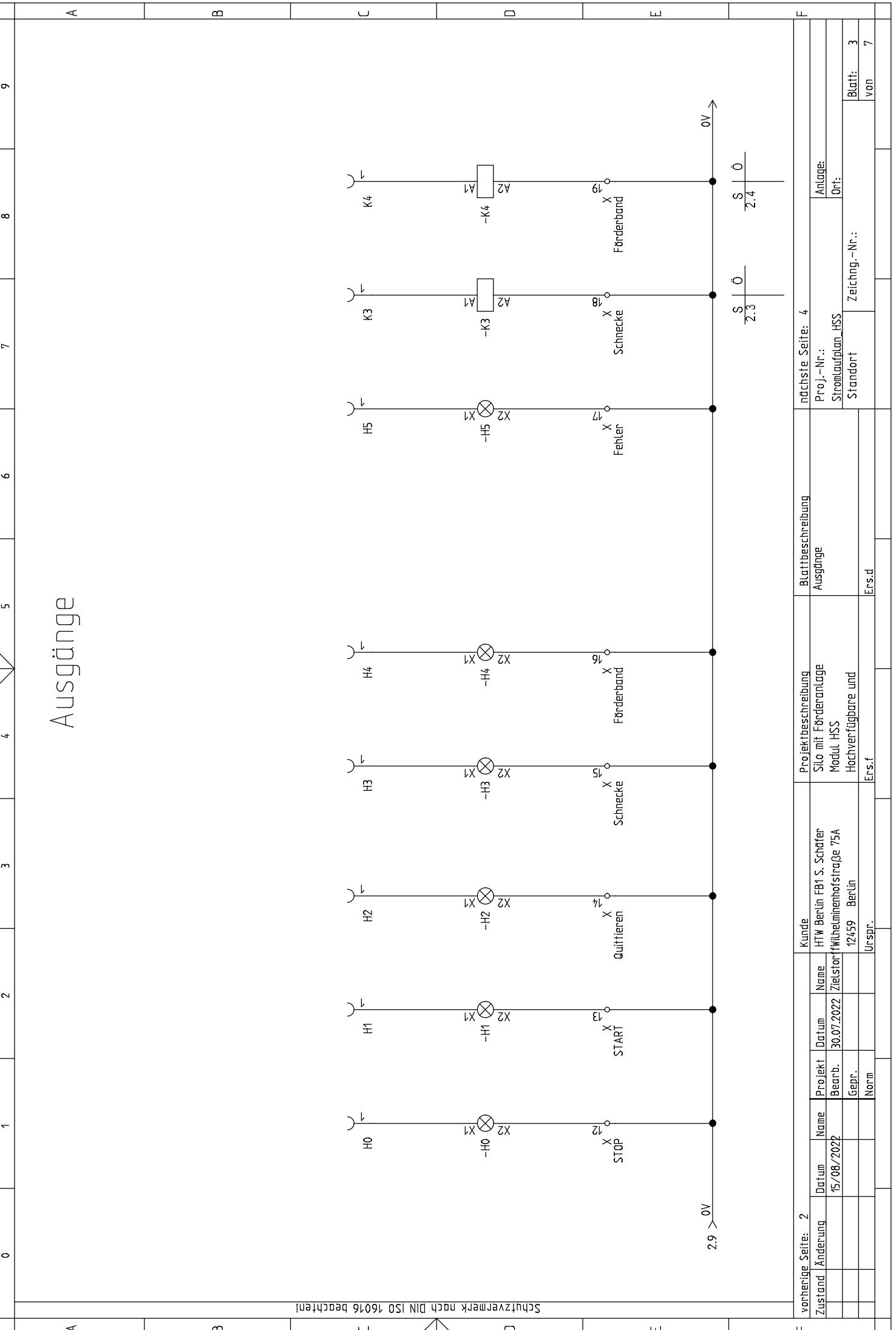


Schutzwermek nach DIN ISO 16016 beachtet



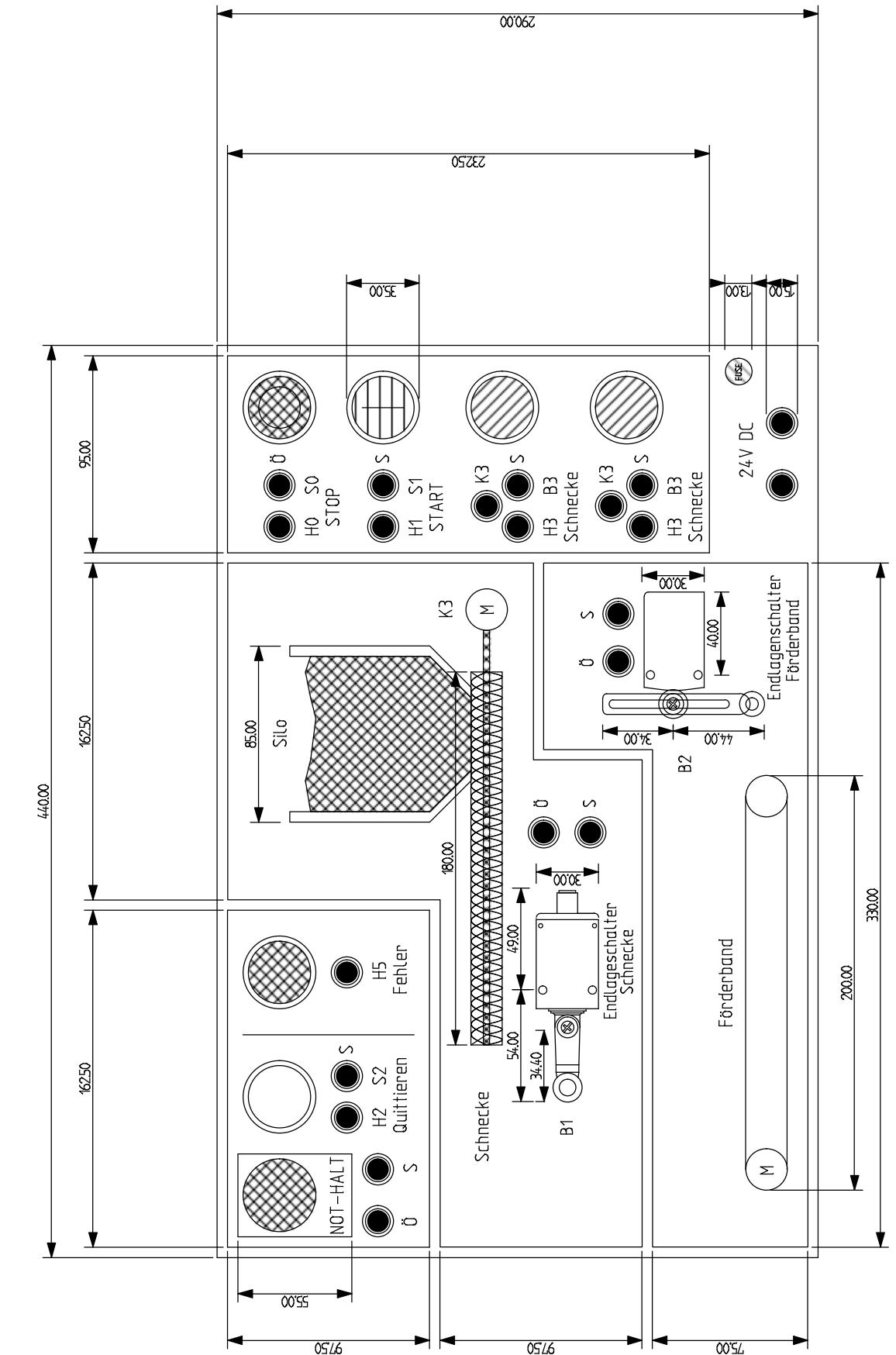
Schutzwermerk nach DIN ISO 16016 beachtet

Ausgänge



Aufbauplan – Vorderseite

Taster/Leuchten-Farben:



Schutzwermek nach DIN ISO 16016 beachtet

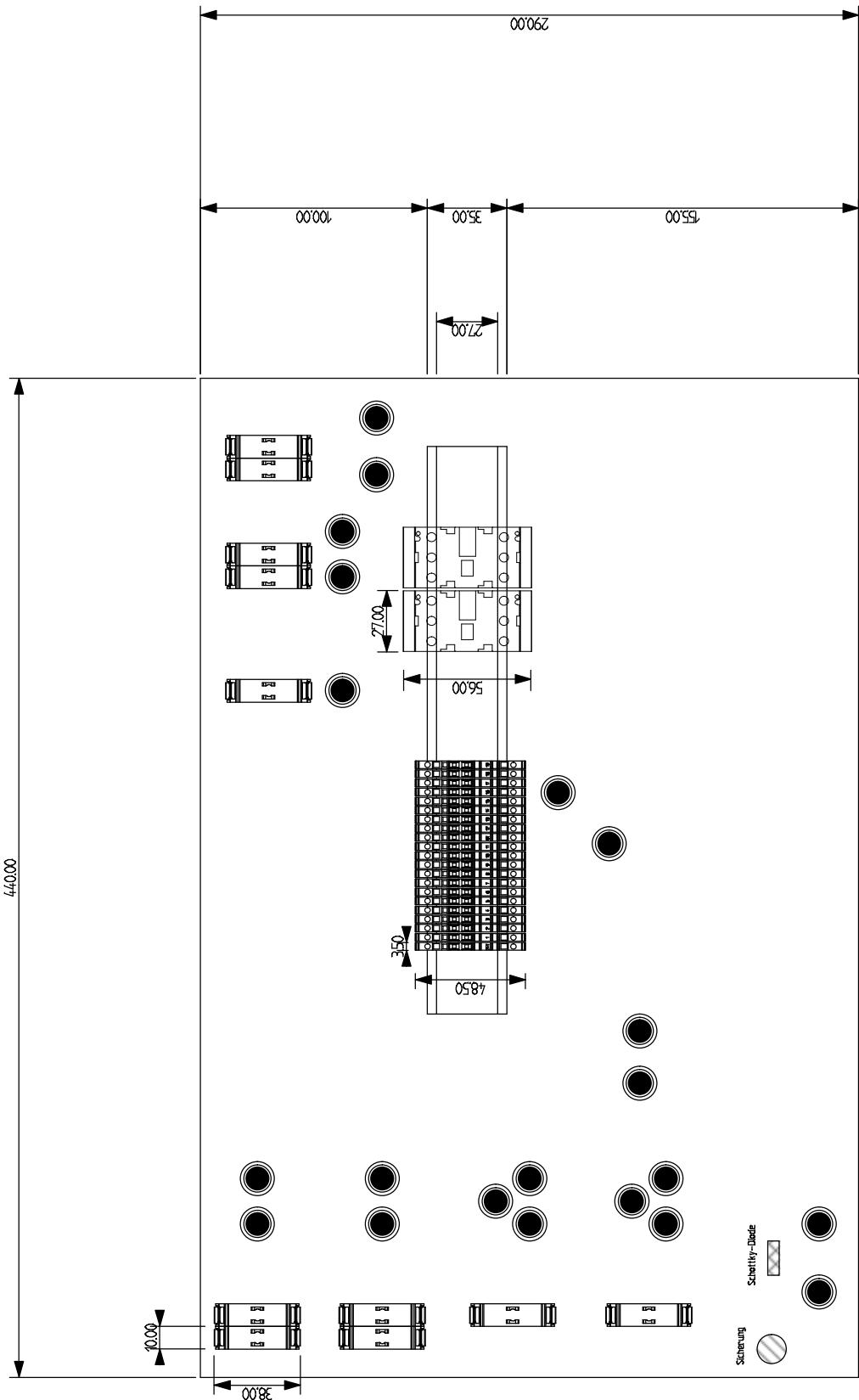
Figure 1. A schematic diagram of the experimental setup.

B

100

11

Aufbauplan – Rückseite



Schutzwellemark nach DIN ISO 16016 beachtet

Klemmenliste									
A	Ziel 1 (extern)	Anlage (=)	Ort (+)	Klemmennummer	Typ	Blatt / Index	Pfad	Ziel 2 (intern)	
A	+24V		+24V			1	3	D1:-	
	-S0:1			1	STOP	2	1	+24V	
	-S1:3			2	START	2	2	+24V	
	-S2:3			3	Quittieren	2	3	+24V	
	-K3:3			4	Rückm. Förder-Band	2	3	+24V	
	-K4:3			5	Rückm. Förder-Band	2	4	+24V	
	NOT-HALT:1			6	NOT-HALT	2	6	+24V	
	NOT-HALT:3			7		2	6	+24V	
	Endl. Schnecke:3			8	Endl. Schnecke	2	7	+24V	
	Endl. Schnecke:1			9		2	7	+24V	
B	Endl. Förder-Band:3			10	Endl. Förder-Band	2	8	+24V	
	Endl. Förder-Band:1			11		2	9	+24V	
	0V			0V		1	3	D1:+	
	0V			12	STOP	3	1	-H0:X2	
	0V			13	START	3	2	-H1:X2	
	0V			14	Quittieren	3	3	-H2:X2	
	0V			15	Schnecke	3	4	-H3:X2	
	0V			16	Förderband	3	5	-H4:X2	
	0V			17	Fehler	3	7	-H5:X2	
	0V			18	Schnecke	3	7	-K3:A2	
C	0V			19	Förderband	3	8	-K4:A2	
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
D	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
E	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
	0V								
F	vorherige Seite:								
	Zustand	Änderung	Datum	Name	Projekt	Datum	Name	Kunde	Blattbeschreibung
			15.08.2022	Bearb.	15.08.2022	Zielort	Wilhelminenhofstraße 75A	HTW Berlin FB1 S. Schäfer	Silo mit Förderanlage
				Gepr.				12459 Berlin	Modul HSS
				Norm					Hochverfügbare und
	0	1	2	3	4	5	6	Ers.d	Ers.d
G	0	1	2	3	4	5	6	7	8
H	0	1	2	3	4	5	6	7	8
I	0	1	2	3	4	5	6	7	8
J	0	1	2	3	4	5	6	7	8
K	0	1	2	3	4	5	6	7	8
L	0	1	2	3	4	5	6	7	8
M	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8
O	0	1	2	3	4	5	6	7	8
P	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Q	0	1	2	3	4	5	6	7	8
R	0	1	2	3	4	5	6	7	8
S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
T	0	1	2	3	4	5	6	7	8
U	0	1	2	3	4	5	6	7	8
V	0	1	2	3	4</td				

6 Inbetriebnahme

6.1 Grundlagen

6.1.1 Anlagenübersicht

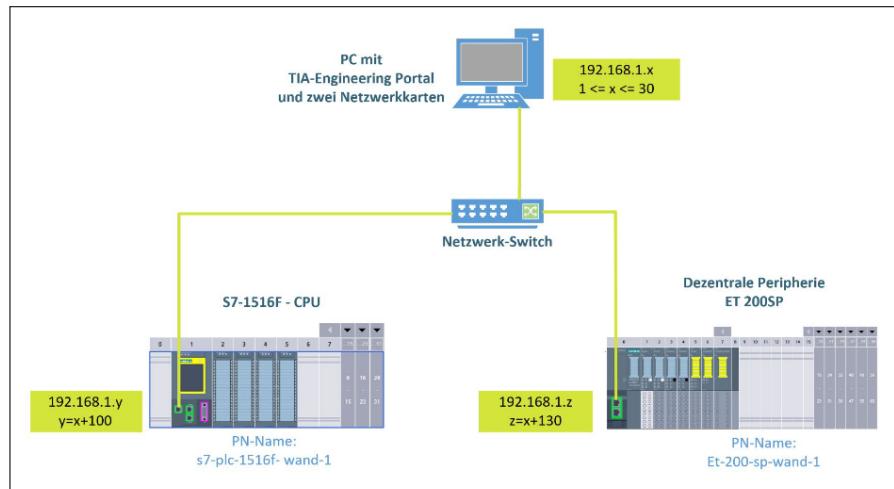


Abb. 6.1: Anlagenübersicht

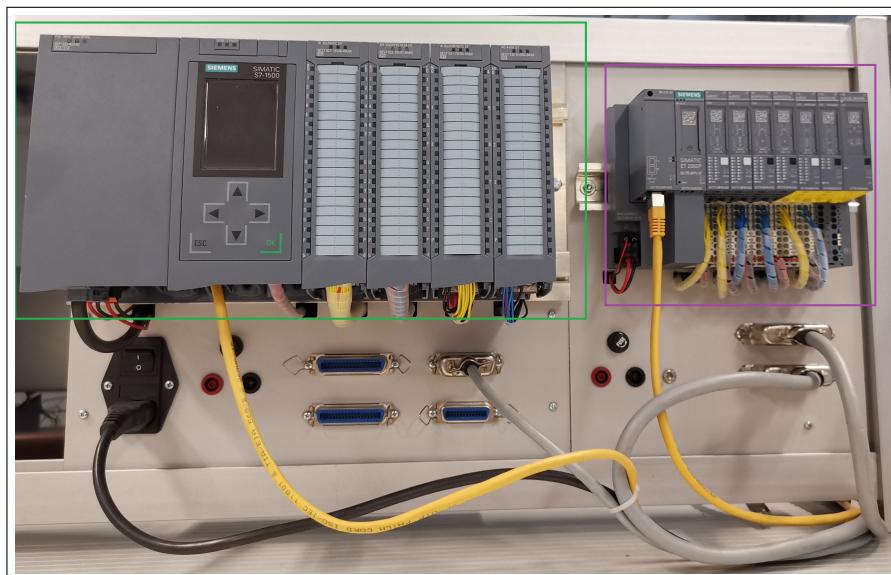


Abb. 6.2: Reale Anlage (links: S7-1500; rechts: ET 200SP)

