

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

1. Allgemeines

Nach dem derzeitigen Stand der Lehrpläne werden weder in der gewerblichen noch in der universitären Ausbildung die Themen Maschinensicherheit und -richtlinie sowie Sicherheitstechnik im Bereich von Maschinensteuerungen ausreichend behandelt. Das gilt u. a. auch für den Einsatz von sicherheitsgerichteten bzw. fehlersicheren SPSen. Von daher sollen im Rahmen eines ergänzenden Praktikums dazu relevante Informationen vermittelt sowie die Sensibilisierung der Auszubildenden für diese Problemstellungen erreicht werden. Dafür wurde im Zuge eines kooperativen Forschungsprojektes u. a. die Simulations- und Trainingsanwendung SafetySim entwickelt. Zur Erreichung des oben genannten Zieles wurden darüber hinaus entsprechende Lehrmaterialien in unterschiedlichen Medienformaten erstellt.

Es wird das im Konzept „20180517_SafetySim_Konzept_didaktisch_v1_7“ der DEKRA Media in Kapitel 1 und 2 beschriebene Vorwissen vorausgesetzt. Insgesamt wird in dieser Hinsicht davon ausgegangen, dass die generelle Nutzung und Programmierung von Siemens-SPSen sowie der Einsatz eines entsprechenden Programmiersystems (Rechner mit Programmiersoftware) bekannt ist.

2. Inhalt

Unter Beachtung der obigen Voraussetzungen ergibt sich bezüglich der bereitzustellenden Unterrichtsmaterialien für Lehrkräfte (Ausbilderleitfaden) folgende Inhaltsstruktur:

1. Ziele des Lernbausteins

2. Verlaufsplanung

3. Simulationssystem SafetySim

3.1 Allgemeines

3.2 Rechner

3.3 Software

3.3.1 TIA-Portal

3.3.2 SafetySim-Software

3.3.2.1 Schaltplan-Editor

3.3.2.2 Auswahl- bzw. Interaktionsmöglichkeit

3.3.2.3 Simulationsprogramm

3.3.2.4 Oszilloskop-Funktion

3.4 Mechanischer Aufbau

3.5 Stromversorgung

3.6 Sonstige Installationen

4. Einsatz des Simulationssystem SafetySim

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

- 4.1 Allgemeines
- 4.2 Versorgungsspannung anlegen
- 4.3 Rechner einschalten
- 4.4 Bildschirm einschalten
- 4.5 Simulationssystem starten
- 4.6 Simulationssystem stoppen
- 4.7 TIA-Portal
- 4.8 SafetySim
- 4.9 Video S7-1200 Safety

5. Hinweise zur Aufgabenstellung

- 5.1 Entwurf und Realisierung sicherheitsbezogener Steuerungen
- 5.2 Praktische Erprobung
 - 5.2.1 Verhalten einer Steuerung im Fehlerfall
 - 5.2.2 Motorsteuerung nach SIL 1
 - 5.2.3 Motorsteuerung nach SIL 3
- 5.3 Erkenntnisse bezüglich der Sicherheitstechnik

6. Aufgabenstellung

- 6.1 Allgemeines
- 6.2 Vorhandene Steuerung
 - 6.2.1 Stromlaufplan
 - 6.2.2 Erforderlichen Hardware-Komponenten
 - 6.2.3 Funktionsplan
 - 6.2.4 Software (S7)
- 6.3 Simulation der vorhandenen Steuerung
 - 6.3.1 System starten
 - 6.3.1.1 TIA-Portal anwählen
 - 6.3.1.2 Vorhandenes Projekt (SIL1) aufrufen
 - 6.3.1.3 Programm in CPU laden
 - 6.3.1.4 CPU starten
 - 6.3.1.5 TIA-Portal verkleinern
 - 6.3.1.6 SafetySim starten
 - 6.3.2 Betriebszustände simulieren
 - 6.3.2.1 Motor einschalten
 - 6.3.2.2 Motor ausschalten
 - 6.3.2.3 Betätigung des Not-Halt-Tasters
 - 6.3.2.4 Auswirkungen eines Fehlers durch Verschweißen der Schützkontakte
- 6.4 Ergänzungen bzw. Änderungen in der vorhandenen Steuerung
 - 6.4.1 Stromlaufplan
 - 6.4.2 Hardware Komponenten

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

6.4.3 Funktionsplan

6.4.4 Gerätekonfiguration

6.4.5 Software

6.4.5.1 Funktionsbaustein für SIL 2/3

6.4.5.2 Austausch des Funktionsbausteins

6.4.5.3 Übersetzen und laden des geänderten Programms in die CPU

6.5 Test der Softwareänderungen

6.6 Fehlersimulation

6.6.1 Verschweißen zweier Kontakte

6.6.1.1 Fehlererkennung

6.6.1.2 Aufhebung des Fehlers

6.6.2 Kurzschluss in den beiden Not-Aus-Kanälen

6.6.2.1 Fehlererkennung

6.6.2.2 Aufhebung des Fehlers

6.6.3 Drahtbruch in den Sicherheitskontakten

6.6.3.1 Fehlererkennung

6.6.3.2 Aufhebung des Fehlers

7. Abschlussbesprechung

8. Evaluationsbogen

9. Quellenverzeichnis

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

3. Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein

1. Ziele des Lernbausteins

Die Ziele sind so gesteckt, dass die Auszubildenden zunehmend fähig und bereit sind,

- sicherheitsrelevante Probleme von Steuerungen zu erkennen und deren mögliche Auswirkungen fachgerecht zu beschreiben,
- daraus notwendige Maßnahmen gemäß Sicherheitsnorm EN 61508 (SIL) zu definieren und zu begründen sowie
- diese in Schalt- bzw. Stromlaufplänen und SPS-Programmen zuverlässig umzusetzen und zu testen.

2. Verlaufsplanung

Für den gesamten Lernbaustein ist ein Zeitrahmen von 180 Minuten, entsprechend vier Unterrichtsstunden vorgesehen. Bei der nachfolgenden vorläufigen Planung wird „nur“ von der Aufgabe ausgegangen, die Sicherheitsanforderungsstufe einer Not-Halt-Funktion zu erhöhen.

Stunde	Phase	Inhalt	Sozialform	Medien
1	Einstieg	Allgemeine Informationen und Hinweise zur Aufgabenstellung	Unterrichtsgespräch	(Folien??)
	Erläuterung des ersten Aufgabenteils	vorhandene Steuerung anhand des Stromlaufplanes vorstellen	Präsentation	Folien, Arbeitsblatt, Selbstlernheft
	Erarbeitung	Hardwarekomponenten definieren, Funktionen der einzelnen Elemente erläutern		
		Ablaufplan der Sicherheitsfunktionen kennenlernen		
2	Erarbeitung	Wesentliche Aspekte der vorhandenen Software kennenlernen		
		Simulation der vorhandenen Steuerung mithilfe von Safety-Sim	Präsentation	Folien, Arbeitsblatt, Selbstlernheft
		Programmiersoftware kennenlernen (grundlegende Informationen zum TIA-Portal)	Präsentation, praktische Vorstellung	
		Vorhandenes Programm analysieren	Gruppenarbeit	Arbeitsblatt, Selbstlernheft

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

		erforderlichen Funktionsbaustein für die Not-Halt-Änderung auswählen und in das Programm integrieren		
3	Test, Verifizierung und Validierung	Geändertes Programm mithilfe der SafetySim-Simulation testen	Gruppenarbeit (evtl. Einzelarbeit)	Selbstlernheft
		bei möglichen Fehlern Software korrigieren		
		Programm erneut testen		
4	Simulation der Verschweißung von Schützkontakten	Es soll die Kontaktverschweißung anhand der Reaktionen erkannt und abgestellt werden	Gruppenarbeit (evtl. Einzelarbeit)	Arbeitsblatt, Selbstlernheft
	Simulation eines Kurzschlusses zwischen den beiden Not-Aus-Kanälen	Es soll der Kurzschluss anhand der Reaktionen erkannt und abgestellt werden	Gruppenarbeit (evtl. Einzelarbeit)	Arbeitsblatt, Selbstlernheft
	Simulation eines Drahtbruches in den Sicherheitskontakten	Es soll der Drahtbruch anhand der Reaktionen erkannt und abgestellt werden	Gruppenarbeit (evtl. Einzelarbeit)	Arbeitsblatt, Selbstlernheft
	Abschlussbesprechung	Zusammenfassung	Präsentation	Folien
		Diskussion, Ausfüllen des Evaluationsbogens	Gruppenarbeit	Evaluationsbogen

3. Simulationssystem SafetySim

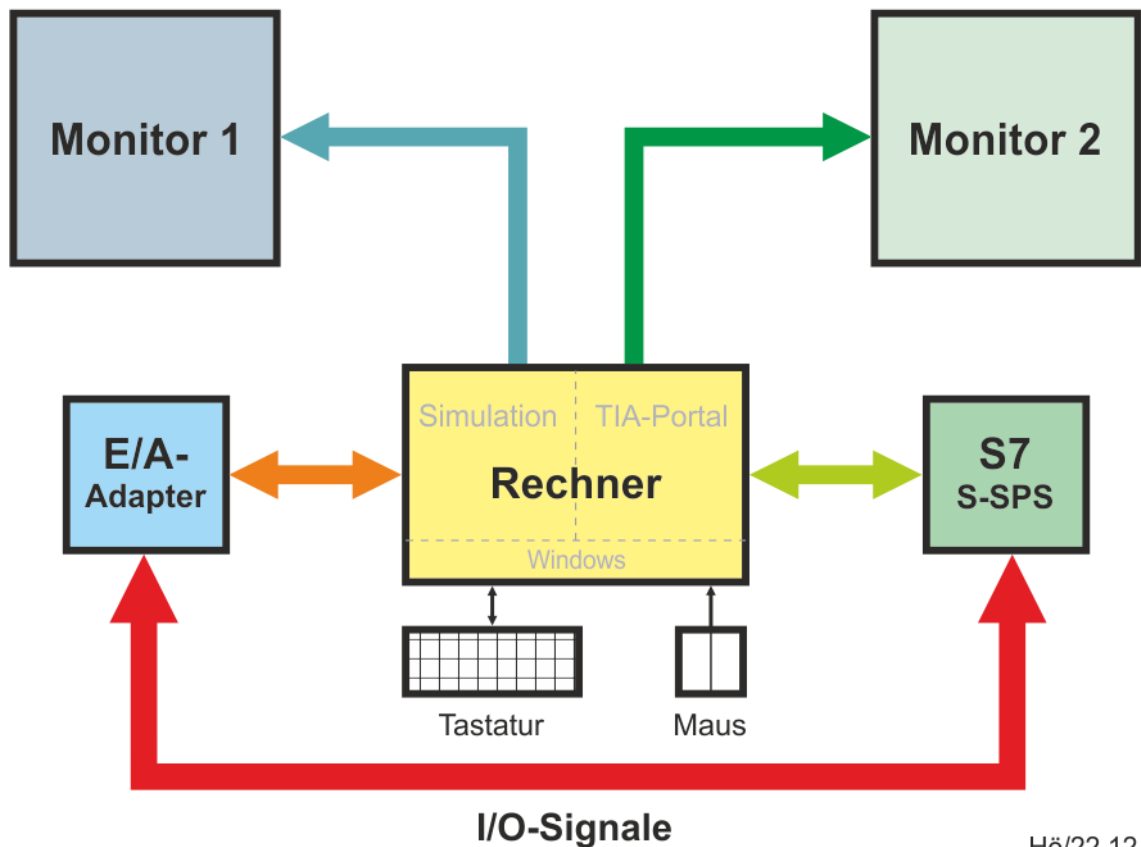
3.1 Allgemeines

Unter dem Begriff SafetySim ist ein Simulations- und Trainingssystem zu verstehen, mit dessen Hilfe Schaltpläne geändert sowie Sicherheitseinrichtungen und Steuerungen von Maschinen oder Anlagen simuliert und auf einem Monitor dargestellt werden können. Dazu werden die I/O-Signale einer real vorhandenen Siemens-Sicherheits-Steuerung einem Adapter zugeführt, der diese umwandelt, aufbereitet und an einem Rechner weitergibt. Dort ordnet eine Software die Ergebnisse den zuvor spezifizierten virtuellen Hardwareelementen zu und stellt deren Signalzustände im Schaltplan sowie die entsprechende Reaktionen in den Maschinen oder Anlagen auf dem ersten Monitor dar. Unter anderem zur Programmierung bzw. Parametrierung der SPS, dem Anlegen von Projekten sowie der Anzeige bestimmter Betriebszustände dient ein spezielles Programm (TIA-Portal) auf dem Rechner sowie der zweite Monitor.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein
„Programmierung spezieller SPS“

SafetySim Systemübersicht



Hö/22.12.18

3.2 Rechner

Hierzu kann vom Grundsatz her jeder handelsübliche PC, der die Anforderungen erfüllt, benutzt werden. Empfohlen wird:

- Prozessor Core i5-6440EQ, 3,4 GHz
- RAM 16 GB
- HD SSD mit mindestens 50 GB freiem Speicherplatz
- Bildschirmauflösung 1920 x 1080 px
- Betriebssystem Windows 10 (64 Bit)

Die Grafikkarte muss auf jeden Fall geeignet sein, zwei Monitore zu betreiben oder zwei Anwendungen (Simulation und S7) gleichzeitig darstellen zu können. Letzteres gilt für eine mögliche Anwendung mit nur einem Monitor.

Der Rechner des vorhandenen Simulationssystems entspricht diesen Vorgaben.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

3.3 Software

Die Anwendungssoftware für das System besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen. Beide wurden bereits auf dem vorhandenen Rechner installiert:

3.3.1 TIA-Portal

Um die benutzte Siemens-Sicherheits-SPS S7-1200 projektieren bzw. programmieren zu können, ist das sogenannte TIA Portal (Totally Integrated Automation) erforderlich. Dabei kommt die zur Programmierung erforderliche Software STEP 7 zum Einsatz.

Für die Nutzung im Zusammenhang mit SafetySim werden mindestens die folgenden Software-Komponenten benötigt:

Komponente	Anzahl	Siemens-Artikel-Nr.	Bemerkungen
STEP 7 Basic V15	1	6ES7822-0AA05-0YA5	Standard-Engineering-Software für SIMATIC S 7
STEP 7 Safety Basic V15	1	6ES7833-1FB15-0YA5	Sicherheits-Engineering-Software für SIMATIC S 7

3.3.2 SafetySim-Software

Zum Einsatz des Simulationssystems sind eine Reihe spezifischer Softwarekomponenten erforderlich. Vier für den Anwender besonders wichtige sind:

3.3.2.1 Schaltplan-Editor

Mithilfe dieses Programmes ist es möglich, vorhandene Schaltpläne zu modifizieren. Vom Grundsatz her funktioniert das ähnlich wie bei einer handelsüblichen CAD-Software.

Um Schaltpläne neu erstellen zu können, ist ein externer Editor „Auto-desk Eagle“, der nicht Bestandteil von SafetySim ist, erforderlich.

3.3.2.2 Simulationsprogramm

Das Programm bietet u. a. die Möglichkeit, Schaltpläne sowie Maschinen oder Anlagen grafisch darzustellen. Für Letztere ist im Rahmen weiterer Ausbaustufen die realitätsnahe Darstellung von 3D-Ansichten der jeweiligen Elemente einschließlich deren Sensoren bzw. Aktoren angedacht.

Im Zusammenhang mit Stromlaufplänen kann man erkennen, ob die jeweilige Verbindung Strom führt (dicke Linie) oder nicht (dünne Linie). Des Weiteren wird beispielsweise die Rotation von Motoren ebenfalls simuliert.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

3.3.2.3 Auswahl- bzw. Interaktionsmöglichkeit

Mithilfe dieser Option können in einer laufenden Simulation beispielsweise Sensoren (Taster, Schalter u. ä.) virtuell im Schaltplan aktiviert oder deaktiviert und damit bestimmte Reaktionen ausgelöst werden. Es kann also z. B. mithilfe eines Mausklicks die Betätigung eines Taster simuliert werden.

3.3.2.4 Oszilloskop-Funktion

Hiermit können detaillierte Signalverläufe angezeigt werden.

3.4 Hardware-Aufbau

Die Monitore und der Rechner stehen separat zur Verfügung. Der E/A-Adapter, die S-SPS-Zentraleinheit mit jeweils einem In- und Output-Modul sowie deren DC-Stromversorgung befinden sich auf einer gemeinsamen Montagesschiene.



IMG_4335a

3.5 Stromversorgung

Das System braucht handelsübliche 230 V-Stromversorgungen (AC) für

- die beiden Monitore,
- den Rechner und
- das Netzteil zur 24 DC-Versorgung (S-SPS und E/A-Adapter).

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

3.6 Sonstige Installationen

Alle erforderlichen Verdrahtungen zwischen dem E/A-Adapter und der S-SPS sowie der DC-Stromversorgung für die beiden sind bereits vorhanden.

Die Zentraleinheit der S-SPS muss mittels eines Ethernet-Kabels an den Rechner angeschlossen werden. Ähnliches ist für den E/A-Adapter erforderlich. Hier erfolgt die Kommunikation allerdings über eine USB-Verbindung.



Hö/26.12.18

4. Einsatz des Simulationssystems SafetySim

4.1 Allgemeines

Die Bedienung des Systems erfolgt über die an den Rechner angeschlossenen Tastatur und Maus.

4.2 Versorgungsspannung anlegen

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung (230 V AC) laufen der E/A-Adapter sowie die S-SPS hoch. Währenddessen sowie unmittelbar danach zeigen die LEDs an den Modulen folgende Zustände:

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Modul-Name	LED				
	während des Hochlaufs			nach dem Hochlauf	
	Bezeichnung	Farbe	Art	Farbe	Art
E/A-Adapter	A 16	grün	Dauerlicht	grün	Dauerlicht
	A17	grün	Dauerlicht	grün	Dauerlicht
	ohne Bezeichnung	orangefarben	Dauerlicht	orangefarben	Dauerlicht
	24 V	grün	Dauerlicht	grün	Dauerlicht
	diverse	grün	Blinklicht	-	-
CPU 1212FC	RUN7/STOP	grün/gelb	Blinklicht	grün	Dauerlicht
	ERROR	rot	Blinklicht	-	-
	MAINT	orangefarben	Blinklicht	-	-
SM 1226 F-DI	DIAG	grün	Blinklicht	grün	Dauerlicht
	F-Di a	rot	Blinklicht	-	-
SM1226 F-DO	DIAG	grün	Blinklicht	grün	Dauerlicht
	F-Di a	rot	Blinklicht	-	-

Die LED unten rechts am Bildschirmrand des bzw. der Monitore zeigt zunächst grünes Licht, das nach kurzer Zeit in gelb übergeht.



IMG_4461a

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

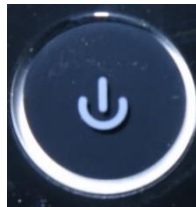
4.3 Rechner einschalten

Wenn die Versorgungsspannung angelegt wurde, leuchtet am Rechner zunächst nur die LED „PWR“ in Rot und es ertönt ein kurzer Piepton.



Power1

Als nächstes muss der Rechner mittels der linken Taste gestartet werden.



IMG_4338aa



IMG_4443b

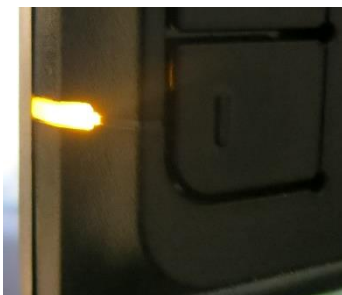


Power2

Danach leuchtet der Ring um die Taste in Rot, die „PWR“-LED in Grün, nach kurzer Zeit „WIFI“ in Blau und die „HDD“-LED blinkt in Weiss.

4.4 Bildschirm einschalten

Nach dem Hochlauf des Rechners muss der Monitor aktiviert werden. Dazu ist der unterste Taster auf der Rückseite zu betätigen.