6.1.2 PROFINET-Gerätenamen und IP-Adressen im Raum WH G-420

Raum WH G-420		
Subnetz: 255.255.255.0		
FB1-G420-04 192.168.1.14	FB1-G420-08 192.168.1.18	FB1-G420-12 192.168.1.22
s7-1500-fenster-4 192.168.1.114	s7-1500-gang-4 192.168.1.118	s7-1500-wand-4 192.168.1.122
et-200-fenster-4 192.168.1.134	et-200-gang-4 192.168.1.138	et-200-wand-4 192.168.1.142
FB1-G420-03 192.168.1.13	FB1-G420-07 192.168.1.17	FB1-G420-11 192.168.1.21
s7-1500-fenster-3 192.168.1.113	s7-1500-gang-3 192.168.1.117	s7-1500-wand-3 192.168.1.121
et-200-fenster-3 192.168.1.133	et-200-gang-3 192.168.1.137	et-200-wand-3 192.168.1.141
FB1-G420-02 192.168.1.12	FB1-G420-06 192.168.1.16	FB1-G420-10 192.168.1.20
s7-1500-fenster-2 192.168.1.112	s7-1500-gang-2 192.168.1.116	s7-1500-wand-2 192.168.1.120
et-200-fenster-2 192.168.1.132	et-200-gang-2 192.168.1.136	et-200-wand-2 192.168.1.140
FB1-G420-01 192.168.1.11	FB1-G420-05 192.168.1.15	FB1-G420-09 192.168.1.19
s7-1500-fenster-1 192.168.1.111	s7-1500-gang-1 192.168.1.115	s7-1500-wand-1 192.168.1.119
et-200-fenster-1 192.168.1.131	et-200-gang-1 192.168.1.135	et-200-wand-1 192.168.1.139

Abb. 6.3: IP-Adressen und PROFINET-Gerätenamen im Raum WH G-420

6.2 Neues Projekt anlegen

6.2.1 TIA Portal öffnen

Im PC-Menü „Start“ nach dem **TIA Portal** suchen (hier Version: V17) und Software starten.

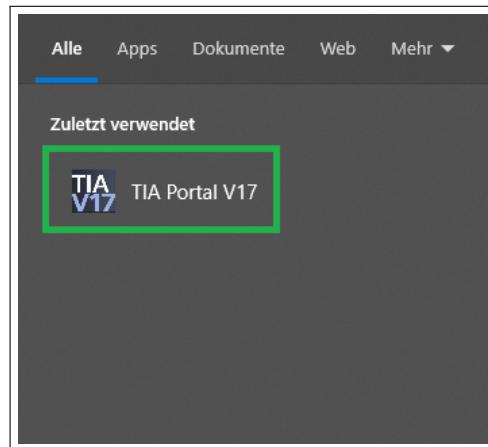


Abb. 6.4: TIA Portal öffnen

6.2.2 Projekt erstellen

Projektname, Pfad und Autor des neuen Projektes vergeben und mit „**Erstellen**“ bestätigen.

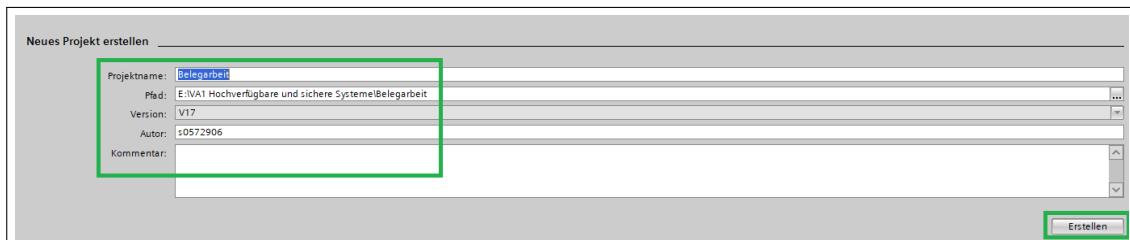


Abb. 6.5: Neues Projekt erstellen

6.2.3 Projektansicht öffnen

Die Projektansicht über „**Projektansicht öffnen**“ aufrufen und weitere Einstellungen vornehmen.

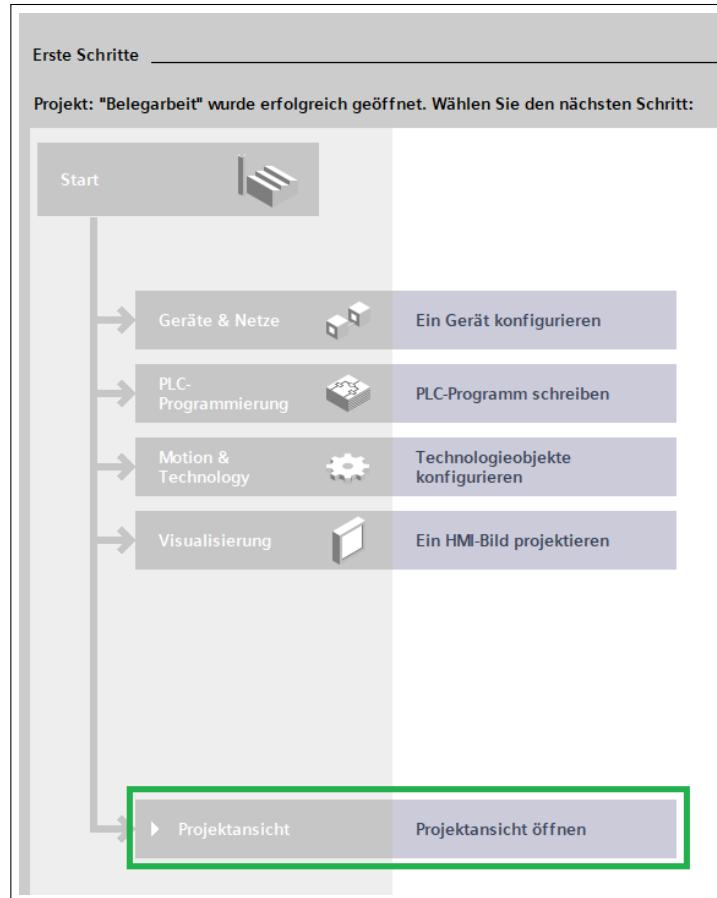


Abb. 6.6: Projektansicht öffnen

6.3 Konfiguration der S7-1500

6.3.1 S7-1500 hinzufügen

Über „**Neues Gerät hinzufügen**“ nach **6ES7 5XX-XXXXX-XXXX** suchen und mit „**OK**“ bestätigen.

Pfad: Controller > SIMATIC S7-1500 > CPU > Nicht spezifizierte CPU 1500

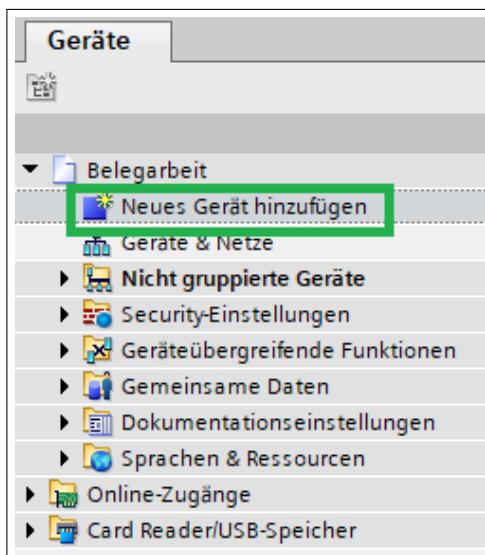


Abb. 6.7: Neues Gerät hinzufügen

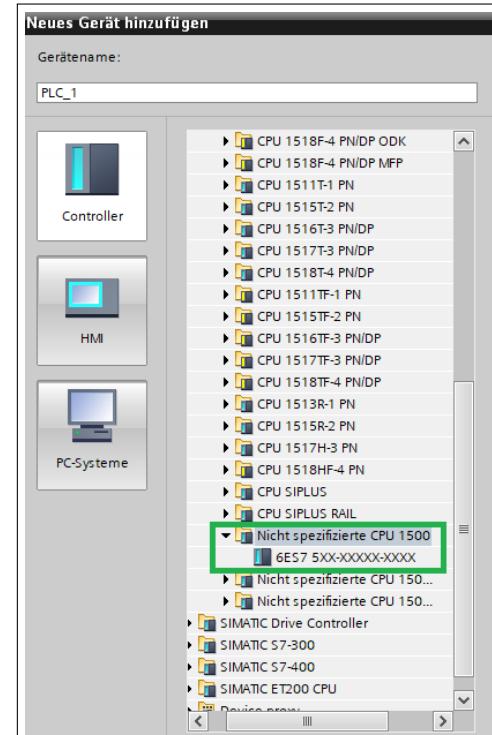


Abb. 6.8: S7-1500 auswählen

6.3.2 Kommunikation herstellen

In der **Gerätesicht** der S7-1500 über „**ermitteln**“ die entsprechende Hardware suchen.

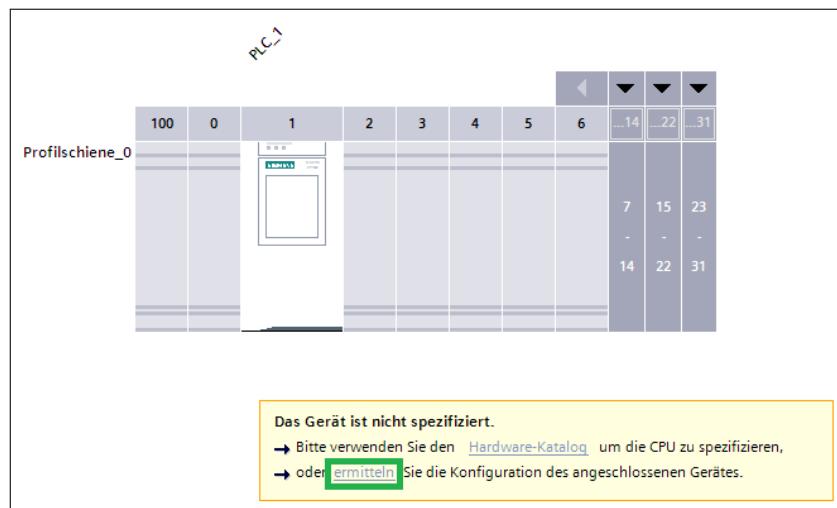


Abb. 6.9: Hardware ermitteln

Einstellungen der Schnittstelle vornehmen und mit „**Suche starten**“ nach Geräten suchen. Anschließend das richtige Gerät anhand der IP-Adresse (hier: 192.168.1.116) auswählen und mit „**Erkennen**“ bestätigen.

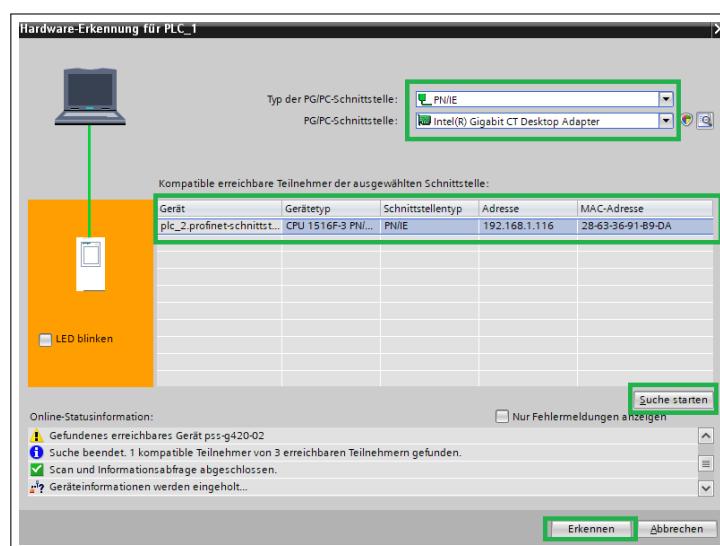


Abb. 6.10: Kommunikation herstellen

Da das Gerät erstmalig hinzugefügt wurde, ist es sinnvoll, dies als vertrauenswürdig einzustufen (Abbildung 6.11). Die gemachten Einstellungen sollen nicht als Voreinstellungen übernommen werden (Abbildung 6.12).

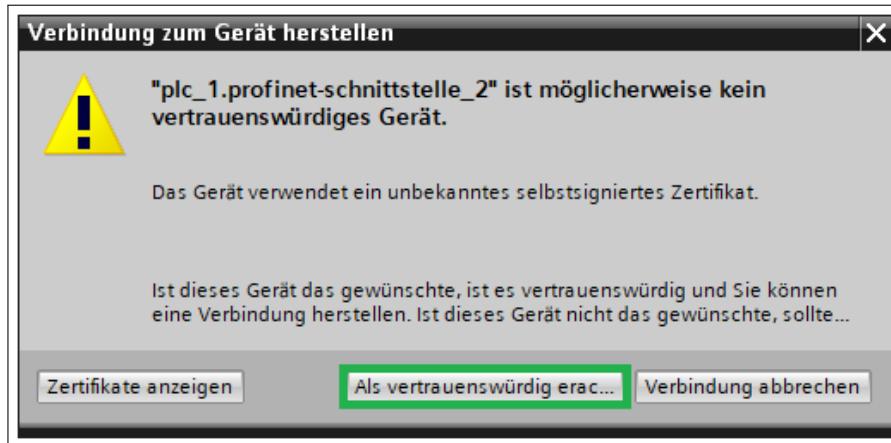


Abb. 6.11: Gerät als vertrauenswürdig einstufen

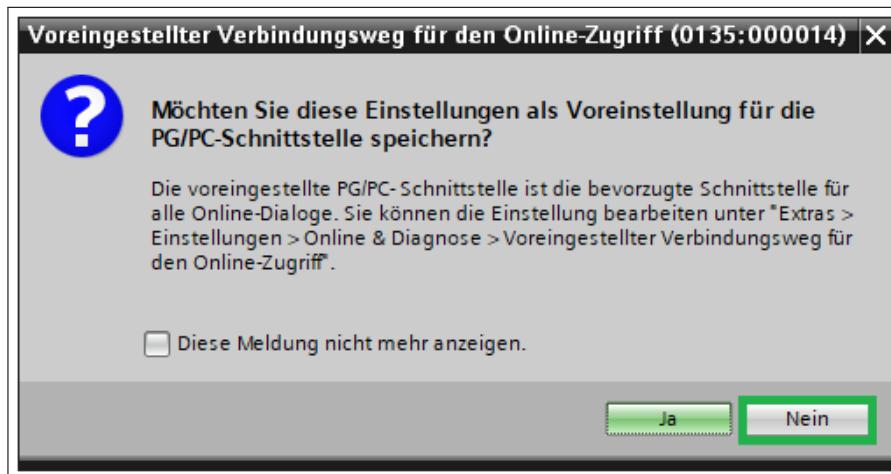


Abb. 6.12: Nicht als Voreinstellung übernehmen

6.3.3 Security-Einstellungen der S7-1500

Nachdem das Gerät erkannt wurde, öffnet sich das Fenster **PLC Security-Einstellungen**.
ACHTUNG: Dies hängt von der Version der S7-1500 ab.

1. Schutz vertraulicher PLC-Konfigurationsdaten deaktivieren:

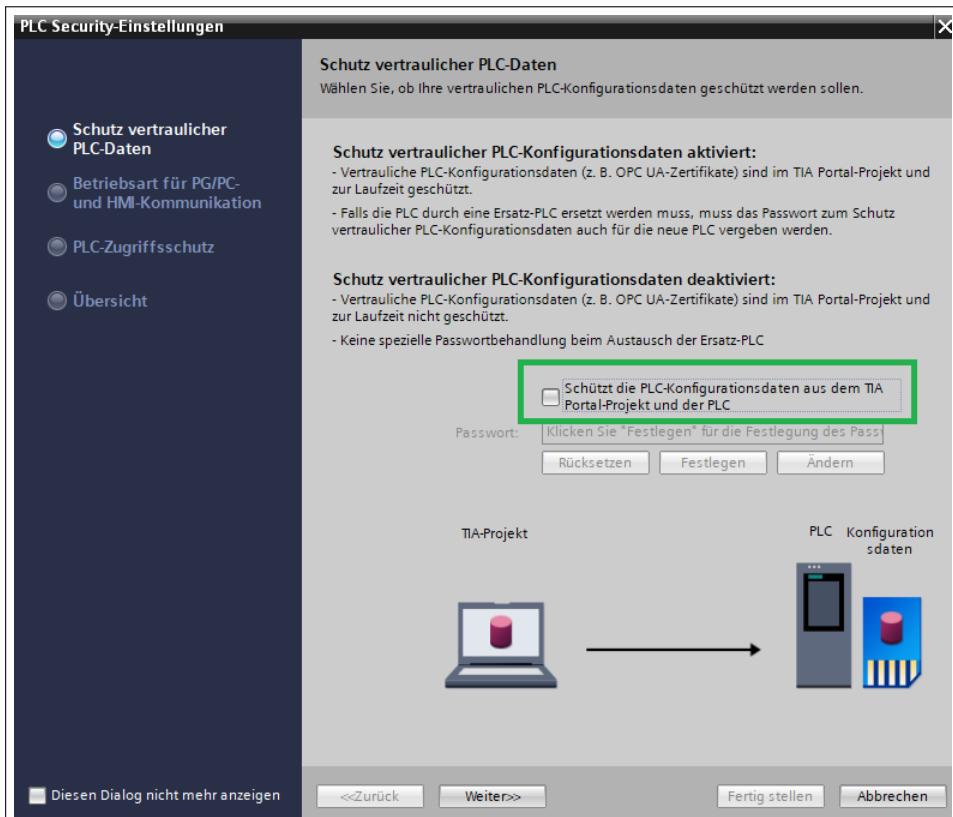


Abb. 6.13: Security Einstellungen Teil 1

2. Legacy- und Secure PG/PC-Kommunikation **nicht zulassen**:

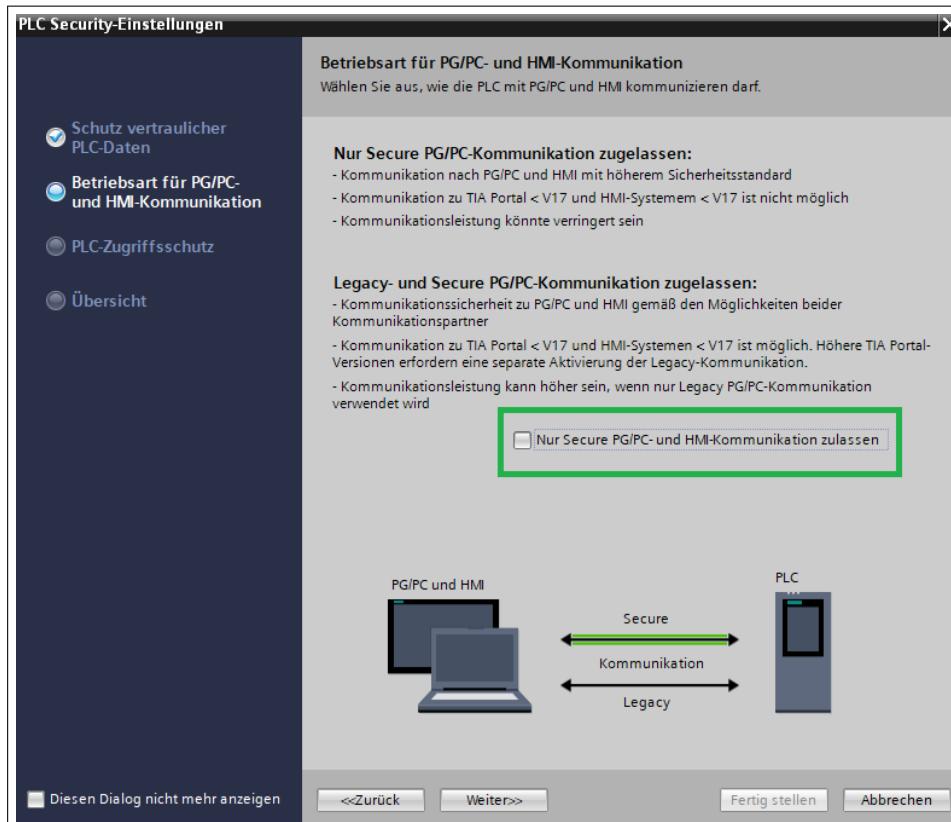


Abb. 6.14: Security Einstellungen Teil 2

3. Zugriffsstufe ohne Passwort auf **Vollzugriff inkl. fehlersicher (kein Schutz)** stellen:

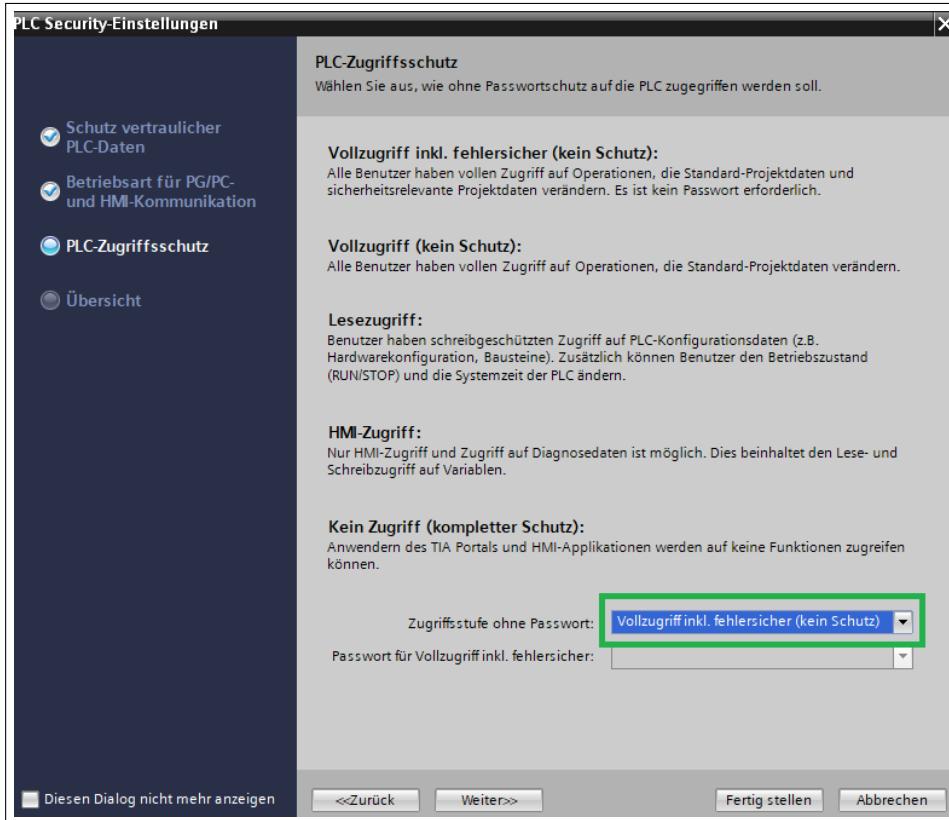


Abb. 6.15: Security Einstellungen Teil 3

Die Einstellungen mit „**Fertig stellen**“ übernehmen. Zuletzt über die **Gerätesicht** der S7-1500 den **Schreibzugriff deaktivieren**.

Pfad: Allgemein > Display > Passwort

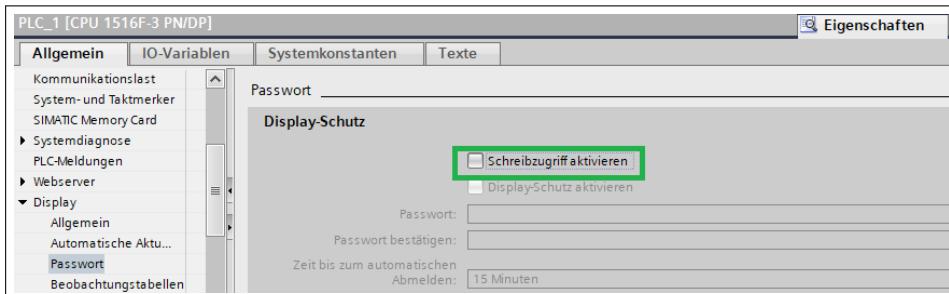


Abb. 6.16: Passwortschutz entfernen

6.3.4 IP-Adresse und Vergabe des PROFINET-Gerätenamen der S7-1500

Die jeweiligen IP-Adressen und PROFINET-Gerätenamen können der Abbildung 6.3 entnommen werden. Die Bezeichnung des PROFINET-Anschlusses ist **X2**.

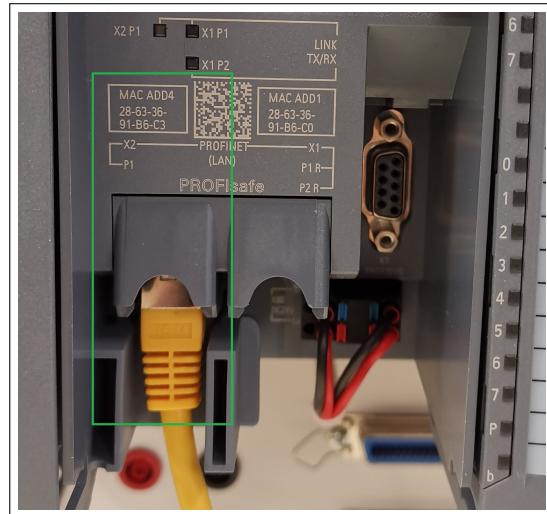


Abb. 6.17: Anschluss an PROFINET-Schnittstelle

1. IP-Adresse vergeben:

Pfad über **Gerätesicht**: Allgemein > PROFINET-Schnittstelle [X2] > Ethernet-Adressen

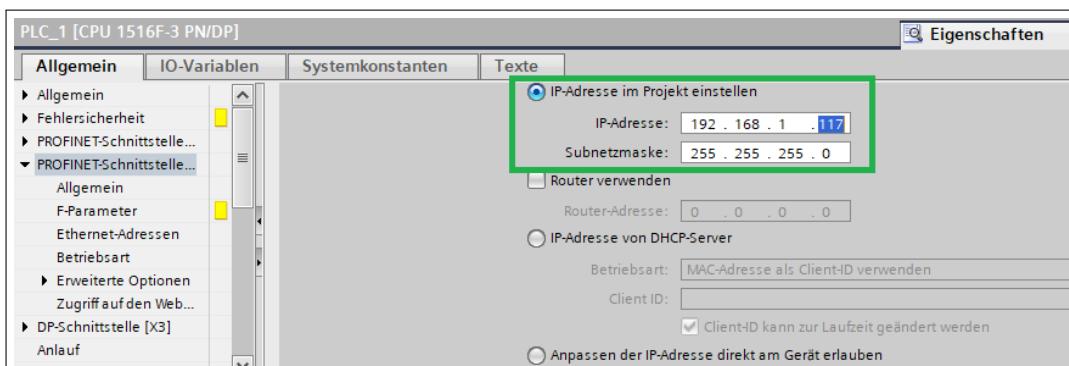


Abb. 6.18: IP-Adresse der S7-1500 eingeben

2. PROFINET-Gerätename vergeben:

Pfad über **Gerätesicht**: Allgemein > PROFINET-Schnittstelle [X2] > Ethernet-Adressen

Zur Eingabe des PROFINET-Gerätenamen das Häkchen bei „**PROFINET-Gerätename automatisch generieren**“ entfernen.

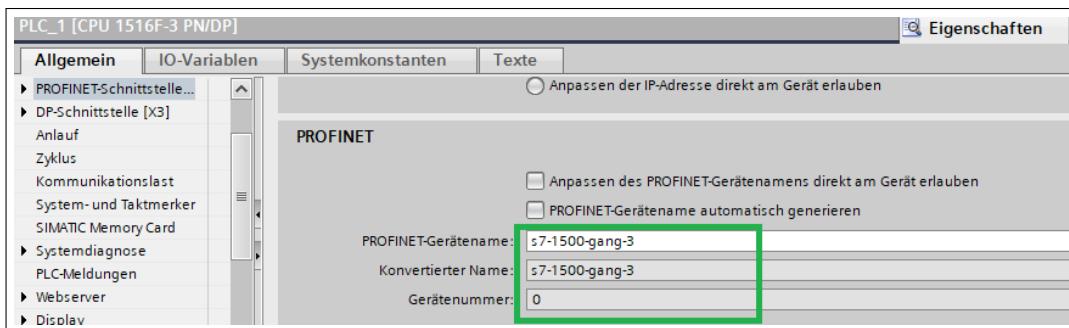


Abb. 6.19: PROFINET-Gerätename der S7-1500 eingeben

6.4 Konfiguration der ET 200SP

6.4.1 ET 200SP hinzufügen

Über die **Netzsicht** im Katalog nach der Bezeichnung des **IM 155-Interfacemoduls** suchen (hier: IM 155-6PN HF (6ES7155-6AU00-0CN0)) und hinzufügen.

Pfad: Katalog > Dezentrale Peripherie > ET 200SP > Interfacemodule > PROFINET > IM 155-6 PN HF

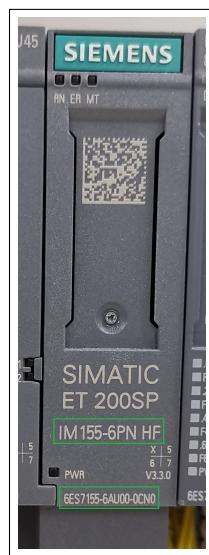


Abb. 6.20: Modulbezeichnung am Beispiel des IM 155-Interfacemoduls

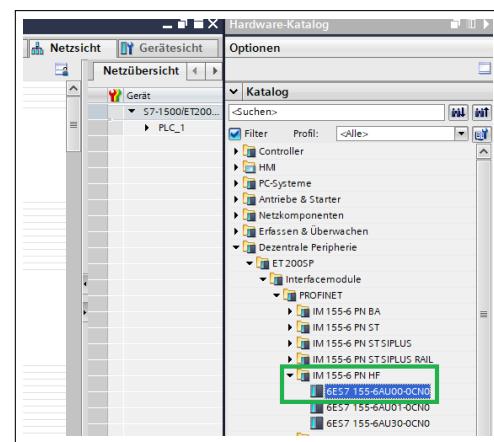


Abb. 6.21: Dezentrale Peripherie hinzufügen

6.4.2 Module hinzufügen

In der **Gerätesicht** der ET 200SP über den Katalog die weiteren Module hinzufügen.
ACHTUNG: Die Bezeichnungen auf den realen Modulen weichen teils von denen im TIA-Portal ab.