IMG_4450aa

SafetySim

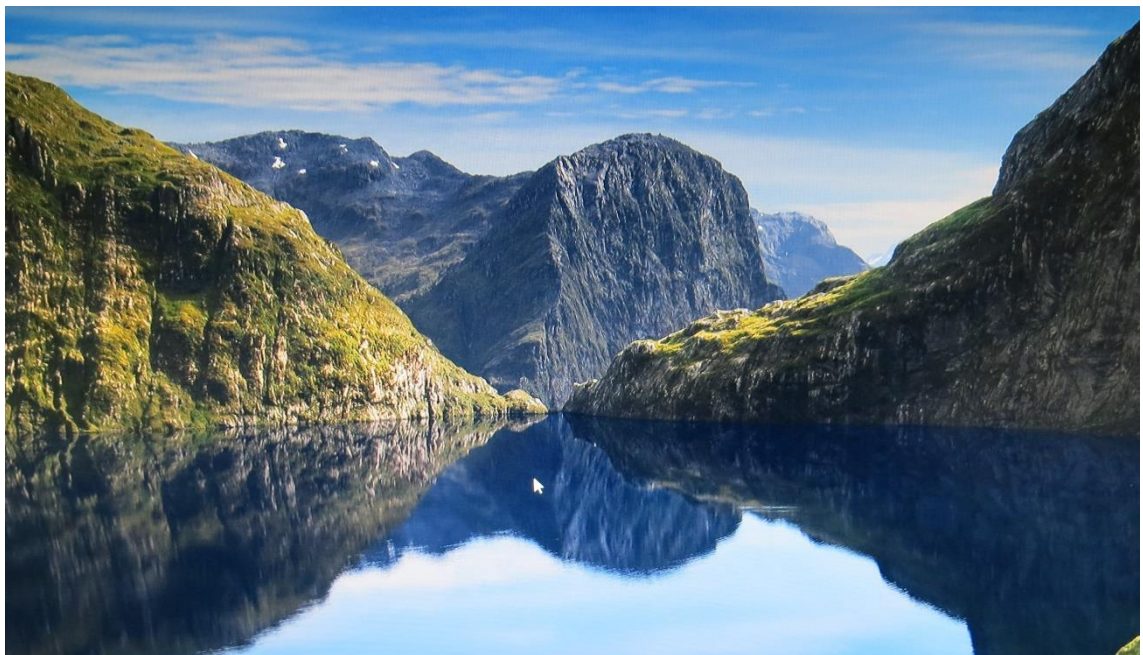
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

4.5 Simulationssystem starten

Wurde der Monitor eingeschaltet, so zeigt der Bildschirm ein Eingangsbild. Grundsätzlich sind hier mehrere unterschiedliche möglich. Nachfolgend werden zwei Beispiele dargestellt.



IMG_4463a 1



IMG_4469a

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Nach einmaligen Betätigung der linken Maustaste erfolgt eine Kennwortabfrage:



IMG_4466a 1

Mithilfe der Tastatur ist das Kennwort „safetysim“ einzugeben und mit der linken Maus- oder der Return-Taste zu bestätigen.



Return2a 1

Danach erscheinen am linken Bildrand für das Simulationssystem die Auswahlmöglichkeiten:



B1 Start1

- TIA-Portal
- SafetySim
- Video S7-1200 Safety

4.6 Simulationssystem stoppen

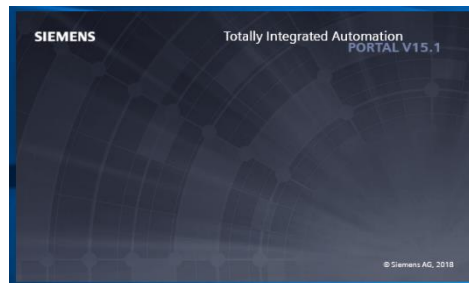
Das System kann mittels der Tastenkombination „Alt/F4“ gestoppt werden.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

4.7 TIA-Portal

Das Portal wird mithilfe eines Doppelklicks (linke Maustaste) auf das TIA-Symbol gestar-



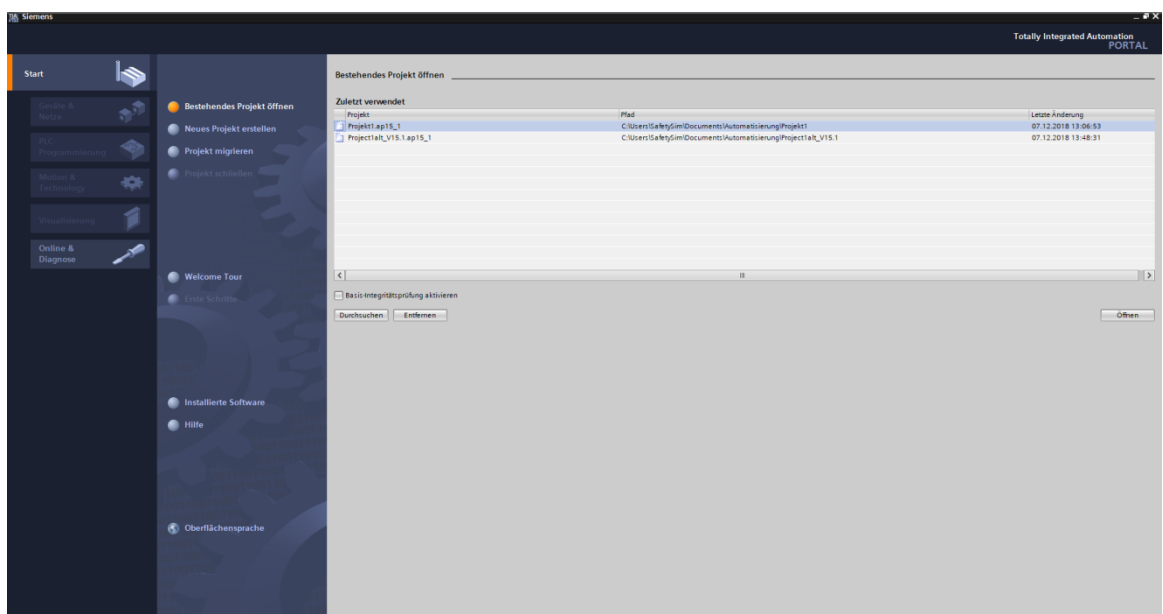
s10

tet. Der Bildschirm zeigt dann eine Eingangsinformation. Im Wesentlichen ist dort die vorhandene Versionsnummer verzeichnet, hier „V15.1“.

Nach etwa sieben Sekunden erfolgt eine automatische Weiterschaltung zur Start-Auswahl.

Dort kann man das weitere Vorgehen bestimmen. Von besonderem Interesse ist im Zusammenhang mit SafetySim zunächst die Option „Bestehendes Projekt öffnen“. Nähere Details dazu werden beispielsweise unter Punkt 5.3.1.2 beschrieben.

Im Zuge der weiteren Bearbeitung kann es sein, dass sich im TIA-Portal die tatsächlich erscheinenden Informationen auf dem Bildschirm geringfügig von den hier dargestellten unterscheiden. Das hat auf die korrekten Funktionen in der Regel aber keinen Einfluss.



s1

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

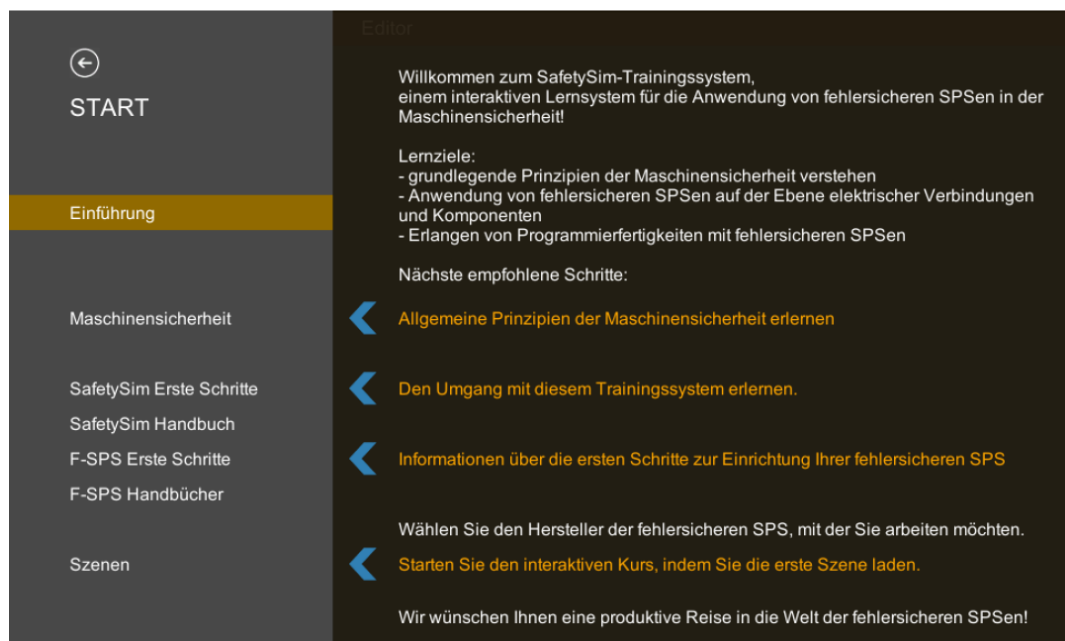
4.8 SafetySim

Das System wird ebenfalls durch einen Doppelklick (linke Maustaste) auf das entsprechende Symbol gestartet. Es erscheint für ca. vier Sekunden ein Intro.



s14a

Danach erfolgt eine automatische Weiterschaltung zum Hauptmenü von SafetySim. Eine Abbruchmöglichkeit besteht mit der Tastenkombination „Alt“ und „Tab“. Dabei muss die Alt-Taste betätigt und gehalten sowie zusätzlich die Tab-Taste gedrückt werden.