Abb. 6.22: Übersicht der Module der dezentralen Peripherie

Modulbezeichnung	Modulnummer	Version
DI 8x24VDC HF	6ES7131-6BF00-0CA0	2.0.0
DI 8x24VDC HF	6ES7131-6BF00-0CA0	2.0.0
DQ 8x24VDC/0.5A HF	6ES7132-6BF00-0CA0	2.0.1
DQ 8x24VDC/0.5A HF	6ES7132-6BF00-0CA0	2.0.1
F-DI 8x24VDC HF	6ES7136-6BA00-0CA0	1.0.5
F-DQ 4x24VDC/2A PM HF	6ES7136-6DB00-0CA0	1.0.3
F-RQ 24VDC/24...230VAC/5A ST	6ES7136-6RA00-09F0	1.0.0

Tab. 6.1: Modulbezeichnungen, -nummern und -versionen

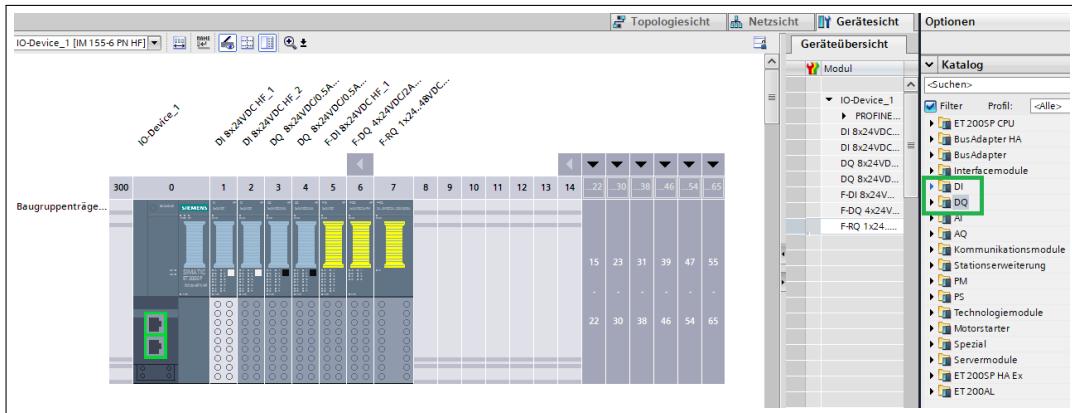


Abb. 6.23: Module hinzufügen

Alle eingefügten Module (bis auf: F-RQ 24VDC/24...230VAC/5A ST) werden zu einer **Potentialgruppe** hinzugefügt. Dies kann durch das Anklicken der Module und dem anschließenden auswählen von „**Neue Potentialgruppe ermöglichen (helle BaseUnit)**“ erfolgen.
Pfad: Allgemein > Potentialgruppe

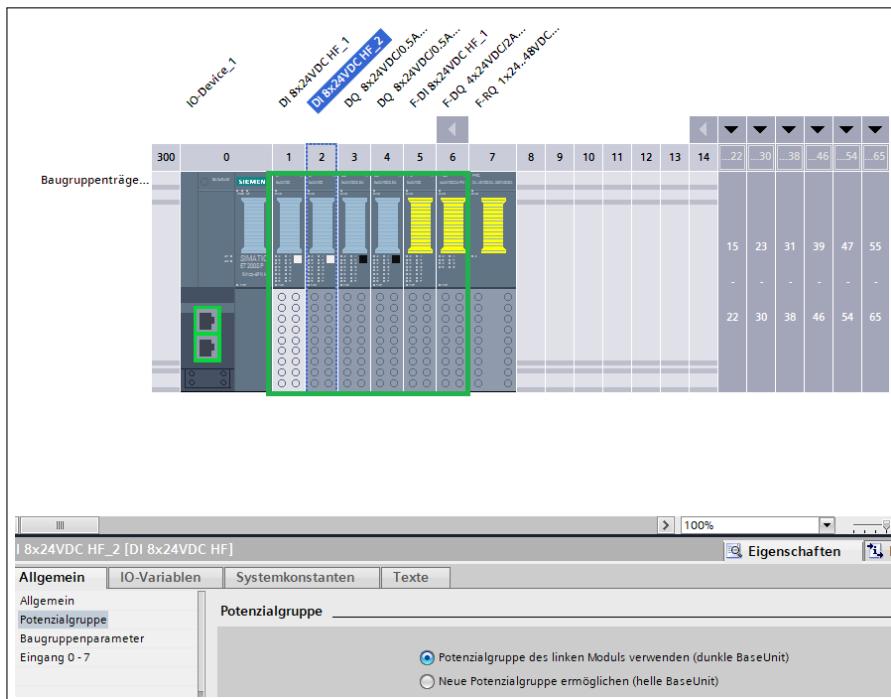


Abb. 6.24: Potenzialgruppe anpassen

6.4.3 Geräteversionen tauschen

Sofern dies nicht bereits beim Einfügen der Module beachtet wurde, müssen die Versionen des Interfacemoduls IM 155-6PN HF und des Moduls F-DQ angepasst werden. Dies kann durch einen Rechtsklick in der **Gerätesicht** auf das „**Modul > Geräte tauschen..**“ durchgeführt werden. Die Versionsnummern siehe Tabelle 6.1.

ACHTUNG: Die Artikel-Nummern müssen übereinstimmen.

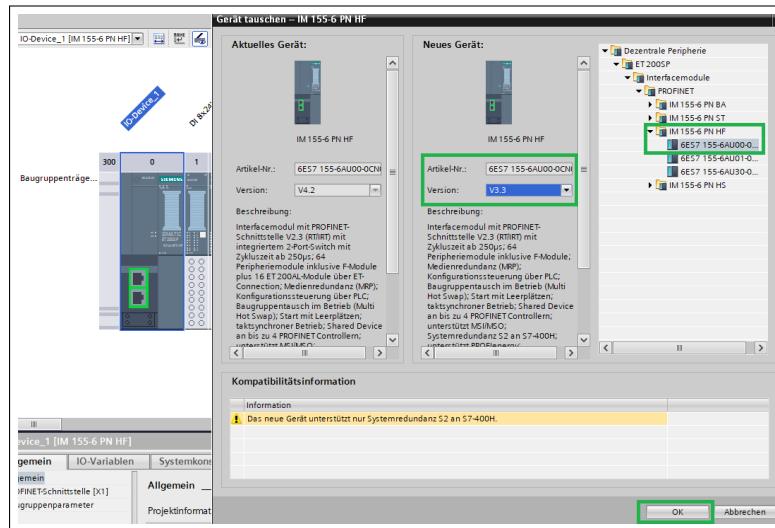


Abb. 6.25: Geräteversion des IM 155-Interfacemoduls tauschen

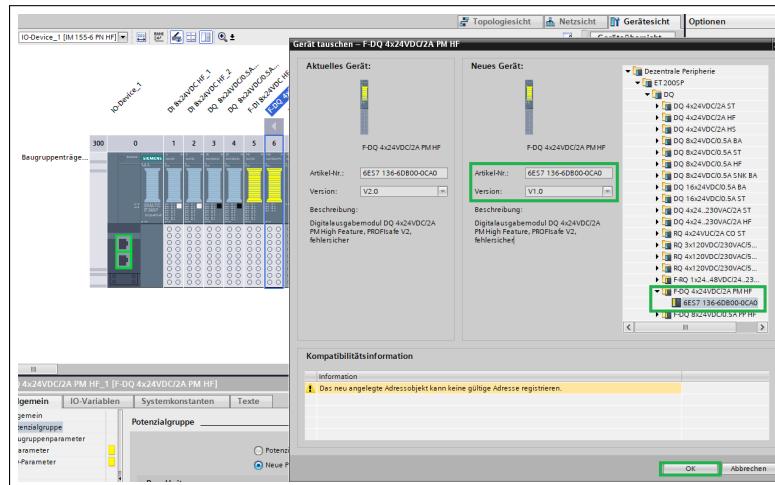


Abb. 6.26: Geräteversion des F-DQ-Moduls tauschen

6.4.4 IP-Adresse und Vergabe des PROFINET-Gerätenamen der ET 200SP

Die Bezeichnung der PROFINET-Schnittstelle der ET 200SP ist **X1**.



Abb. 6.27: Bezeichnung der PROFINET-Schnittstelle der ET 200SP

Die benötigte IP-Adresse und PROFINET-Gerätename können der Abbildung 6.3 entnommen werden. Die Einstellungen sind über die **Gerätesicht** des Gerätes ET 200SP sichtbar. Bei der Vergabe des PROFINET-Gerätenamens das Häkchen bei „**PROFINET-Gerätename automatisch generieren**“ entfernen.

Pfad: Allgemein > PROFINET-Schnittstelle [X1]

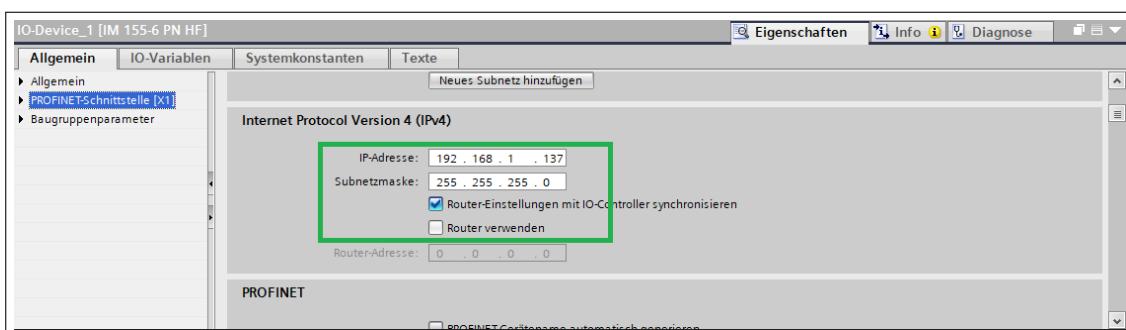


Abb. 6.28: Vergabe der IP-Adresse der ET 200SP

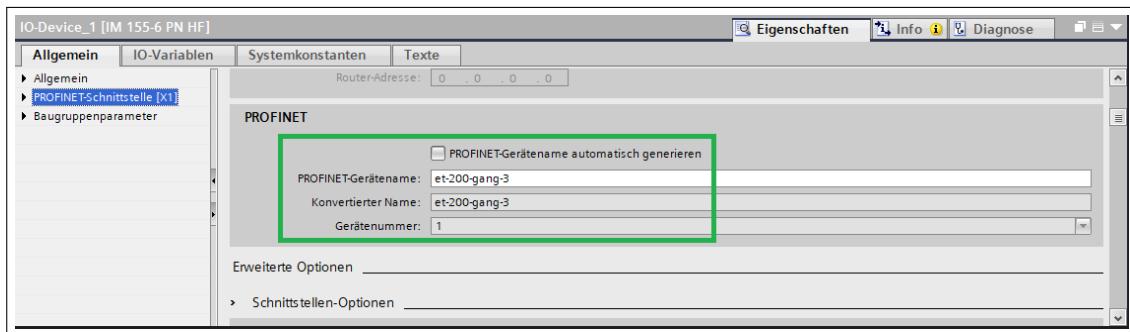


Abb. 6.29: Vergabe des PROFINET-Gerätenamen der ET 200SP

6.5 PROFINET-Verbindung

6.5.1 Verbindung herstellen

Die PROFINET-Verbindung beider Geräte und deren Module wird über die **Netzsicht** vorgenommen. Dabei ist auf die richtigen Anschlüsse zu achten (s. Unterunterabschnitt 6.3.4 und Unterunterabschnitt 6.4.4).

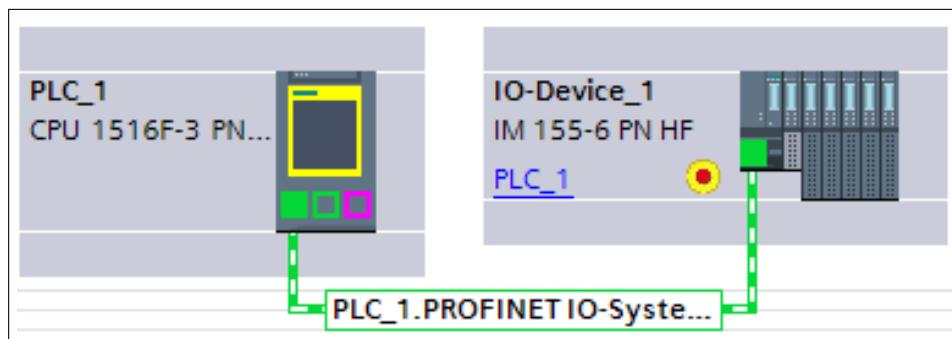


Abb. 6.30: PROFINET-Verbindung herstellen

6.5.2 Fehlersicherheit aktivieren

Zusätzlich zur PROFINET-Verbindung in der Netzsicht ist in den Einstellungen der S7-1500 (über **Gerätesicht**) die Fehlersicherheit (**F-Fähigkeit**) zu aktivieren.

Pfad: Fehlersicherheit > F-Aktivierung

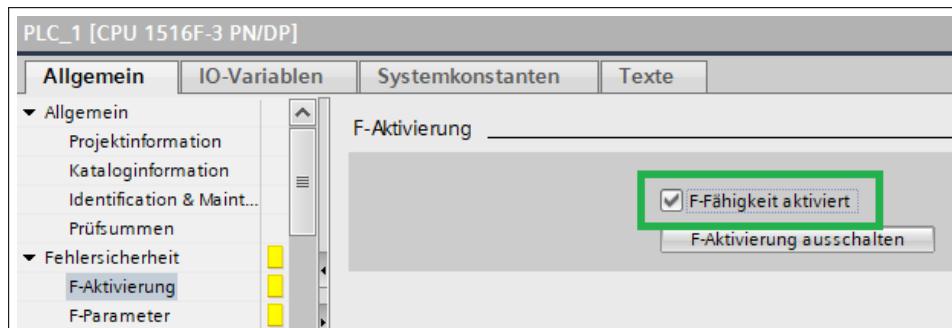


Abb. 6.31: Fehlersicherheit aktivieren

6.5.3 Überprüfung des internen PROFINET-Gerätenamens der ET 200SP

Möglicherweise stimmt der intern festgelegte Gerätename nicht mit dem nach Unterunterabschnitt 6.4.4 vergebenen überein. Um dies zu kontrollieren, kann über einen Rechtsklick

auf die gesetzte PROFINET-Verbindung in der Netzsicht (s. Unterunterabschnitt 6.5.1) der Gerätename der ET 200SP ausgelesen und abgeglichen werden (**Rechtsklick > Gerätename zuweisen**) (Abbildung 6.32). Stimmen die Gerätenamen nicht überein, muss der Name entsprechend geändert werden (s. Unterunterabschnitt 6.4.4).

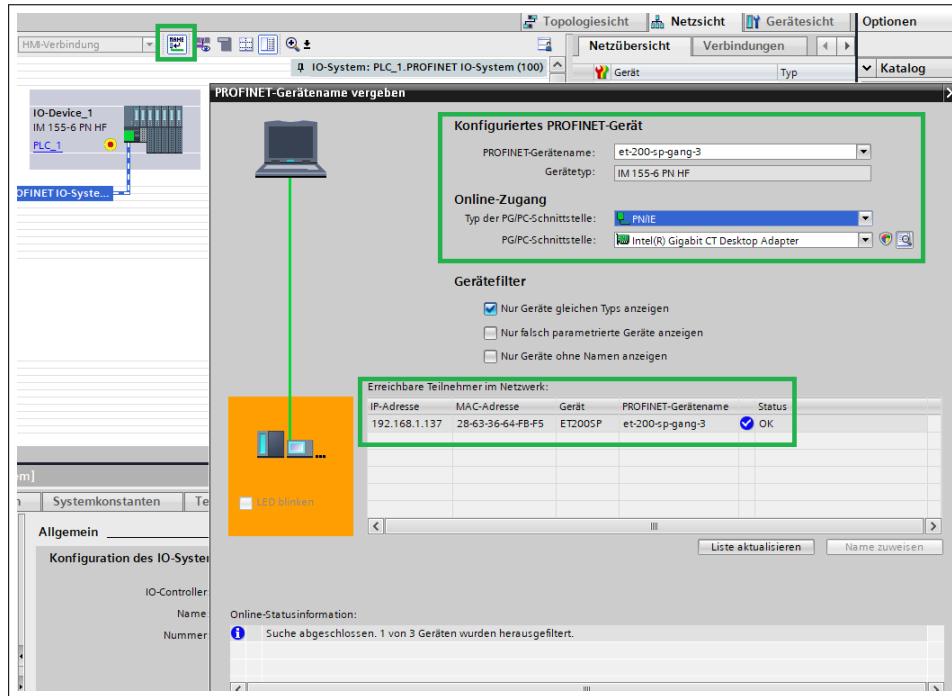


Abb. 6.32: Überprüfung des internen Gerätenamens der ET 200SP

6.5.4 Überprüfung der IP-Adressen der Geräte

Eine weitere Überprüfung für die korrekte Verbindung ist in der Netzsicht über den Button „**Adressen anzeigen**“ möglich. Hierbei werden die IP-Adressen der Geräte angezeigt. Diese können mit der Abbildung 6.3 abgeglichen werden. Sofern keine Verbindung hergestellt wurde, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

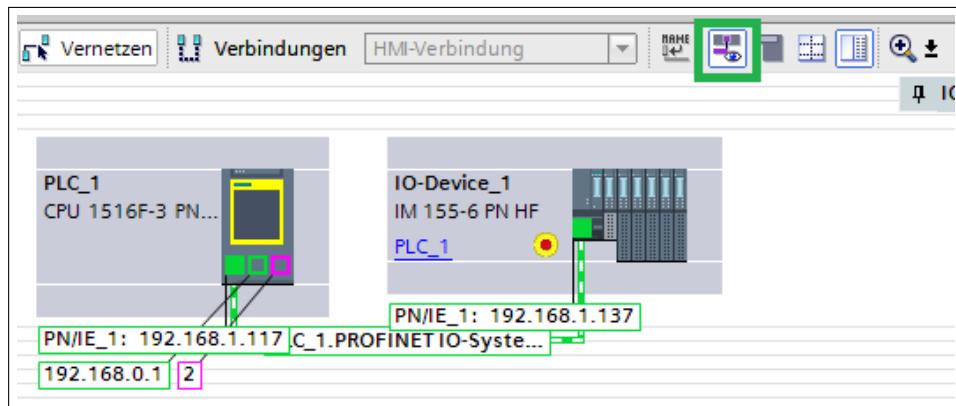


Abb. 6.33: Überprüfung der IP-Adressen der Geräte

6.6 Laden und Übersetzen der Hard- und Software

Bevor eine Online-Verbindung mit der SPS aufgebaut werden kann, wird die Hard- und Software übersetzt (Abbildung 6.34) und anschließend in das Gerät geladen (Abbildung 6.35).