s11a

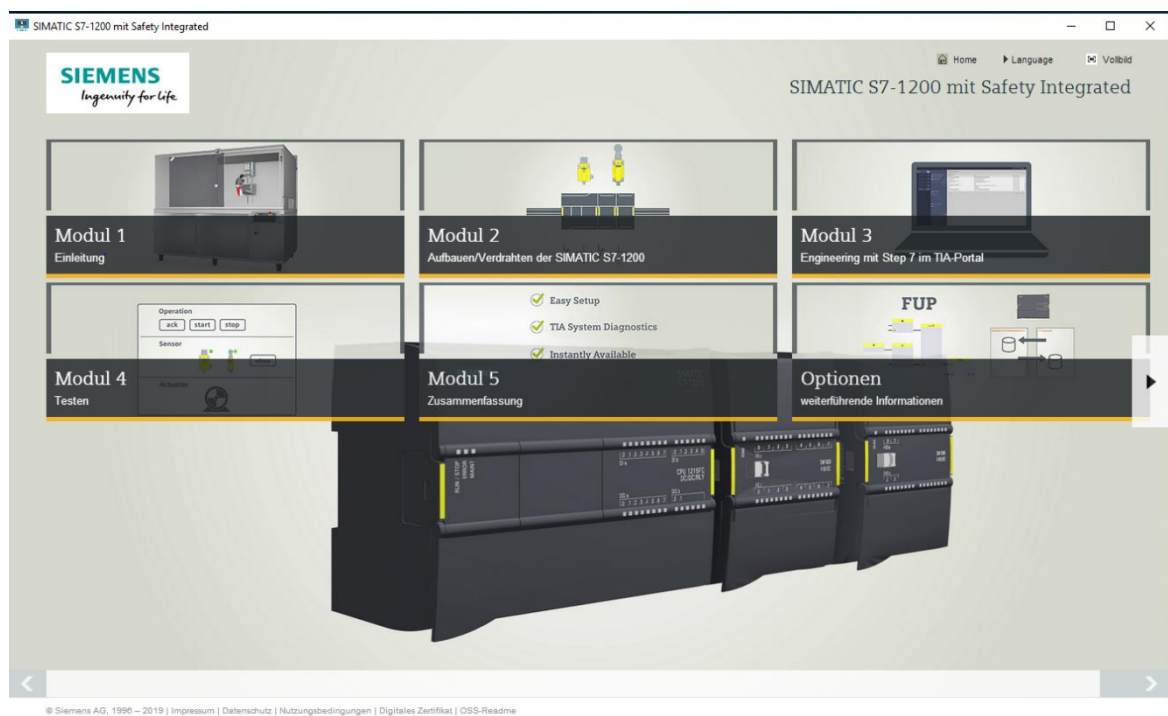
Von dort aus sind eine Reihe von Informationsmöglichkeiten auswählbar. Unter anderem kann man aber auch über den Menüpunkt „Szenen“ zu den Simulationsmöglichkeiten gelangen. Weitere Angaben dazu stehen im Folgenden unter Punkt 5.3.1.4.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

4.9 Video S7-1200 Safety

Hier stehen nach einem Doppelklick auf das Symbol (mit der linken Maustaste) eine Reihe von Informationen zu den Siemens S7-1200-Steuerungen (Safety) zur Verfügung. Im Wesentlichen sind das Erklär-Videos zu deren Anwendung, u. a. im Zusammenhang und der Nutzung des TIA-Portals.



s12

5. Hinweise zur Aufgabenstellung

Im Folgenden werden wesentliche Hinweise zur Aufgabenstellung gegeben. Diese beziehen sich insbesondere auf die sicherheitstechnischen Aspekte von Steuerungen und sollten den Auszubildenden auf jeden Fall auch vermittelt werden.

5.1 Entwurf und Realisierung sicherheitsbezogener Steuerungen

In Europa müssen Steuerungen mit sicherheitsrelevanten Funktionen bestimmten Normen entsprechen. Das sind u. a. die

- EN 62061:2013-09 oder die
- EN ISO 13849-1:2016-06

In beiden Vorgaben ist bezüglich der Zuverlässigkeit der verwendeten elektrischen und elektronischen Systeme eine Klassifizierung vorgesehen. Diese schließt beispielsweise

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

auch die Software in speicherprogrammierbaren Steuerungen mit ein. In der EN 62061 bezeichnet man die Klassen als Sicherheits-Integritätslevel, abgekürzt „SIL“. Sie reichen von 1 bis 4. Gemäß der EN ISO 13849-1 spricht man von Performance Level, abgekürzt „PL“. Es sind hier Abstufungen von a bis e vorgesehen. Hinsichtlich dieser Level gibt es in weiten Bereichen Übereinstimmungen. So entsprechen beispielsweise „PL b und c“ „SIL 1“ sowie „PL e“ dem Sicherheits-Integritätslevel „SIL 3“.

Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass sicherheitsbezogene Steuerungen um so seltener ausfallen, je höher der Sicherheitsintegritäts- bzw. Performance-Level ist, dem sie entsprechen.

Das bedeutet auch, dass, abhängig vom jeweiligen Sicherheitsniveau, auftretende Fehler mehr oder weniger gut erkannt werden und entsprechende Reaktionen erfolgen können.

5.2 Praktische Erprobung

Im Rahmen der vorgesehenen praktischen Erprobung soll mithilfe des rechnergestützten Simulationssystems (SafetySim) sowie der realen fehlersicheren SPS der Fa. Siemens eine Motorsteuerung unter sicherheitstechnischen Aspekten untersucht bzw. angepasst werden.

5.2.1 Verhalten einer Steuerung im Fehlerfall

Unter Sicherheitsaspekten ist es besonders wichtig zu wissen, wie sich eine Steuerung im Falle auftretender Fehler verhält. Von daher ist auch vorgesehen, dass im Weiteren in den Steuerungen jeweils bestimmte Fehler simuliert und die daraus resultierenden Auswirkungen ermittelt werden. Dabei gilt es besonders, die Unterschiede zwischen den einzelnen Sicherheitsleveln zu erkennen!

5.2.2 Motorsteuerung nach SIL 1

Die vorhandene Motorsteuerung besteht aus:

- einer realen sicherheitsgerichteten speicherprogrammierbaren Steuerung (S7, Safety Integrated) mit
- entsprechender Software und
- durch SafetySim nachgebildeten Sensoren bzw. Aktoren. Bei Letzteren handelt es sich um die Bedienelemente, ein Motorschütz sowie einem Motor.

Die Sicherheitsfunktionen werden hard- und softwareseitig im Wesentlichen durch den Not-Halt-Taster (eStop) und ein Rückmeldesignal des Motorschützes (K1) realisiert.

Um SIL1 zu entsprechen, müssen die beiden Sicherheitselemente „nur“ einkanalig ausgeführt werden. Da keine Redundanz im Bereich der Signalleitungen vorhanden ist, können Leitungsstörungen nicht erkannt werden.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Dies ist im zugehörigen Schaltplan, siehe Punkt 6.2.1, ersichtlich.

Mithilfe der oben genannten Bedienelemente kann der Motor ein- oder ausgeschaltet sowie in einer Notsituation gestoppt werden. Für letzteren Fall ist beim Wiedereinschalten zusätzlich eine Quittierung vorgesehen.

Im Rahmen der Fehlersimulation wird man feststellen, dass in dieser Steuerung bestimmte Probleme nicht erkannt werden!

5.2.3 Motorsteuerung nach SIL 3

Um den Sinn eines höheren Sicherheitsniveaus darzustellen, soll deshalb die oben beschriebene Steuerung auf den Sicherheitsintegrations-Level 3 (PL e) gebracht werden. Dazu müssen die relevanten Komponenten entsprechend angepasst werden. Unter anderem bedeutet das:

Die Sicherheitselemente müssen zweikanalig ausgeführt werden!

Dies ist im Stromlaufplan (Punkt 6.4.1) zu erkennen.

5.3. Erkenntnisse bezüglich der Sicherheitstechnik

Die Erkenntnisse, die im Rahmen der Aufgabenbearbeitung gewonnen werden sollen, lauten:

- **Eine Steuerung, die dem Sicherheitsintegritäts-Level 1 (PL b und c) entspricht, beinhaltet in der Regel zwar gewisse sicherheitsrelevante Funktionen, kann aber bestimmte Fehler nicht erkennen.**
- **Entspricht diese Steuerung hingegen dem Sicherheitsintegritäts-Level 3 (PL e), so kann sie auch die oben nicht erkannten Fehler feststellen und darauf entsprechend reagieren.**
- **Bei der Entwicklung einer Steuerung muss man das vorhandene Restrisiko sehr genau abschätzen und dementsprechend den erforderlichen Sicherheitslevel festlegen.**

6. Aufgabenstellung

6.1 Allgemeines

Eine vorhandene Motorsteuerung, die hard- und softwareseitig dem Sicherheitsintegritätslevel (safety integrity level) SIL 1 (PL b u. c) entspricht, soll in Betrieb genommen, drei mögliche Fehler simuliert und deren Auswirkungen analysiert werden. Anschließend muss die Steuerung softwareseitig so abgeändert werden, dass sie konform zu einem vorhandenen, aber SIL 3 bzw. PL e entsprechenden, Schaltplan ist.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

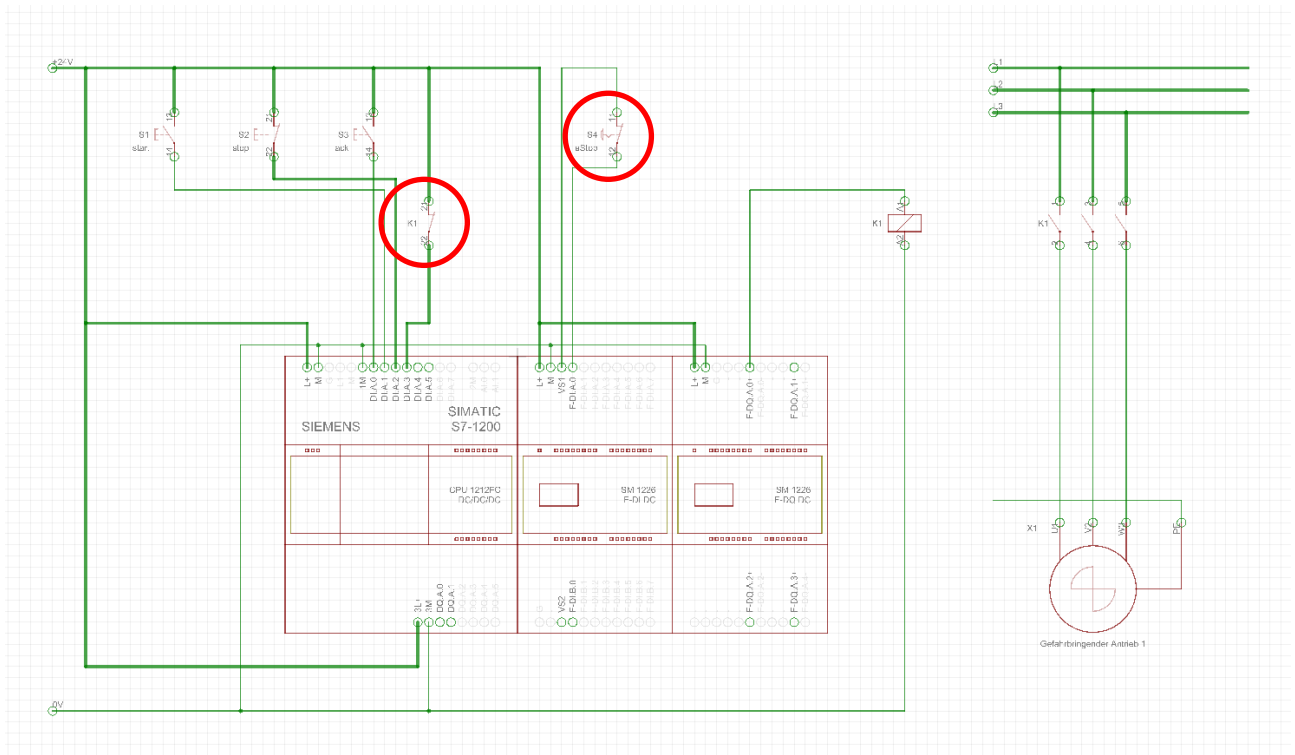
Nachdem die Funktion der Schaltung positiv getestet wurde, sollen in der geänderten Steuerung das Verschweißen zweier Kontakte, ein Kurzschluss in den beiden Not-Aus-Kanälen sowie ein Drahtbruch in den Sicherheitskontakten simuliert, erkannt und untersucht werden.

6.2 Vorhandene Steuerung

Die derzeitige Steuerung ist sowohl im Bereich der Hard- wie auch der Software mit einer Not-Halt-Funktion ausgestattet.

6.2.1 Stromlaufplan

Der Stromlaufplan sieht folgendermaßen aus:



Stromlaufplan SIL 1

6.2.2 Erforderliche Hardware-Komponenten

Zur Realisierung der oben dargestellten Steuerung werden außer dem Motor die folgenden Hardware-Komponenten benötigt. Dabei ist zu beachten, dass **nur** die CPU sowie die E/A-Module real vorhanden sind. Die übrigen Komponenten werden durch die SafetySim-Simulation visuell dargestellt. Die detaillierten unten stehenden Angaben dienen nur der Vollständigkeit und beziehen sich auf reale Artikel des Hauses Siemens.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

	Komponente	Anzahl	Siemens-Artikel-Nr.	Bemerkungen
real vorhanden	CPU 1212 FC, DC/DC/DC	1	6ES7212-1AF40-0XB0	Die Baugruppen gehören zum Automatisierungssystem SIMATIC S7-1200 mit Safety Integrated.
	Digitaleingabe SM 1226	1	6ES7226-6BA32-0XB0	
	Digitalausgabe SM 1226	1	6ES7226-6DA32-0XB0	
"nur" visuell vorhanden	Drucktaster gekapselt	1	3SU1100-0AB40-1BA0	Start-Taster grün (Schließer)
	Drucktaster gekapselt	1	3SU1100-0AB40-1BA0	Quittier-Taster blau (Schließer)
	Drucktaster gekapselt	1	3SU1100-1HB20-1CF0	Aus-Taster rot (Öffner)
	Not-Halt-Pilz-Drucktaster	1	3SU1100-1HB20-1CF0	einkanalig, verrastend, mit Drehentriegelung, rotem Pilzkopf und gelbem Unterlegschild
	Schalt-bzw. Motorschutz	1	3RT2015-2BB42	Spule für 24 V DC

6.2.3 Funktionsplan

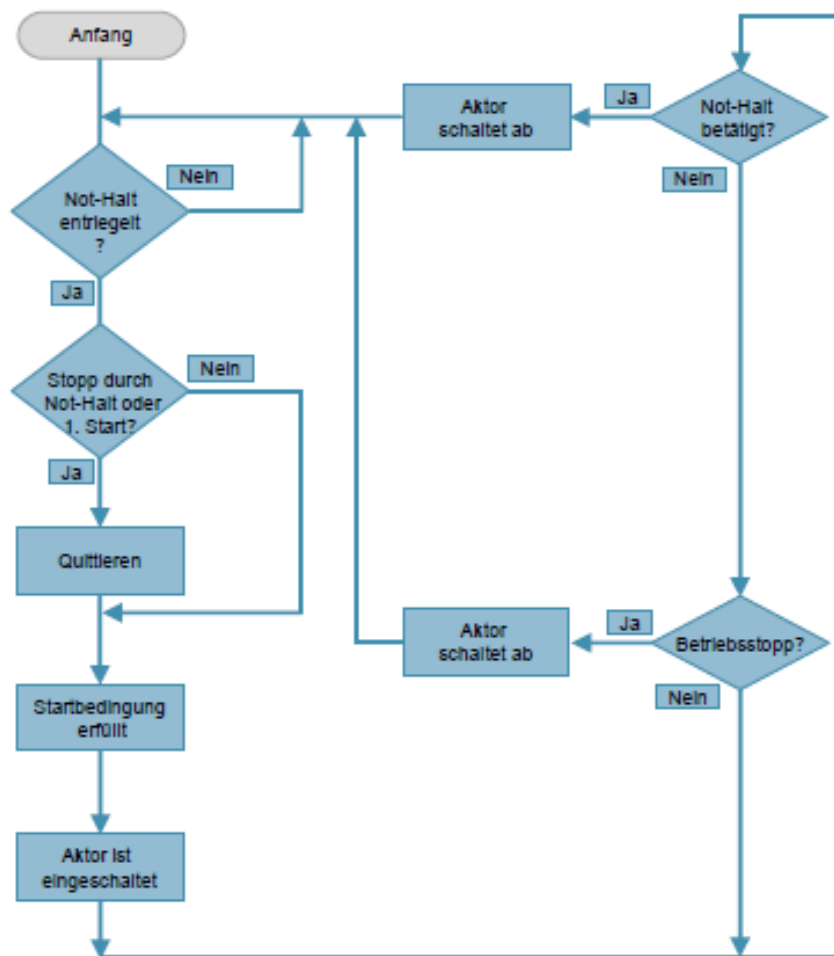
Dieser gibt den funktionalen Ablauf wieder und ist die Grundlage für obigen Schaltplan sowie die Gestaltung der weiter unten beschriebenen Software bzw. des benutzten Sicherheits-Funktionsbausteins.

Grundsätzlich lässt sich das Motorschutz K1 bei entriegeltem Not-Halt- und nicht betätigtem Stop-Taster mithilfe des Start-Tasters einschalten. Im Funktionsbaustein geht dabei der Ausgang K1 in Selbsthaltung und bleibt dort solange, bis eine Abschaltung über den Stop- oder den NOT-Halt-Taster erfolgt.

Der dargestellte Funktionsplan zeigt „nur“ den Ablauf für die Sicherheitsfunktionen. Er beginnt (Anfang), wenn der Starttaster betätigt wird.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



Funktionsplan

Bei Betätigung des Starttasters wird abgefragt, ob der Not-Halt-Taster entriegelt, das heißt, dessen Öffner-Kontakt geschlossen ist. Nur dann sind weitere Funktionen möglich. Ist das so, erfolgt eine Abfrage ob zuvor eine Abschaltung durch den Not-Halt-Taster stattgefunden hat oder ob es sich um ein erstmaliges Einschalten handelt. Lautet hier die Antwort „Ja“, so muss mittels des Tasters S3 (ack) eine Quittierung erfolgen, das heißt dann, dass die erforderlichen Startbedingungen erfüllt sind und das Schütz K1 zieht an. Wird die obige Frage mit „Nein“ beantwortet, d. h. es hat zuvor eine „normale“ Abschaltung gegeben, ist die Startbedingung sofort erfüllt und das Schütz K1 erhält Spannung. Das bleibt solange so, bis entweder der Not-Halt- oder der Stop-Taster betätigt wird. In letzterem Fall handelt es sich um einen „regulären“ Betriebsstopp, und das Schütz wird abgeschaltet. In ersterem wird K1 ebenfalls sofort spannungslos. Beide Male beginnt danach der Ablauf wieder von vorn.

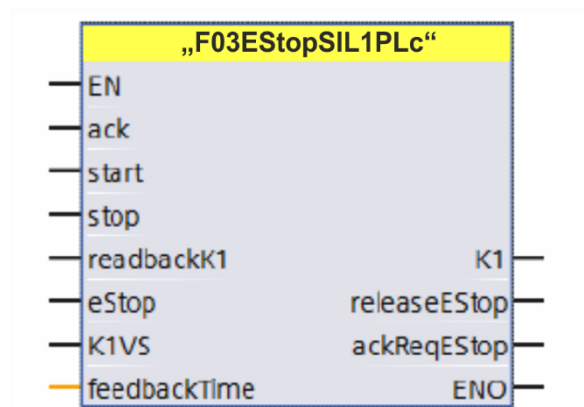
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

6.2.4 Software (S7)

Grundsätzlich sind das TIA-Portal sowie die unter Punkt 3.3.1 beschriebenen Software-Komponenten erforderlich.

Die sicherheitstechnischen Funktionen werden im Anwender-Programm hauptsächlich durch den, speziell für derartige Aufgaben programmierten, Funktionsbaustein *FB F03EStopSIL1PLc* realisiert.



F03neu

Er verfügt über die links stehenden Ein- sowie die rechts stehenden Ausgänge. Diese haben die nachfolgend aufgeführten Funktionen. Der Datentyp „Bool“ bedeutet, dass es sich um einen Booleschen Wert handelt, der die Zustände 0 und 1 haben kann.

Der „EN“-Eingang darf bei F-Bausteinen grundsätzlich nicht beschaltet werden!