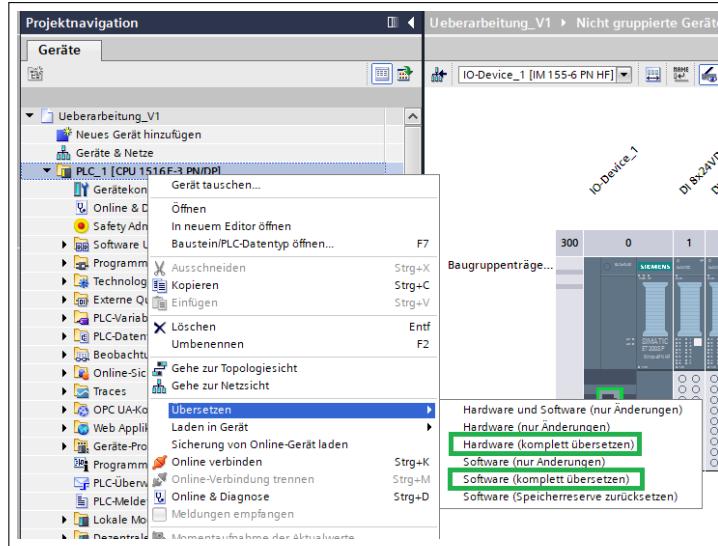


Abb. 6.34: Übersetzen der Hard- und Software

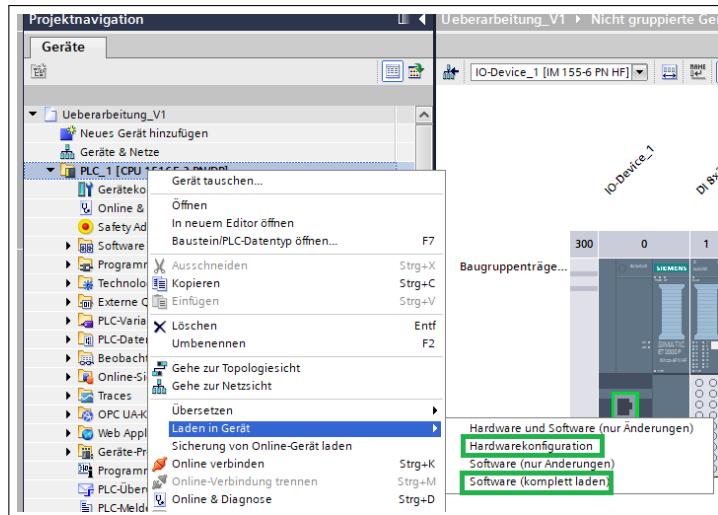


Abb. 6.35: Laden der Hard- und Software

6.7 Vergabe der PROFIsafe-Adressen

Nachdem die Online-Verbindung über „**Online verbinden**“ hergestellt wurde, müssen die PROFIsafe-Adressen der F-DI und der F-DQ-Module vergeben werden. Dies kann durch einen **Rechtsklick auf Modul > PROFIsafe-Adresse zuweisen** durchgeführt werden. Anschließend wird das Menü aus Abbildung 6.36 geöffnet. Nach Eingabe der Einstellungen des Online-Zugangs wird über „**Identifikation**“ das entsprechende Modul ausgewählt. Durch das Setzen des Häkchen bei „**Bestätigen**“ und dem Drücken von „**PROFIsafe-Adresse zuweisen**“ wird die Einstellung übernommen.

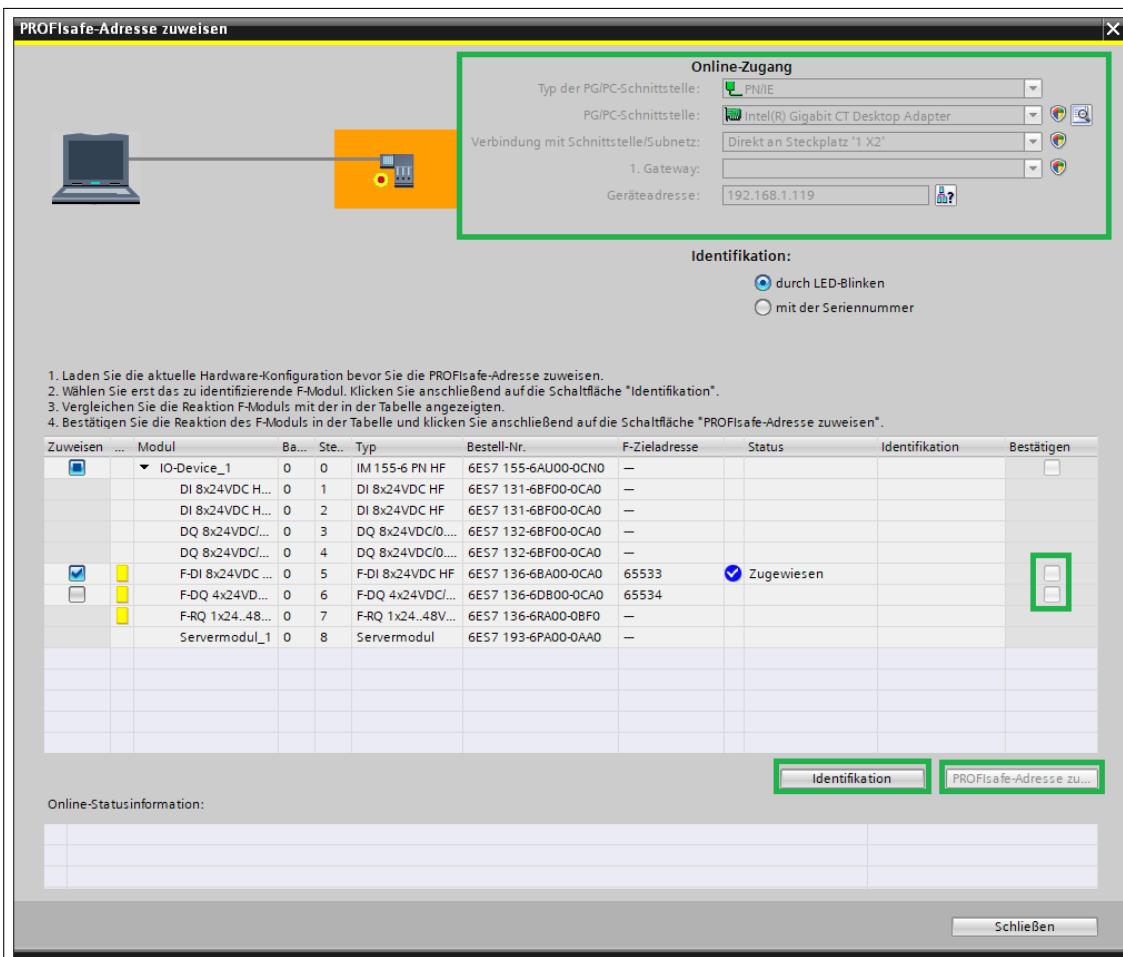


Abb. 6.36: Vergabe der PROFIsafe-Adressen

7 Programmdokumentation und Funktionsbausteinbeschreibung

7.1 Hauptprogramm und eigene Funktionsbausteine

Das Hauptprogramm stellt den Einstiegspunkt der Software dar. Aus diesem werden sämtliche Funktionen bzw. Funktionsbausteine aufgerufen, welche für das Verhalten der Anlage zuständig sind. Ausnahme ist lediglich das Programm mit den sicherheitsrelevanten Funktionen und Funktionsbausteinen.

Wichtig ist anzumerken, dass in den Bildern gezeigtes Programm für eine Simulation eingesetzt wurde, und nicht mit einer realen Anlage genutzt werden darf. Dafür müssten sämtliche Variablen mit dem Suffix „_HMI“ ersetzt werden durch die jeweilige Variable ohne den Suffix. Weitere Anpassungen für die Nutzung des Programms an einer realen Anlage wurden an den jeweiligen Funktionsbausteinen getätigt.

7.1.1 Main-File

Das erste Netzwerk (Abbildung 7.1) setzt die Funktion des START-Drucktasters (S1) um. Über einen rücksetzdominanten FlipFlop wird die Betätigung des Tasters gespeichert, bis die Rücksetzbedingung (NOT S0) erfüllt ist. Ausgang des Netzwerkes ist eine Merkervariable (xM_S1) mit der booleschen Information, dass **START** vom Nutzer gedrückt wurde.

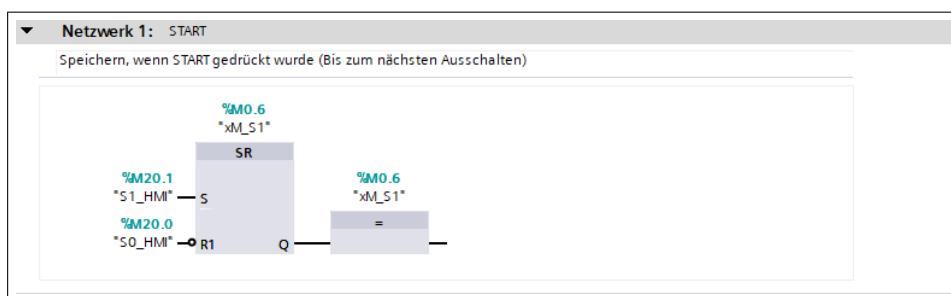


Abb. 7.1: Starten der Anlage

Im zweiten Netzwerk (Abbildung 7.2) wird der 5-Sekunden-Nachlauf des Förderbandes nach der Förderschnecke beim Ausschalten programmiert. Durch die Abfrage des Zustands des STOP-Leuchtdrucktasters (S0) wird das Schütz der Förderschnecke (K3) ausgeschaltet. Der STOP-Taster wurde als Öffner vorgesehen, folglich wird auf die negative Flanke getriggert. Sobald das Schütz (K3) ausgeschaltet ist, wird die Ausschaltverzögerung (TOF) gestartet. Nach Ablauf der 5-Sekunden wird das Schütz des Förderbandes (K4) ebenfalls ausgeschaltet.

```

Netzwerk 2: Rückmeldung Motorschütz Förderschnecke (DI)
Ausschalten der Motorschütze (über Merker), wenn AUS betätigt wurde

1 "Nachlauf_Förderband".TON(IN:="xM_K3",
2                                     PT:=T#5s,
3                                     Q=>"xM_K4");
4
5
6 IF NOT "SO_HMI" THEN
7     "xM_K3" := FALSE;
8 END_IF;

```

Abb. 7.2: Stoppen der Anlage

Im dritten Netzwerk (Abbildung 7.3) wurden Abfragen zu den Bedingungen für die Zustände der Anlage implementiert. Jede *IF* bzw. *ELSIF*-Bedingung fragt die Eintrittsvoraussetzungen eines Zustands ab. Diese können aus den Zustandsgraphen abgelesen werden. Sind die Bedingungen für einen Zustand erfüllt, wird der Funktionsbaustein *Zustände_DB()* mit einer Nummer aufgerufen. Die Nummer gibt an, um welchen Zustand es sich handelt. Folgende Zustände wurden Umgesetzt:

- 0 - Betriebsbereiter Zustand
- 1 - Anlauf Förderband
- 2 - Anlauf Schnecke
- 3 - Schnecke Stop
- 4 - Förderband Stop

Der Nachlauf des Förderbandes wurde in keinem separaten Zustand umgesetzt, sondern ist in Netzwerk 2 (Abbildung 7.2) beim Stoppen der Anlage mit implementiert.

Der Anlauf der Schnecke erfolgt ebenfalls zeitverzögert (TON) und ist von Zeile 1 bis 3 im Netzwerk 3 (Abbildung 7.3) umgesetzt. Der Eingang der Einschaltverzögerung beinhaltet die gleichen Bedingungen wie der Zustand „Anlauf Förderband“.

```

Netzwerk 3: ....
Kommentar

1 // Einschaltverzögerung der Förderschnecke
2 E["Anlaufverzoegerung_Schnecke"].TON(IN := "S0_HMI" AND "xM_S1" AND NOT "xM_H5" AND NOT "xM_B1" AND NOT "xM_B2" AND NOT "B3_HMI" AND "B4_HMI",
3 PT := T#4S);
4
5 // BETRIEBSBEREITER ZUSTAND
6 // S0-AUS(TRUE) [nicht betätigt]; S1-EIN(FALSE) [nicht betätigt]; xM_B1 und xM_B2-Endl(FALSE) [nicht betätigt]; B3 und B4-Rückm(FALSE) [nicht betätigt]
7 IF "S0_HMI" AND NOT "xM_S1" AND NOT "xM_H5" AND NOT "xM_B1" AND NOT "xM_B2" AND NOT "B3_HMI" AND NOT "B4_HMI" THEN
8 "Zustaende_DB"(0);
9
10
11 // NORMALBETRIEB - ANLAUF FÖRDERBAND
12 // S0-AUS(TRUE) [nicht betätigt]; S1-EIN(TRUE) [betätigt]; xM_B1 und xM_B2-Endl(FALSE) [nicht betätigt]; B3 und B4-Rückm(FALSE) [nicht betätigt]
13 ELSEIF NOT "xM_TON" AND "S0_HMI" AND "xM_S1" AND NOT "xM_H5" AND NOT "xM_B1" AND NOT "xM_B2" AND NOT "B3_HMI" THEN
14 "Zustaende_DB"(1);
15 "xM_TON" := "Anlaufverzoegerung_Schnecke".Q;
16
17
18 // Normalbetrieb - Anlauf Schnecke
19 ELSEIF "xM_TON" AND ("xM_S1" AND "S0_HMI" AND NOT "xM_H5" AND NOT "xM_B1" AND NOT "xM_B2") THEN
20 "Zustaende_DB"(2);
21
22
23 // Normalbetrieb - Schnecke Stop
24 ELSEIF "xM_S1" AND "S0_HMI" AND NOT "xM_H5" AND "xM_B1" AND NOT "xM_B2" AND "B4_HMI" THEN
25 "Zustaende_DB"(3);
26
27
28 // Normalbetrieb - Förderband Stop
29 ELSEIF "xM_S1" AND "S0_HMI" AND NOT "xM_H5" AND "xM_B2" THEN
30 "Zustaende_DB"(4);
31
32
33 END_IF;

```

Abb. 7.3: Abfrage der Zustandsbedingungen

Das vierte Netzwerk (Abbildung 7.4) umfasst das Verhalten der Anlage im Fehlerfall. Dabei wird in drei Phasen unterschieden:

- Fehler wird detektiert
- Fehler wird behoben
- Fehler wird quittiert

Im der ersten Phase blinkt der Leuchtmelder (H5) mit einer Frequenz von $f = 1\text{Hz}$. Dazu wird der Funktionsbaustein Blinktakt() aufgerufen. Sobald der Fehler behoben wurde, wird dies durch das dauerhafte Leuchten von H5 signalisiert. Gleichzeitig erfolgt das Blinken des QUITTIER-Leuchtdrucktasters (H2) mit selbiger Frequenz des Leuchtmelders H5 aus Phase 1. Sobald der QUITTIER-Leuchtdrucktaster (S2) gedrückt wurde, ist die Phase zwei beendet und die Anlage wird in Phase drei wieder in den betriebsbereiten Zustand versetzt.

```

1 // Wenn Fehler Anliegt (noch nicht beseitigt)
2 IF "xM_H5" AND NOT "xM_ACK_REQ" THEN
3   "Blinktakt_H5"(t_ON := T#500ms,
4   t_OFF := T#500ms,
5   xStart := TRUE,
6   xM_Blink => "H5_HMI");
7
8
9 // Wenn Fehler behoben wurde und quittiert werden muss
10 ELSEIF "xM_H5" AND "xM_ACK_REQ" THEN
11   "Blinktakt_H2"(t_ON:=T#500ms,
12   t_OFF:=T#500ms,
13   xStart:=TRUE,
14   xM_Blink=>"H2_HMI");
15   "H5_HMI" := TRUE;
16   "xM_Quittieren" := TRUE;
17
18
19 END_IF;
20
21 // Wenn Fehler quittiert wurde wieder zurück zu Betriebsbereit
22 IF "xM_Quittieren" AND "S2_HMI" THEN
23   "xM_K3" := "xM_K4" := "xM_S1" := "H5_HMI" := FALSE;
24
25
26 END_IF;