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

	Beschreibung	Symbol (am Funktionsbaustein)	Datentyp	Konvention	Anschlußbezeichnung (an den Hardware-Modulen)	Bemerkung
Eingänge	Quittierung	ack	Bool	1-Signal = Quittierung (Schließer)	DI .0	Nach Auslösen der Sicherheitsfunktion ist eine positive Flanke erforderlich.
	Start-Anforderung	start	Bool	1-Signal = Start-Anforderung (Schließer)	DI .1	
	Stopp-Anforderung	stopp	Bool	0-Signal = Stop-Anforderung (Öffner)	DI .2	
	Rückmeldesignal vom Hilfskontakt des Schützes K1	readbackK1	Bool	0-Signal = Schütz hat angezogen (Öffner)	DI .3	
	Not-Halt Drucktaster	eStop	Bool	0-Signal = Not-Halt wurde ausgelöst (Öffner)	F-DI .0	
	Wertstatus Ausgang K1	K1VS	Bool	0-Signal = Fehler		
	Zeit zwischen Ansteuerbefehl und Reaktion des Schützes	feedbackTime	Time			Die Zeit muss entsprechend der benutzten Hardware eingestellt werden.
Ausgänge	Schütz K1	K1	Bool	1-Signal = Aktor einschalten (Schütz K1)	F-DO O+	Motorschütz zum Einschalten des angeschlossenen Motors
	Freigabe Not-Halt	releaseEStop	Bool	1-Signal = Not-Halt ist entriegelt und quittiert		Informationen der F-Bibliotheksbausteine. (An-

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

	Quittierung notwendig	ackReqEStop	Bool	1-Signal = Quittierung notwendig		derweitige Auswertung möglich)
--	-----------------------	-------------	------	----------------------------------	--	--------------------------------

6.3 Simulation der vorhandenen Steuerung

Im Normalfall erfolgt eine Simulation immer mit dem Programm, das jeweils zuvor in die S-SPS geladen wurde bzw. sich darin befindet. Im Hinblick auf die Aufgabenstellung sollte das die Software des Projektes mit der Bezeichnung „Siemens SIL1.ap15_1“ sein. Wenn sichergestellt ist, dass sich das richtige Programm in der CPU befindet, müssen die Schritte von 6.3.1.1 bis 6.3.1.5 nicht durchgeführt werden.

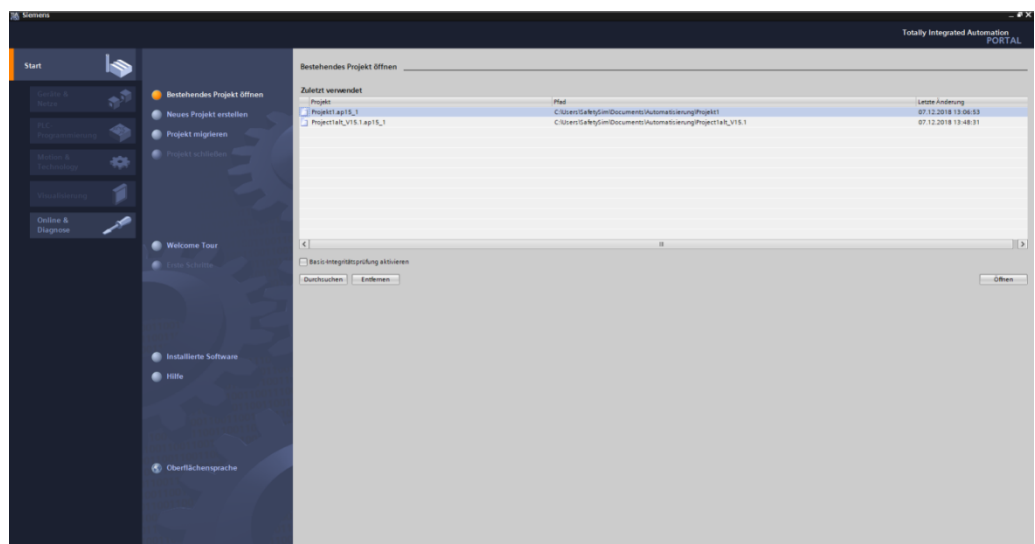
Ansonsten muss für eine Simulation der vorhandenen Steuerung wie folgt vorgegangen werden:

6.3.1 System starten

Das System ist, wie in den Punkten 4.2 bis 4.5 beschrieben, hochzufahren.

6.3.1.1 TIA-Portal anwählen

Durch einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf das TIA-Emblem wird dieses gestartet. Es erscheint nach ca. sieben Sekunden das Hauptmenü:



s1

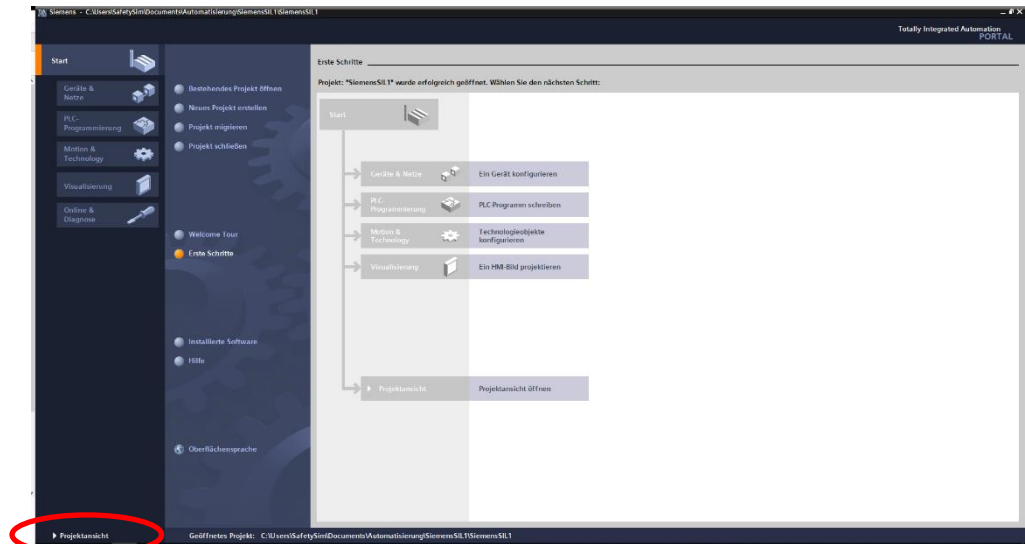
6.3.1.2 Vorhandenes Projekt (SIL1) aufrufen

Mithilfe der Maus auf „Bestehendes Projekt öffnen“ gehen und einmal klicken (linke Maustaste). Im rechten Fenster werden die vorhandenen Projekte angezeigt. Projekt „Siemens SIL1.ap15_1“ mit der Maus markieren (einmal klicken), auf „Öffnen“ gehen und dort einmal klicken.

SafetySim

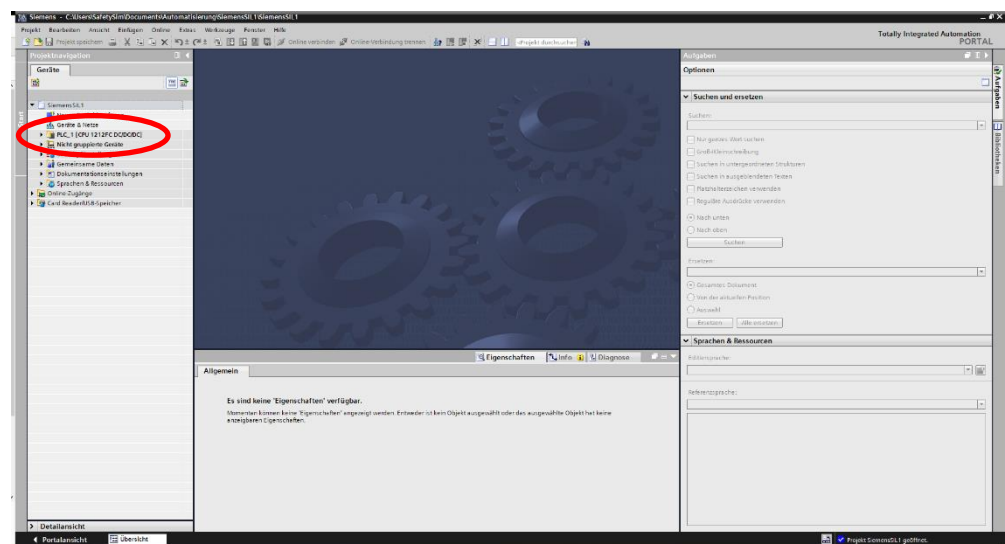
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Oder in der Auswahl das gewünschte Projekt durch einen Doppelklick öffnen.



sie01

Jetzt die „Projektansicht“ wählen (Einfachklick).

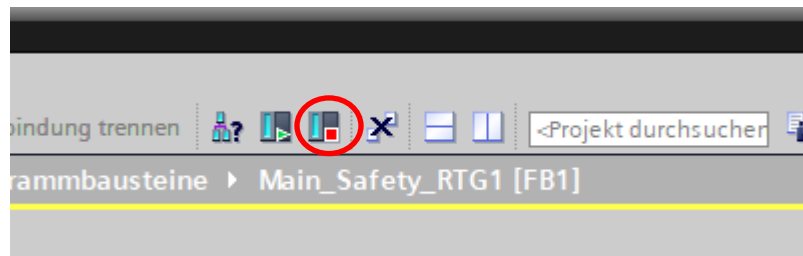


sie02

Die CPU „PLC_1 [CPU 1212FC DC/DC/DC]“ anwählen (Doppelklick).

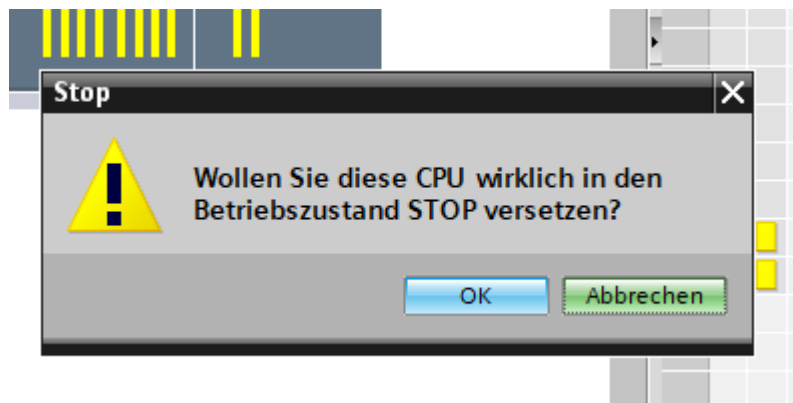
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



sie30ab

Jetzt muss die CPU mittels Einfachklick auf obiges Symbol gestoppt werden.



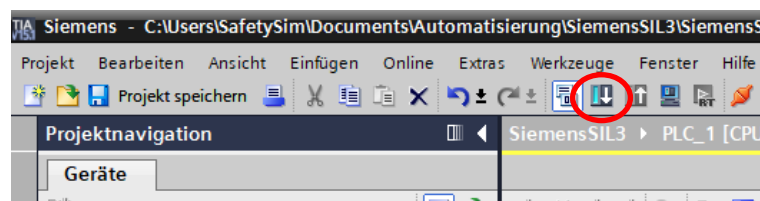
sie39ac
1

Die Abfrage ist mit „OK“ zu beantworten (Einfachklick).