```

Abb. 7.4: Beschreibung des Fehlerzustands

Das Netzwerk Fünf (Abbildung 7.5) ist lediglich im simulierten Anlagenzustand anzuwenden und ermöglicht die Rückmeldung der geschalteten Schütze (K3 und K4) durch die Variablen (B3 und B4). Im realen Anlagenbetrieb werden die Rückmeldungen automatisch durchgeführt, folglich ist dieses Netzwerk zu entfernen.

```

1 IF "xM_K3" THEN
2   "B3_HMI" := TRUE;
3 ELSE
4   "B3_HMI" := FALSE;
5 END_IF;
6
7 IF "xM_K4" THEN
8   "B4_HMI" := TRUE;
9 ELSE
10  "B4_HMI" := FALSE;
11 END_IF;

```

Abb. 7.5: Setzen der Rückmeldungen der Schütze

7.1.2 Funktionsbaustein der Zustände

Der Funktionsbaustein Zustände_DB() (Abbildung 7.6) umfasst die Implementierung der Zustände gemäß der Zustandsgraphen. Im Main-File werden entsprechend Integer-Werte von Null bis Vier vergeben. Anhand dieser Werte wird durch eine CASE-Anweisung der richtige Zustand ermittelt und die jeweiligen notwendigen Variablen auf TRUE oder FALSE gesetzt. Sofern die Anlage keinen dieser Zustände zugeordnet werden kann, wird über die ELSE-Abfrage eine Textnachricht im Terminal der SPS zurückgegeben. Die Anlage wird durch die Safety-Baugruppen ausgeschaltet und in einen sicheren Zustand versetzt.

```

1 CASE #iZustand OF
2   0:
3     #sZustand := 'Betriebsbereit';
4
5     "H0_HMI" := "H2_HMI" := "xM_K3" := "xM_K4" := "xM_TON" := FALSE; // H5 FALSE
6     // "xM_Zustand_2" := FALSE;
7     // Blinken des START-Tasters
8     #Blinktakt(t_ON := T#500ms,
9                 t_OFF := T#500ms,
10                xStart := TRUE,
11                xM_Blink => "H1_HMI");
12   ;
13
14   1:
15     #sZustand := 'Anlauf Foerderband';
16
17     "H2_HMI" := "xM_K3" := "xM_TON" := FALSE; // H5 FALSE
18     "H0_HMI" := "xM_K4" := "H1_HMI" := TRUE;
19   ;
20
21   2:
22     #sZustand := 'Anlauf Schnecke';
23
24     "H2_HMI" := FALSE; // H5 FALSE
25     "H0_HMI" := "H1_HMI" := "xM_K3" := "xM_K4" := TRUE;
26   ;
27
28   3:
29     #sZustand := 'Schnecke Stop';
30
31     // "xM_Zustand_2" := FALSE;
32     "H2_HMI" := "xM_K3" := FALSE; // H5 FALSE
33     "H0_HMI" := "H1_HMI" := "xM_K4" := TRUE;
34   ;
35
36   4:
37     #sZustand := 'Foerderband Stop';
38
39     // "xM_Zustand_2" := FALSE;
40     "H2_HMI" := "xM_K3" := "xM_K4" := "xM_TON" := FALSE; // H5 FALSE
41     "H0_HMI" := "H1_HMI" := TRUE;
42   ;
43
44 ELSE
45   #sZustand := 'Undefiniert';
46
47   "H1_HMI" := "H2_HMI" := "xM_K3" := "xM_K4" := FALSE; // H5 FALSE
48   ;
49 END_CASE;

```

Abb. 7.6: Funktionsbaustein Zustände_DB()

7.1.3 Blinker-Funktionsbaustein

Zuletzt wurde ein Funktionsbaustein für eine Blinker-Funktionalität umgesetzt (Abbildung 7.7). Über diesen ist es möglich per Aufruf von `Blinktakt()` ein Blinksignal zu generieren. Dem Funktionsbaustein kann eine Ein-Zeit (`t_ON`) und eine Aus-Zeit (`t_OFF`) mitgegeben werden, um den Blinktakt zu setzen. Über `xStart` wird der Blinker aktiviert. Die Ausgangsvariable (`xM_Blink`) liefert das generierte Blinksignal.

Eingesetzt wird der Funktionsbaustein für den **START-Leuchtdrucktaster**, den **Fehlerleuchtmelder** und den **QUITTIER-Leuchtdrucktaster**.

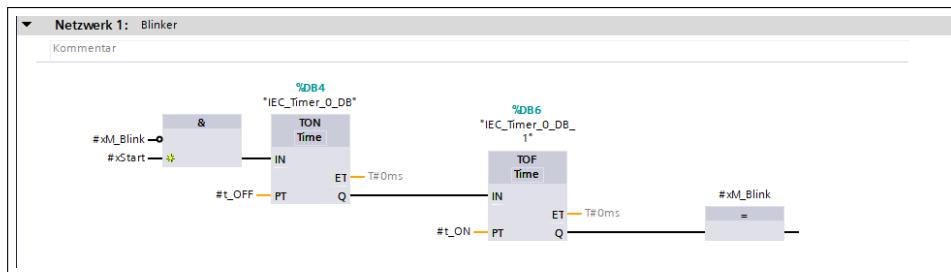


Abb. 7.7: Funktionsbaustein Blinker()

7.2 Safety-Programm

7.2.1 Grundlagen sichere Programme

Das Sicherheitsprogramm wird parallel zum Hauptprogramm auf einer sogenannten F-CPU (fehlersichere CPU) ausgeführt. Es besitzt meist eine kürzere Zykluszeit und kann über Interrupts in das Hauptprogramm eingreifen, falls dies erforderlich ist (siehe Abbildung 7.8).

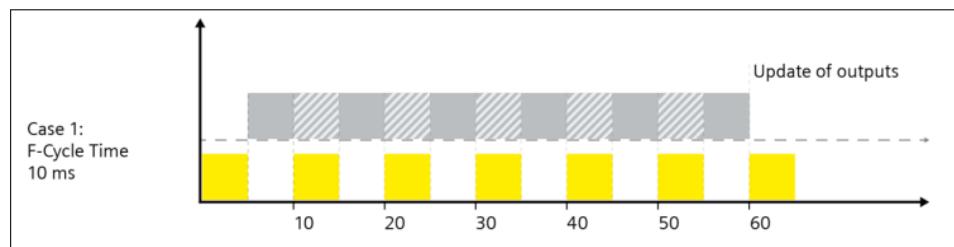


Abb. 7.8: Einfluss der Zykluszeit des Sicherheitsprogramms auf das Standard- Anwenderprogramm

7.2.2 Struktur von Sicherheitsprogrammen

Ein Sicherheitsprogramm besteht zur Strukturierung aus einer oder zwei F-Ablaufgruppen. Jede F-Ablaufgruppe enthält:

- F-Bausteine, die von Ihnen mit FUP oder KOP erstellt werden oder aus der Projektbibliothek oder globalen Bibliotheken eingefügt werden
- F-Bausteine, die automatisch ergänzt werden (F-Systembausteine F-SBs, automatisch generierte F-Bausteine, F-Ablaufgruppeninfo-DB und F-Peripherie-DBs)

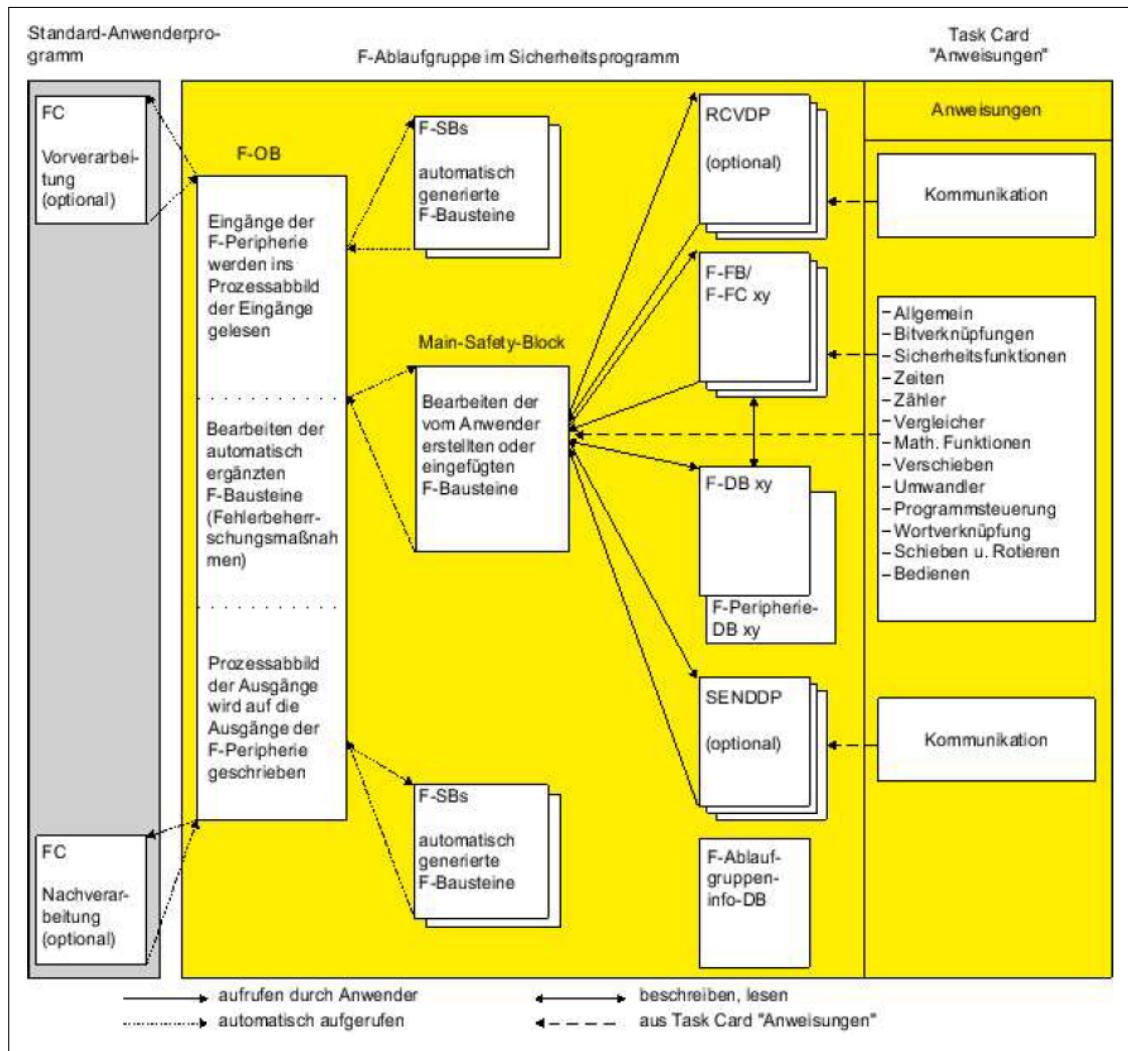


Abb. 7.9: Schematischen Aufbau eines Sicherheitsprogramms bzw. einer F-Ablaufgruppe für eine F-CPU S7-1200/1500

7.2.3 Datenaustausch: Anwenderprogramm - Sicherheitsprogramm

Es besteht die Möglichkeit, Daten zwischen dem Sicherheits- und Standard- Anwenderprogramm auszutauschen. Dazu können Variablen aus DBs, F-DBs sowie Merker verwendet werden:

	Vom Standard-Anwenderprogramm aus		Vom Sicherheitsprogramm aus	
	lesend	schreibend	lesend	schreibend
Variable aus DB	zulässig	zulässig	entweder lesend oder schreibend auf eine Variable aus dem DB	
Variable aus F-DB	zulässig	nicht zulässig	zulässig	zulässig
Merker	zulässig	zulässig	entweder lesend oder schreibend auf einen Merker	

Tab. 7.1: Datenaustausch zwischen Sicherheits- und Standard-Anwenderprogramm

Außerdem besteht die Möglichkeit, auf das Prozessabbild der Standard- und F-Peripherie zuzugreifen:

	Vom Standard-Anwenderprogramm aus		Vom Sicherheitsprogramm aus	
	lesend	schreibend	lesend	schreibend
Prozessabbild Standardperipherie	PAE	zulässig	zulässig	zulässig
	PAA	zulässig	zulässig	nicht zulässig
Prozessabbild F-Peripherie	PAE	zulässig	nicht zulässig	zulässig
	PAA	zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig

Tab. 7.2: Zugriff auf Prozessabbild der Standardperipherie und F-Peripherie

Zur Entkopplung des Anwender- vom Sicherheitsprogramm wird empfohlen, für den Datenaustausch Übergabe-Datenbausteine zu definieren.

7.2.4 Variablen der F-Peripherie-DBs

	Variable	Datentyp	Funktion	Startwert
Variablen, die Sie beschreiben können/müssen	PASS_ON	BOOL	1 = Passivierung aktivieren	0
	ACK_NEK	BOOL	1 = Quittierung für Wiedereingliederung erforderlich bei F-Peripherie-/Kanalfehlern	1
	ACK_REI	BOOL	1 = Quittierung für Wiedereingliederung	0
	IPAR_EN	BOOL	Variable für Umparametrierung fehlersicherer DP-Normslaves/IO-Normdevices bzw. bei SM 336; F-AI 6x0/4 ... 20 mA HART zur Freigabe der HART-Kommunikation	0
	DISABLE*	BOOL	1 = F-Peripherie deaktivieren	0
Variablen, die Sie auswerten können	PASS_OUT	BOOL	Passivierungsausgang	1
	QBAD	BOOL	1 = Ersatzwerte werden ausgegeben	1
	ACK_REQ	BOOL	1 = Quittierungsanforderung für Wiedereingliederung	0
	IPAR_OK	BOOL	Variable für Umparametrierung fehlersicherer DP-Normslaves/IO-Normdevices bzw. bei SM 336; F-AI 6x0/4 ... 20 mA HART zur Freigabe der HART-Kommunikation	0
	DIAG	BYTE	Nicht fehlersichere Serviceinformation	0
	DISABLED*	BOOL	1 = F-Peripherie ist deaktiviert	0
	QBAD_I_xx	BOOL	1 = Ersatzwerte werden ausgegeben auf Eingangskanal xx (S7-300/400)	1
	QBAD_O_xx	BOOL	1 = Ersatzwerte werden ausgegeben auf Ausgangskanal xx (S7-300/400)	1

* ab Safety-System-Version V2.1 für S7-1200/1500

Tab. 7.3: Variablen der F-Peripherie-DBs

PASS_ON:

Mit der Variable PASS_ON können Sie eine Passivierung einer F-Peripherie, z. B. abhängig von bestimmten Zuständen in Ihrem Sicherheitsprogramm, aktivieren.

Sie können über die Variable PASS_ON im F-Peripherie-DB nur die gesamte F-Peripherie passivieren, kanalgranulare Passivierung ist nicht möglich.

Solange PASS_ON = 1 ist, erfolgt eine **Passivierung** der zugehörigen F-Peripherie.

ACK_NEK:

Wenn von der F-Peripherie ein F-Peripheriefehler erkannt wird, erfolgt eine **Passivierung** der betroffenen F-Peripherie. Wenn Kanalfehler erkannt werden, erfolgt bei projektierter kanalgranularer Passivierung eine Passivierung der betroffenen Kanäle, bei Passivierung der gesamten F-Peripherie eine Passivierung aller Kanäle der betroffenen F-Peripherie. Nach Behebung des F-Peripherie-/Kanalfehlers erfolgt die **Wiedereingliederung** der betroffenen F-Peripherie abhängig von ACK_NEK:

- Mit ACK_NEK = 0 können Sie eine **automatische Wiedereingliederung** parametrieren.
- Mit ACK_NEK = 1 können Sie eine **Wiedereingliederung** durch eine **Anwenderquittierung** parametrieren.

ACK_REI:

Wenn vom F-System für eine F-Peripherie ein Kommunikationsfehler oder ein F-Peripheriefehler erkannt wird, erfolgt eine Passivierung der betroffenen F-Peripherie. Wenn Kanalfehler erkannt werden, erfolgt bei projektierter kanalgranularer Passivierung eine Passivierung der betroffenen Kanäle, bei Passivierung der gesamten F-Peripherie eine Passivierung aller Kanäle der betroffenen F-Peripherie. Für eine **Wiedereingliederung** der F-Peripherie/Kanäle der F-Peripherie nach Behebung der Fehler ist eine **Anwenderquittierung** mit positiver Flanke an der Variablen ACK_REI des F-Peripherie-DBs erforderlich:

- nach Kommunikationsfehlern immer
- nach F-Peripherie-/Kanalfehlern nur bei Parametrierung "Kanalfehler Quittierung = Manuell" bzw. ACK_NEK = 1

Bei einer Wiedereingliederung nach Kanalfehlern werden alle Kanäle, deren Fehler beseitigt wurden, wiedereingegliedert.