Die LED „RUN/STOP“ an der realen CPC zeigt nun konstant gelbes Licht.

6.3.1.3 Programm in CPU laden

Jetzt muss das Programm in die CPU geladen werden. Dazu ist der Button (siehe unten) zu betätigen (Einfachklick).

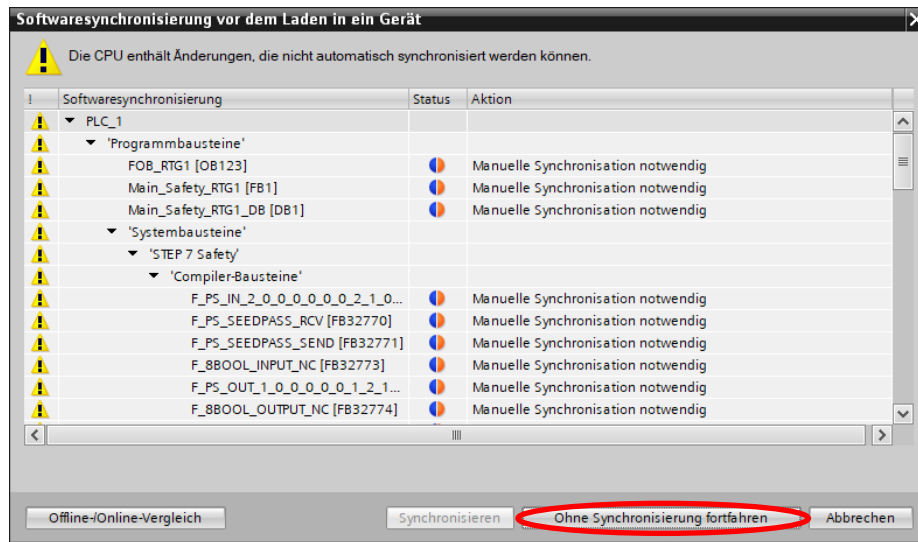


sie30aa

Es erscheint eine Abfrage nach der Synchronisierung:

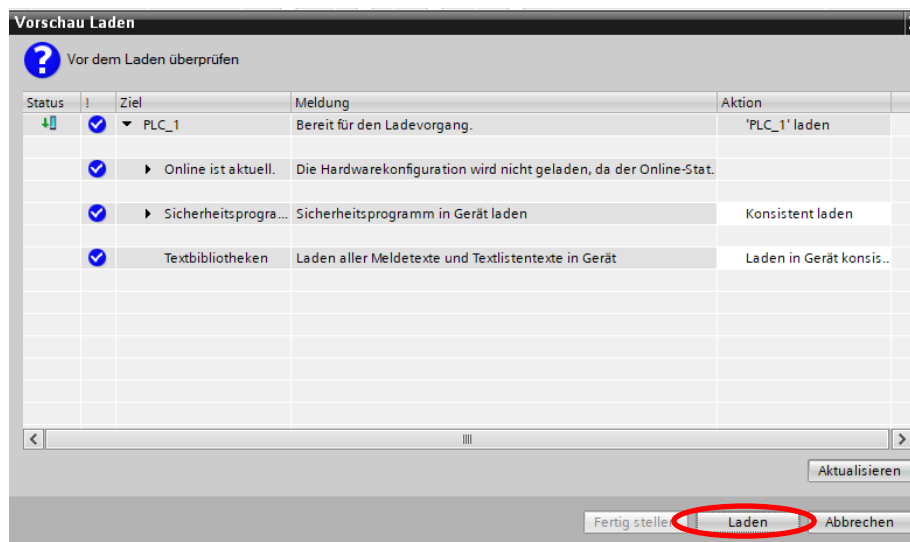
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



Screenshot(74)aa

Hier ist „Ohne Synchronisierung fortfahren“ zu wählen (Einfachklick).

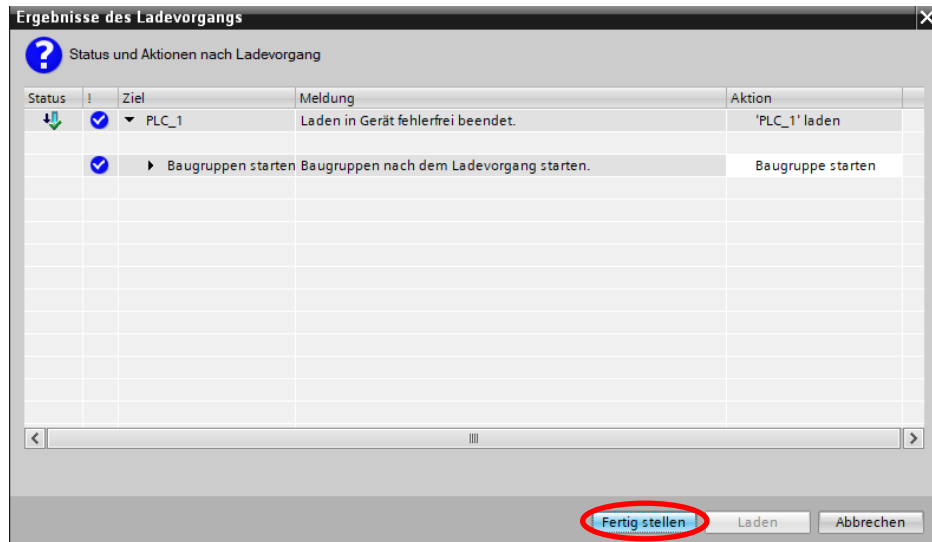


Screenshot(75)aa

Im nächsten Schritt muss „Laden“ markiert werden (Einfachklick).

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

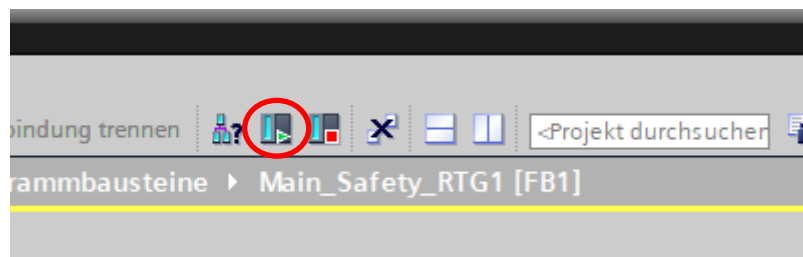


sie44aa

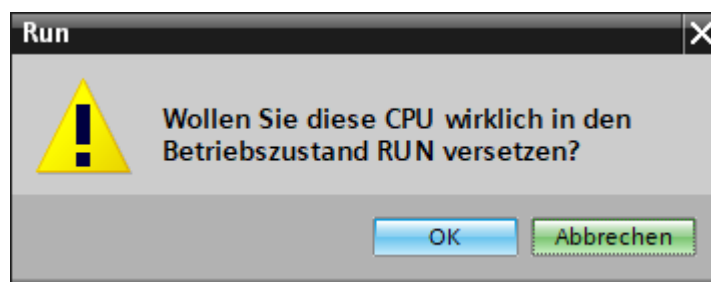
Anschließend sind die Ergebnisse des Ladevorganges mittels „Fertig stellen“ zu quittieren.

6.3.1.4 CPU starten

Jetzt muss die CPU noch gestartet werden.



sie30ab



sie45aa

Die folgende Abfrage muss mit „OK“ bestätigt werden.

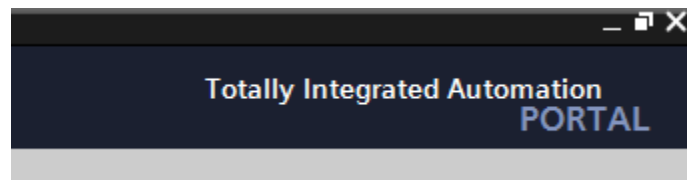
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Die LED „RUN7/STOP“ in der CPU blinkt gelb und geht dann in grünes Dauerlicht über. Das Programm befindet sich nun in der Zentraleinheit und wird ausgeführt. Letzteres ist auch bei jedem Neustart der Fall, solange keine andere Software geladen wurde.

6.3.1.5 TIA-Portal verkleinern

Eine Verkleinerung ist dann nötig, wenn mit nur einem Monitor gearbeitet wird. Dazu ist rechts oben am Bildschirm das „_“ Zeichen anzuwählen und einmal zu klicken. Das TIA-Portal ist nun nicht mehr sichtbar, läuft aber im Hintergrund weiter.



s15

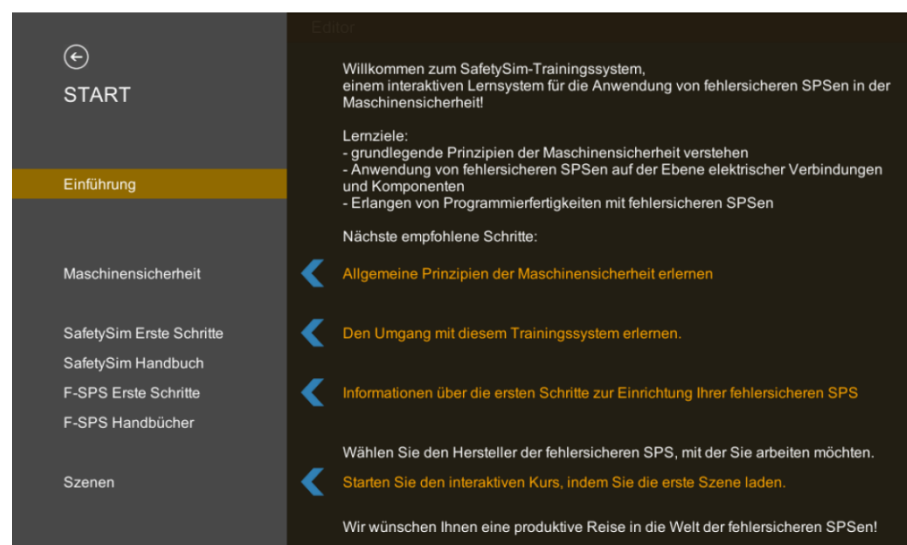
6.3.1.6 SafetySim starten

Durch einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf das SafetySim-Symbol wird das Programm gestartet.