Eine Quittierung ist erst möglich, wenn die Variable ACK_REQ = 1 ist.

IPAR_EN:

Die Variable IPAR_EN entspricht der Variablen iPAR_EN_C im Busprofil PROFIsafe, ab PROFIsafe Specification V1.20.

Fehlersichere DP-Normslaves/IO-Normdevices

Wann Sie diese Variable bei einer Umparametrierung von fehlersicheren DP-Normslaves/IO-Normdevices setzen/rücksetzen müssen, entnehmen Sie der PROFIsafe Specification ab V1.20 bzw. der Dokumentation zum fehlersicheren DP-Normslave/IO-Normdevice.

Beachten Sie, dass durch IPAR_EN = 1 keine Passivierung der betroffenen F-Peripherie

ausgelöst wird.

Soll bei IPAR_EN = 1 passiviert werden, müssen Sie die Variable PASS_ON = 1 setzen.

DISABLE:

Mit der Variable DISABLE können Sie eine F-Peripherie deaktivieren.

Solange DISABLE = 1 ist, erfolgt eine **Passivierung** der zugehörigen F-Peripherie.

In den Diagnosepuffer der F-CPU werden zu dieser F-Peripherie keine Diagnoseeinträge des Sicherheitsprogramms (z. B. wegen Kommunikationsfehler) mehr eingetragen.

Bereits vorhandene Diagnoseeinträge werden als gehend gekennzeichnet.

QBAD:

Bei einer Passivierung geht die F-Peripherie in den fehlersicheren Zustand. Nach Fehlerbehebung kann diese wieder eingegliedert werden.

Für die Wiedereingliederung existieren verschiedene Möglichkeiten. Dabei ist zu berücksichtigen, ob die F-Peripherie das PROFIsafe-Profil RIOforFA-Safety unterstützt.

Die Dezentrale Peripherie ET 200SP, hier: F-DI8x24 V DC verfügt über KEIN RIOforFA-Safety Profil.

Kommt es an einer F-Peripherie zu einem Fehler (z. B. zu einem Kanalfehler) geht die F-Peripherie (bzw. der betroffene Kanal) in den sicheren Zustand. In diesem Zustand der „Passivierung“ werden statt der Prozesswerte automatisch Ersatzwerte ausgegeben.

Nach Beseitigung des Fehlers, der zur Passivierung führte, kann die Umschaltung von Ersatzwerten auf Prozesswerte erfolgen. Die Umschaltung kann automatisch oder nach einer Anwenderquittierung im Sicherheitsprogramm erfolgen.

Begriffe für die Umschaltung sind „Wiedereingliederung“ oder auch „Reintegration“.

Ersatzwertausgabe nach:	F-Peripherie ohne Profil "RIOforFA-Safety" mit FCPUs S7-1200/1500
Anlauf des F-Systems	QBAD und PASS_OUT = 1, DISABLED unverändert , für alle Kanäle gilt: - Kanalwert = Ersatzwert (0)
Kommunikationsfehlern	
F-Peripheriefehlern	
Kanalfehlern bei Projektierung	
Passivierung der gesamten F-Peripherie	- Wertstatus = 0*
Kanalfehlern bei Projektierung kanalgranulare Passivierung	QBAD und PASS_OUT = 1, DISABLED unverändert , für betroffene Kanäle gilt: - Kanalwert = Ersatzwert (0) - Wertstatus = 0*
solange im F-Peripherie-DB mit PASS_ON = 1 eine Passivierung der F-Peripherie aktiviert ist	QBAD = 1, PASS_OUT und DISABLED unverändert , Für alle Kanäle gilt: - Kanalwert = Ersatzwert (0) - Wertstatus = 0*
solange im F-Peripherie-DB mit DISABLE = 1 die F-Peripherie deaktiviert ist	QBAD, PASS_OUT und DISABLED = 1, für alle Kanäle gilt: - Kanalwert = Ersatzwert (0) - Wertstatus = 0*

Tab. 7.4: Wiedereingliederung nach Kanalpassivierung

ACK_REQ:

Wenn vom F-System für eine F-Peripherie ein Kommunikationsfehler oder ein F-Peripherie-/Kanalfehler erkannt wird, erfolgt eine Passivierung der betroffenen F-Peripherie bzw. einzelner Kanäle der F-Peripherie.

Durch ACK_REQ = 1 wird signalisiert, dass für eine Wiedereingliederung der betroffenen F-Peripherie/der Kanäle der F-Peripherie eine **Anwenderquittierung** erforderlich ist.

Das F-System setzt ACK_REQ = 1, sobald der Fehler behoben ist und eine Anwenderquittierung möglich ist. Bei kanalgranularer Passivierung setzt das F-System ACK_REQ = 1, sobald ein Kanalfehler behoben ist. Für diesen Fehler ist eine Anwenderquittierung möglich. Nach erfolgter Quittierung wird ACK_REQ vom F-System auf 0 zurückgesetzt.

IPAR_OK:

Die Variable IPAR_OK entspricht der Variablen iPar_OK_S im Busprofil PROFIsafe, ab PROFIsafe Specification V1.20.

Fehlersichere DP-Normslaves/IO-Normdevices

Wie Sie diese Variable bei einer Umparametrierung von fehlersicheren DP-Normslaves/IO-Normdevices auswerten können, entnehmen Sie der PROFIsafe Specification ab V1.20 bzw. der Dokumentation zum fehlersicheren DP-Normslave/IO-Normdevice

DIAG:

Über die Variable DIAG wird eine nicht fehlersichere Information (1 Byte) über aufgetretene Fehler für Servicezwecke zur Verfügung gestellt.

Sie können diese über Bedien- und Beobachtungssysteme auslesen oder ggf. in Ihrem Standard-Anwenderprogramm auswerten. Die DIAG-Bits bleiben gespeichert, bis Sie an der Variablen ACK_REL eine Quittierung durchführen oder bis eine automatische Wiedereingliederung erfolgt.

Bit Nr.	Belegung	Mögliche Fehlerursachen	Abhilfemaßnahmen
Bit 0	Timeout von F-Peripherie erkannt	Die PROFIBUS/PROFINET-Verbindung zwischen F-CPU und F-Peripherie ist gestört. Der Wert für die F-Überwachungszeit der F-Peripherie ist zu gering eingestellt die F-Peripherie erhält ungültige Parametrierungsdaten oder	- Überprüfung Sie die PROFIBUS/PROFINET-Verbindung und stellen Sie sicher, dass keine externen Störquellen vorhanden sind. - Überprüfen Sie die Parametrierung der F-Peripherie. Stellen Sie ggf. einen höheren Wert für die Überwachungszeit ein. Übersetzen Sie die Hardware-Konfiguration erneut und laden Sie diese in die F-CPU. Übersetzen Sie das Sicherheitsprogramm erneut. - Überprüfen Sie den Diagnosepuffer der F-Peripherie. - Schalten Sie die Spannung der F-Peripherie aus und wieder ein.
		interne Fehler der F-Peripherie oder	F-Peripherie tauschen
		interne Fehler der F-CPU	F-CPU tauschen
Bit 1	F-Peripherie-/Kanalfehler von F-Peripherie erkannt ¹	siehe Handbücher zur F-Peripherie	siehe Handbücher der F-Peripherie
Bit 2	CRC-/Sequenznummernfehler von F-Peripherie erkannt	siehe Beschreibung für Bit 0	siehe Beschreibung für Bit 0
Bit 3	Reserve	-	-
Bit 4	Timeout von F-System erkannt	siehe Beschreibung für Bit 0	siehe Beschreibung für Bit 0
Bit 5	Sequenznummernfehler von F-System erkannt ²	siehe Beschreibung für Bit 0	siehe Beschreibung für Bit 0
Bit 6	CRC-Fehler von F-System erkannt	siehe Beschreibung für Bit 0	siehe Beschreibung für Bit 0
Bit 7	Adressierungsfehler ³	-	Wenden Sie sich an Service & Support

¹ Nicht bei F-Peripherie, die das Profil „RIOforFA-Safety“ unterstützt² nur bei F-CPUs S7-300/400³ nur bei F-CPUs S7-1200/1500

Tab. 7.5: Aufbau von DIAG

7.2.5 Main-Safety-File

Netzwerk 1 (Abbildung 7.10) zeigt den Funktionsbaustein für die NOT-HALT Funktionalität (Engl. E-Stop). Der Baustein besitzt für uns drei relevante Eingänge. Dem Eingang **E_STOP** wird die dem Not-Halt zugehörige Variable (S5) zugeordnet. Grundsätzlich besitzt der Not-Halt zwei Adressen, da er zweikanalig ist. Der Öffnerkontakt wird jedoch der Variable S5 zugeordnet. Somit ist das Signal am E_STOP-Eingang im Normalfall TRUE und im ausgelösten Zustand FALSE. Der zweite wichtige Eingang ist **ACK_REQ**. Hier sollte TRUE eingesetzt werden, damit nach Auslösung eines Not-Halts der Fehler erst quittiert werden muss, damit die Anlage wieder in den Normalbetrieb übergeht. Dem letzten relevanten Eingang **ACK** wird die Variable des Quittiert-Drucktasters (S2) zugeordnet. Nun kann ein Not-Halt-Fehler quittiert werden.

In unserem Beispiel sind zwei Ausgänge des E_STOP Funktionsbausteins von Bedeutung. Zum einen **Q**, welches zurück gibt, ob sich die Anlage im Not-Halt befindet. TRUE würde bedeuten, dass die Anlage Normal operiert und FALSE, dass ein Not-Halt vorliegt. Dem Ausgang ist die Merkvariable **xM_E_Stop** zugewiesen, über welche im Netzwerk 2 (siehe Abbildung 7.11) die Merkvariable für den Fehlerleuchtmelder geschaltet wird. Über **ACK_REQ** gibt der Baustein zurück, ob ein Quittieren erforderlich ist. Dies ist genau dann der Fall, wenn ein Not-Halt ausgelöst wurde und die Anlage wieder in den Normalbetrieb überführt werden kann. Auch hier wird eine Merkvariable verwendet (**xM_Ack_Req1**), die im Netzwerk 10 (Abbildung 7.19) mit den anderen Merkvariablen für **Ack_Req** verordnet wird.

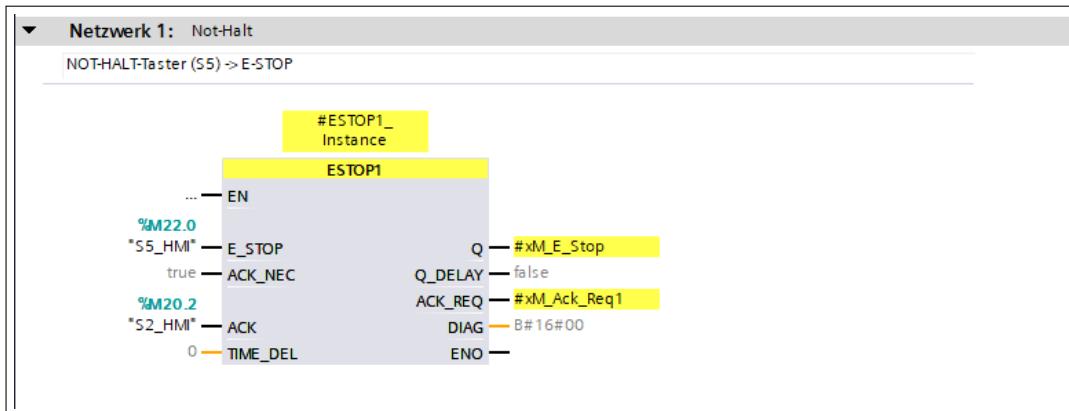


Abb. 7.10: Sicherer Funktionsbaustein für Not-Halt-Funktionalität

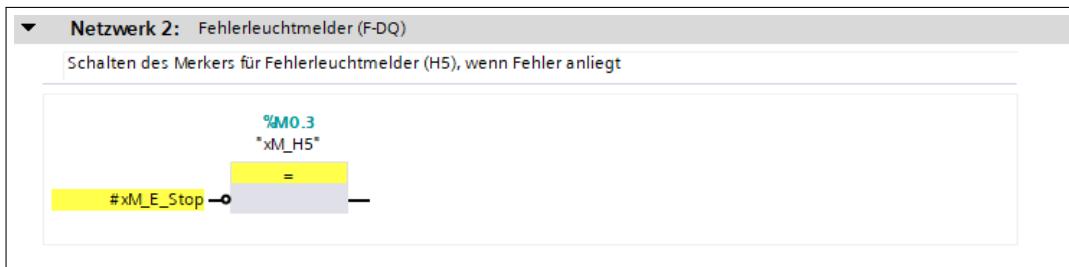


Abb. 7.11: Netzwerk zur Implementierung des Fehlerleuchtmelders

Netzwerk 3 und 4 (Abbildung 7.12 und Abbildung 7.13) zeigen die Beschaltung der Schütze für die Schnecke (K3) und das Förderband (K4) sowie deren zugehörigen Leuchtmelder (H3 und H4). Grundsätzlich gilt, dass wenn ein Not-Halt (#xM_E_Stop) ausgelöst wurde, dass beide Schütze und deren zugehörige Betriebsmittel per FALSE-Signal abgeschaltet werden müssen. Im Falle der Förderschnecke gilt weiterhin, dass diese deaktiviert wird, wenn der Endlagenschalter der Schnecke (B1) oder der Endlagenschalter des Förderbandes (B2) oder beide gleichzeitig ausgelöst sind.

Das Förderband kann lediglich zusätzlich zum Not-Halt über die Endlage des Förderbandes (B2) deaktiviert werden.

Die Ansteuerung im Normalbetrieb erfolgt über die Merkervariablen *xM_K3* bzw. *xM_K4*, die im Standard- Anwenderprogramm gesetzt werden.

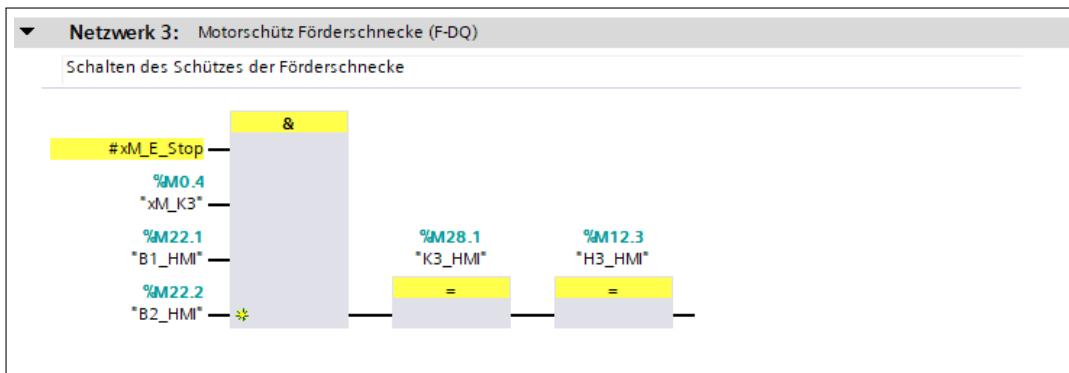


Abb. 7.12: Netzwerk zur Ansteuerung des Motorschützes der Förderschnecke

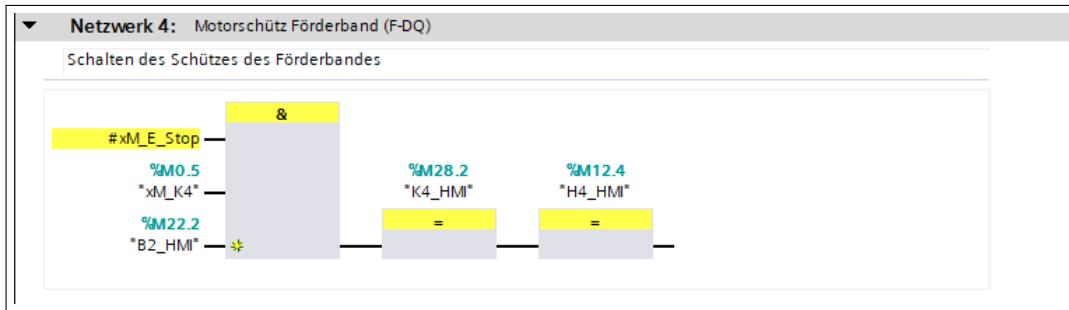


Abb. 7.13: Netzwerk zur Ansteuerung des Motorschützes des Förderbandes

Die Netzwerke 5 und 6 (siehe Abbildung 7.14 und Abbildung 7.15) beinhalten jeweils eine einfache Zuweisung der beiden F-Variablen der Endlagenschalter (B1 und B2) zu Merkervariablen (xM_B1 und xM_B2), die im Standard-Anwenderprogramm nun weiterverwendet werden können. Auch die Endlagen sind zweikanalig ausgeführt und jeweils der Öffner-Kontakt ist mit der Variablen verknüpft, weshalb hier noch Negationen hinzugefügt wurden, um das Anwenderprogramm nicht unnötig zu verkomplizieren.

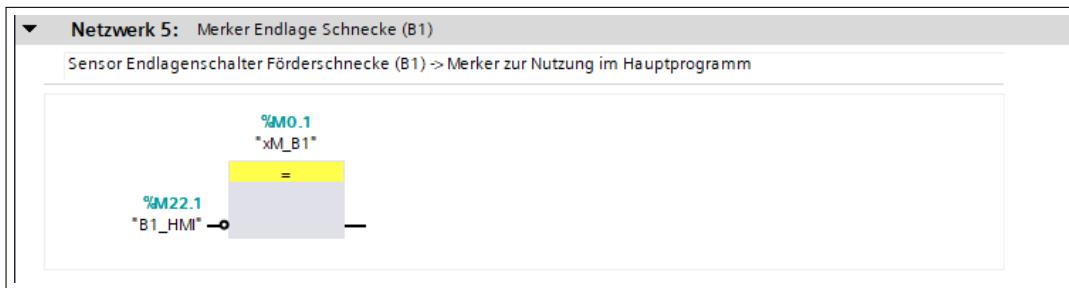


Abb. 7.14: Zuweisung des Sensorsignals der Förderschnecke zu einer Merkervariable

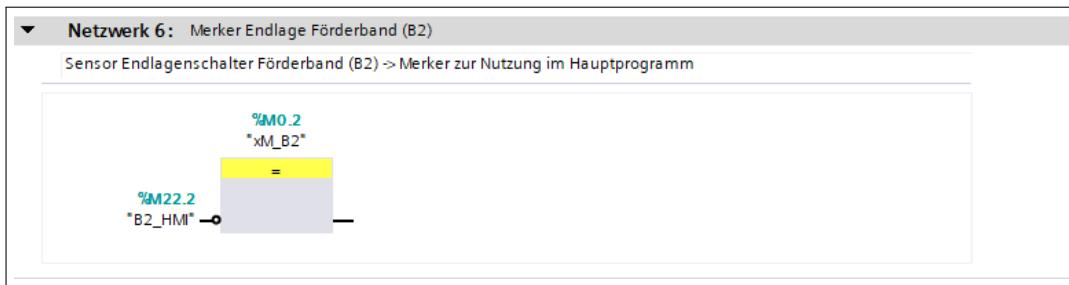


Abb. 7.15: Zuweisung des Sensorsignals des Förderbandes zu einer Merkervariable

In den Netzwerken 7 und 8 (Abbildung 7.16 und Abbildung 7.17) findet eine Diskrepanzanalyse zwischen jeweils den Schützen und den Rückmeldungen der Schütze statt (K3 und B3 bzw. K4 und B4). Es soll folglich ermittelt werden, ob die Werte der jeweils zusammengehörigen booleschen Variablen voneinander abweichen, um zu ermitteln, ob ein Anlagenfehler vorliegt. Dazu wird der Funktionsbaustein **EV1oo2DI** verwendet. Der Baustein besitzt für uns fünf relevante Eingänge. Zunächst **IN1** und **IN2**, welche die beiden Eingangsvariablen (z. B. K3 und B3) entgegennehmen, die auf eine Diskrepanz überwacht werden sollen. Über **DISCTIME** kann eingestellt werden, nach welcher Zeit eine Diskrepanz zwischen den beiden Eingängen zum Auslösen eines Fehlers vergehen muss. Hier wurden konkret zunächst 500 ms eingesetzt, um zu berücksichtigen, dass die Schütze bei einer realen Anlage eine gewisse Zeit benötigen, um zu Schalten. Wie auch schon beim Not-Halt wird hier der Eingang **ACK_NECK** auf TRUE gesetzt, so dass ein Fehler zunächst eine Quittierung erfordert. Am Eingang **ACK** wird erneut der Quittier-Drucktaster (S2) eingesetzt, um einen Diskrepanzfehler quittieren zu können.

Von den Ausgängen des Funktionsbausteins werden lediglich zwei benötigt. Zum Einen für das Quittieren der Ausgang **ACK_REQ**, wenn nach einem Diskrepanzfehler dieser quittiert werden kann. Hier wird auch wieder eine Merkvariable eingesetzt (**xM_Ack_Req2** bzw. **xM_Ack_Req3**), welche in Netzwerk 10 (siehe Abbildung 7.19) mit dem anderen Quittier-Merkern verordnet werden. Zum Anderen der Ausgang **DISC_FLT**, welcher ein TRUE-Signal ausgibt, wenn eine Diskrepanz zwischen den beiden Eingängen **IN1** und **IN2** vorliegt und ein FALSE-Signal, wenn die Eingänge identische Signalwerte besitzen.

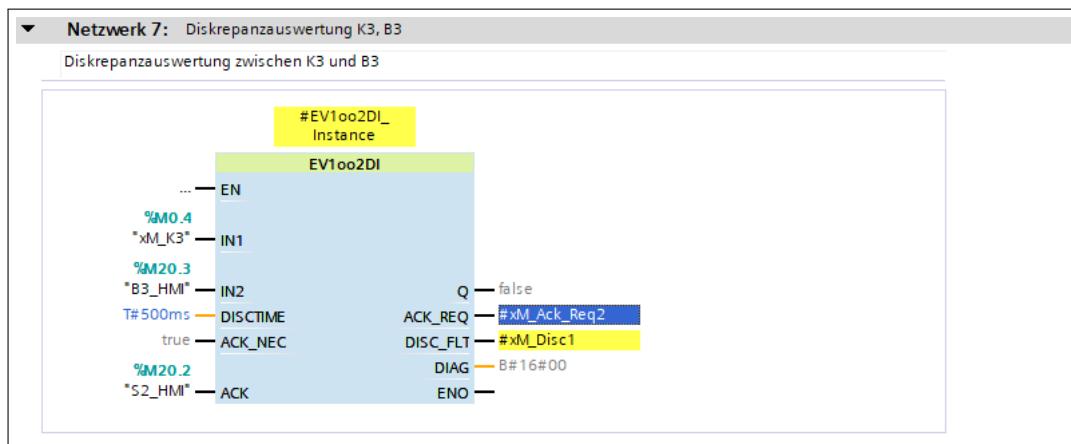


Abb. 7.16: Funktionsbaustein zur Diskrepanzauswertung des Schütz-Schaltzustandes der Förderschnecke mit dem Rückmeldesignal des Schützes

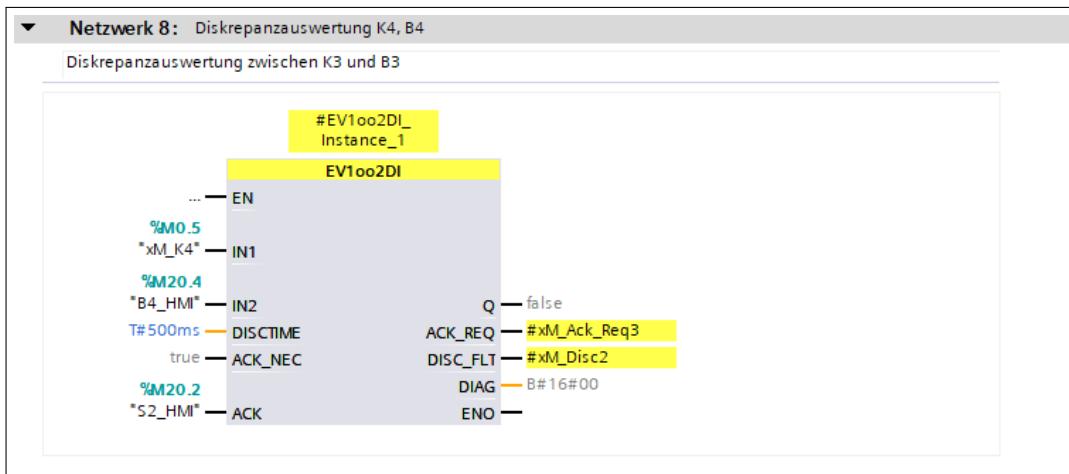


Abb. 7.17: Funktionsbaustein zur Diskrepanzauswertung des Schütz-Schaltzustandes des Förderbandes mit dem Rückmeldesignal des Schützes

In Netzwerk 9 (siehe Abbildung 7.18) werden die Merkvariablen (`xM_Disc1` und `xM_Disc2`) der Ausgänge der Diskrepanzanalyse (`DISC_FLT`) miteinander verodert. Liegt folglich mindestens eine Abweichung vor zwischen Schütz und Rückmeldung, so wird die Merkvariable für den Not-Halt (`xM_E_Stop`) gesetzt.

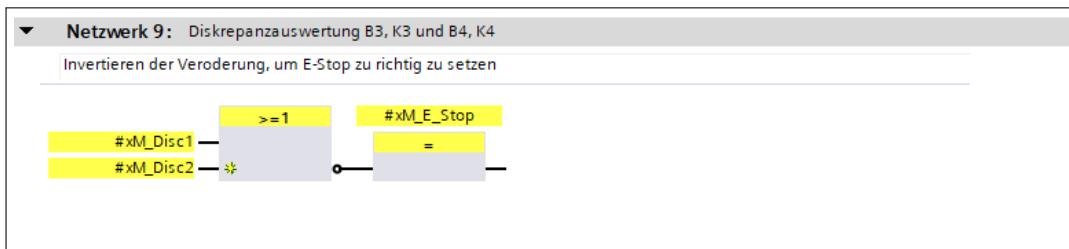


Abb. 7.18: Vereinigung der Diskrepanzauswertungen zu einer Globalen Diskrepanzauswertung der Eingangssignale

Netzwerk 10 (Abbildung 7.19) zeigt wie bereits erwähnt die Veroderung der Quittier-Aufforderungen (`Ack_Req`). Ist mindestens ein Signal auf TRUE, wird der Nutzer aufgefordert den jeweils aufgetretenen Fehler zu quittieren.

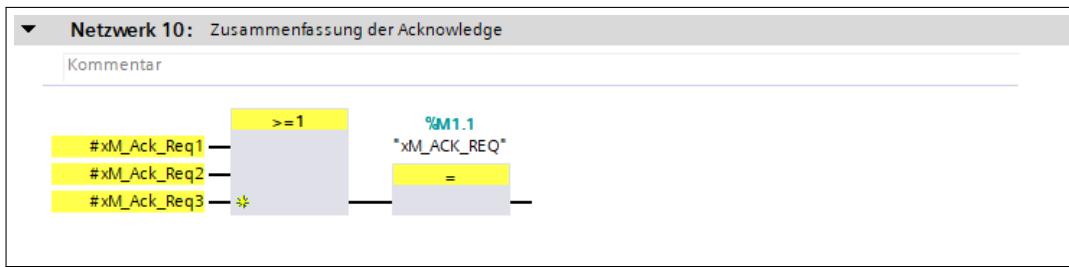


Abb. 7.19: Vereinigung der Signale zur Quittieraufforderung

Das letzte Netzwerk des Sicherheitsprogramms (siehe Abbildung 7.20) zeigt den Funktionsbaustein zum globalen Quittieren von Fehlern. Über diesen können alle F-Peripherie und F-Ablaufgruppen wieder eingegliedert werden nach z. B. einem Kanalfehler mit anschließender Passivierung. Der Baustein besitzt lediglich einen Eingang (**ACK_GLOB**). Auch an diesem wird der Quittier-Taster (S2) eingesetzt.

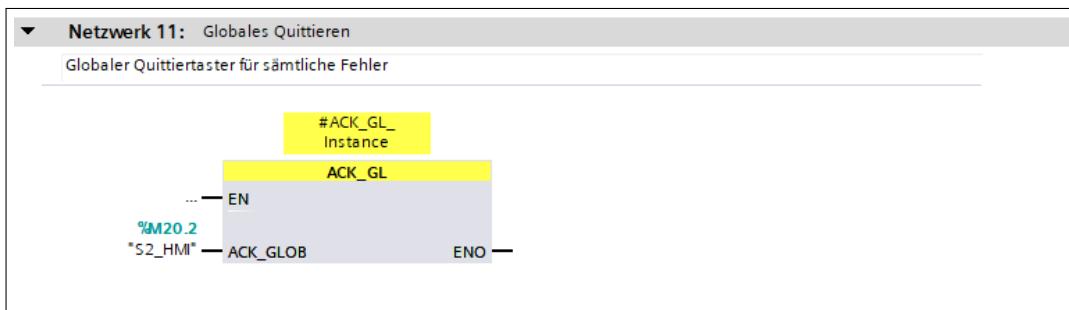


Abb. 7.20: Sicherer Funktionsbaustein zur Umsetzung einer globalen Quittierfunktionalität

7.3 Visualisierung

Da zum Zeitpunkt der Dokumentationserstellung keine reale Anlage zur Verfügung stand, wurde mit der SIMATIC HMI eine Visualisierung angefertigt (Abbildung 7.21). Die Visualisierung spiegelt den realen Aufbau wieder. Zur Überprüfung der Schütze (K3, K4), wurden zwei weitere Leuchtmelder eingefügt. Diese sind in der realen Anlage nicht vorhanden. Im Gegensatz zur realen Anlage können durch die Visualisierung nicht alle Sachverhalte korrekt dargestellt werden. Somit sind die Öffner-Taster mit dem Kommentar „Toggle“ versehen, da in der Simulation keine öffnenden Taster eingefügt werden können. Bei der Bedienung ist darauf zu achten, dass ein Klicken das jeweilige Bit nur invertiert! Die Endlagentaster des Förderbands und der Förderschnecke sind durch B1 und B2 dargestellt und ebenfalls mit einem Kommentar versehen worden.

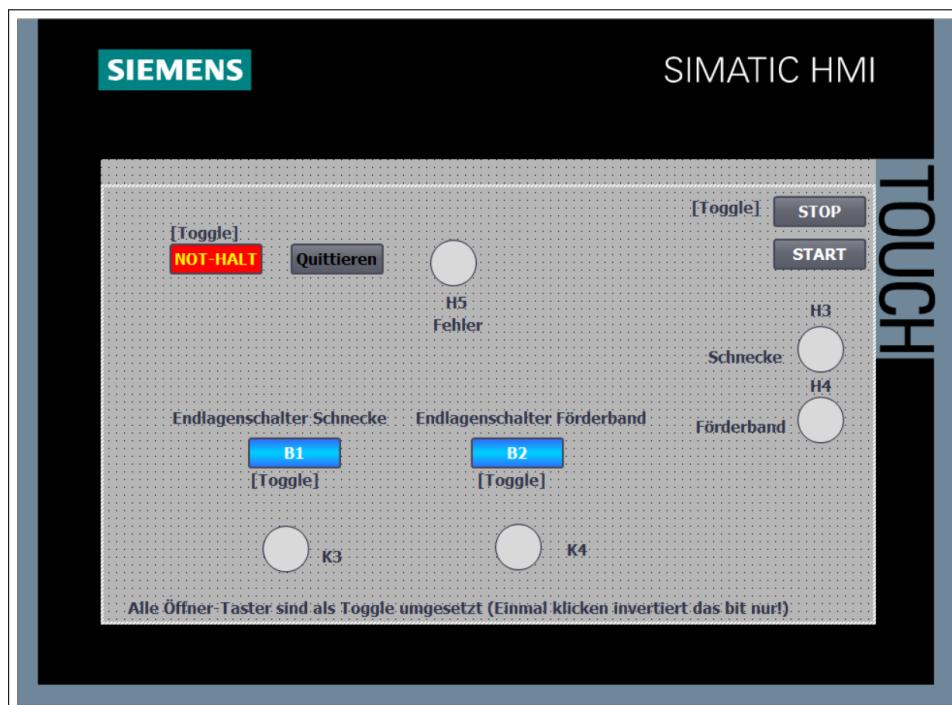


Abb. 7.21: Visualisierung mit SIMATIC HMI unter Nutzung der Software WinCC

Literaturverzeichnis

- [1] HTW-Logo auf dem Deckblatt
https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Logo_HTW_Berlin.svg
Stand: 17.08.2018 um 14:49 Uhr
- [2] HTW-Logo in der Kopfzeile
<http://tonkollektiv-htw.de/>
Stand: 17.08.2018 um 14:53 Uhr
- [3] Informationssystem des TIA Portals V17
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/65601780/tia-portal-ein-%C3%BCberblick-der-wichtigsten-dokumente-und-links-steuerung?dti=0&lc=de-DE>
Stand: 17.09.2022 um 09:40 Uhr