Danach erscheint das Hauptmenü:

B1 Start1aa

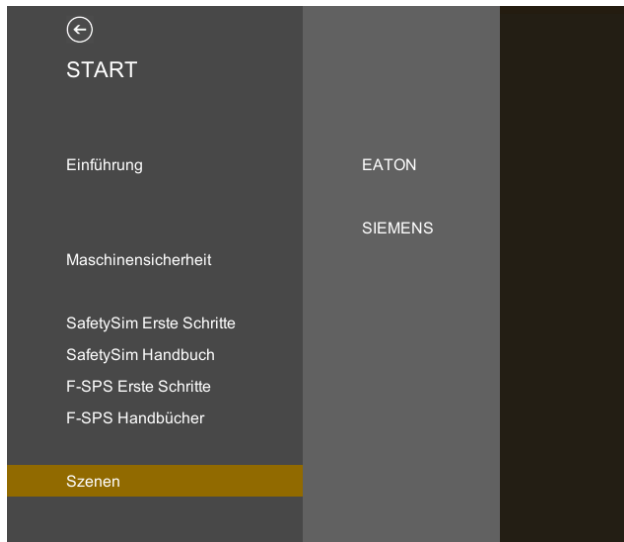


s11a

SafetySim

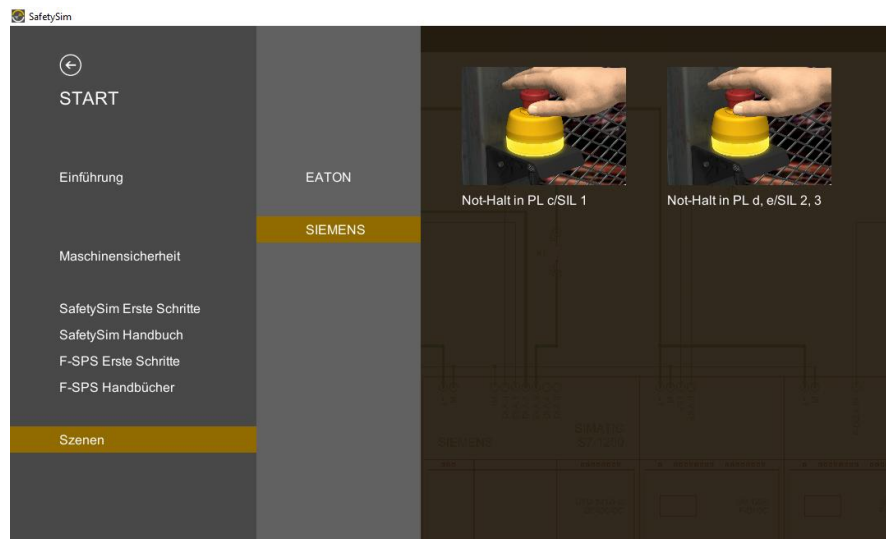
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Hier auf Szenen klicken.



Screenshot (2)

Danach muss zunächst das jeweilige S-SPS-System ausgewählt werden, hier ist das „SIEMENS“ (Klick auf den Namen). Dann erscheinen die vorhandenen Simulationsmöglichkeiten.

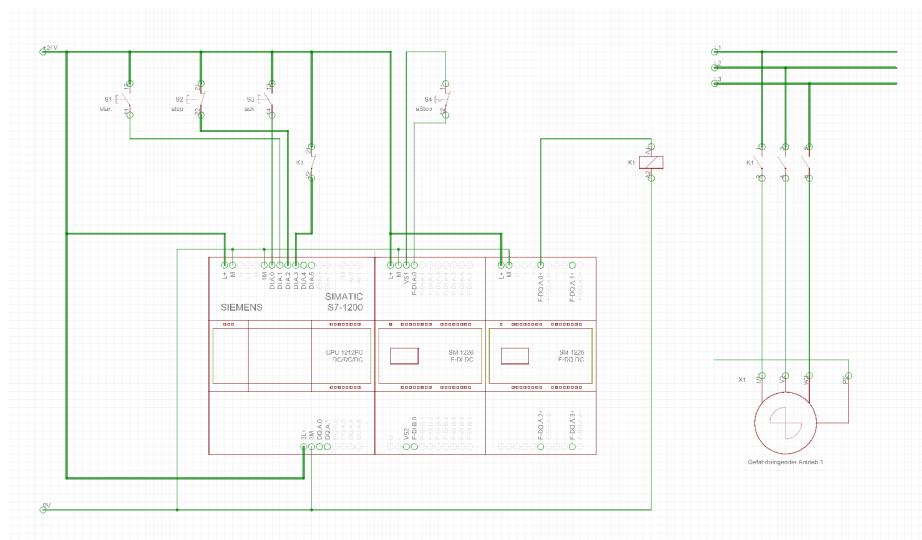


sie neu

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

„Not-Halt in PL c/SIL 1“ anwählen (einmal klicken). Dadurch wird die Simulation gestartet und es erscheint der für das Projekt hinterlegte Schaltplan.



Stromlaufplan SIL1

Besondere Aufmerksamkeit sollte hier der Einkanaligkeit der Sicherheitsorgane gelten. Das heißt, der Tatsache, dass sowohl der Not-Halt-Taster (S4) wie auch der Rückmeldekontakt des Motorschützes (K1) nur jeweils über eine einzelne Signalleitung angeschlossen ist. Es ist also keine Redundanz vorhanden!

Die dicken Verbindungslinien zeigen immer an, dass Strom fließt, bzw. Spannung vorhanden ist.

6.3.2 Betriebszustände simulieren

In dem auf dem Monitor dargestellten Schaltplan gibt es vier Taster, die manuell beeinflusst werden können:

- Starttaster (S1, start)
- Stopptaster (S2, stop)
- Quittiertaster (S3, ack)
- Not-Halt-Taster (S4, eStop)

Anhand der im Ablaufplan unter Punkt 6.2.3 beschriebenen Funktionen kann jetzt die Schaltung durch Betätigung der Sensoren getestet werden.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

6.3.2.1 Motor einschalten

Der Not-Halt- sowie der Stopptaster müssen sich in entriegeltem bzw. nicht betätigten Zustand befinden. Anschließend sind nacheinander S3 und S1 zu betätigen. Dazu geht man mit der Maus auf das jeweilige



Start neu1

Symbol und klickt es an. Visuell kann man sehen, wie der Kontakt kurzzeitig rot eingefärbt und geschlossen wird.

Das Schütz K1 zieht an und bleibt in dieser Position, seine Motorkontakte werden geschlossen und der Motor (Gefahr bringender Antrieb 1) dreht sich. Gleichzeitig wird der Hilfskontakt K1 (21, 22) geöffnet.

Kam es zuvor zu einem regulären Betriebsstopp, so ist zum Einschalten nur der Taster S1 zu betätigen.

6.3.2.2 Motor ausschalten

Um einen regulären Betriebsstopp zu simulieren ist der Taster S2 zu betätigen.



Stop neu1xx

Das Schütz K1 fällt ab, seine Motorkontakte werden geöffnet und der Motor bleibt stehen. Gleichzeitig wird der Hilfskontakt K1 (21, 22) geschlossen. Eine Wiedereinschaltung des Motors ist jetzt durch die Betätigung von S1 und ohne Quittierung über S3 möglich.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

6.3.2.3 Betätigung des Not-Halt-Tasters

Wird der Taster S4 betätigt, wird sein Kontakt geöffnet und der Taster mechanisch verriegelt, d. h., der Kontakt bleibt bis zum erneuten Anklicken geöffnet.



Not-Halt neu1

6.3.3 Fehlersimulation

Der Unterschied bzw. Vorteil einer Steuerung mit hohem Sicherheitsintegritäts-Level (z. B. SIL 3) gegenüber einer mit niedrigem (z. B. SIL 1) lässt sich besonders gut im Falle auftretender Fehler erkennen. Insofern sollen für die vorhandene Steuerung zunächst drei typische Fehler simuliert werden.

6.3.3.1 Verschweißen der Schützkontakte

Dieser Fehler kann u. a. bei Schützen auftreten, z. B. wenn über die Kontakte ein zu hoher Strom fließt. Es soll hier davon ausgegangen werden, dass alle Kontakte gleichzeitig betroffen sind. Das heißt, die Motorkontakte bleiben geschlossen und der Hilfskontakt geöffnet.

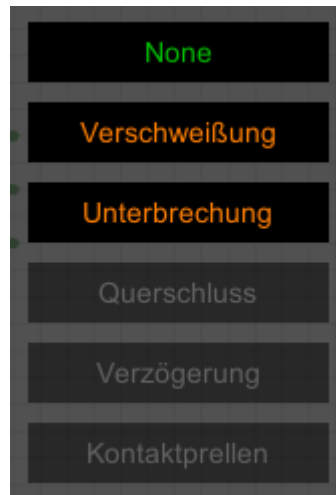
Zur Simulation muss das Schütz K1 angezogen haben und der Motor laufen.

Zur Erzeugung eines solchen Fehlers muss man mit dem Mauszeiger auf die Schützkontakte gehen und kurz rechts klicken (Maus). Jetzt erscheint rechts oben auf dem Bildschirm ein Auswahlm Menü, das drei Möglichkeiten enthält:

- Verschweißung
- Unterbrechung
- Fehleraufhebung (None)

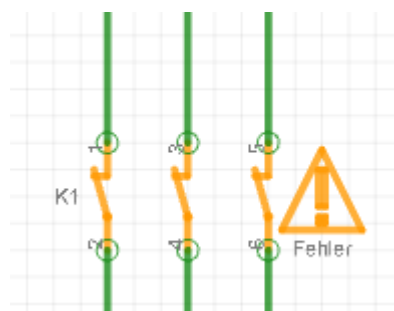
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

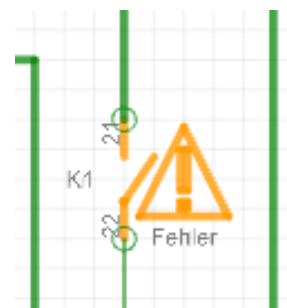


Screenshot(11)aa

Mithilfe der Maus auf „Verschweißung“ gehen und einmal klicken. Eine solche „Verschweißung“ betrifft hier immer das gesamte Schütz und nicht nur ein einziges Kontaktpaar. Das heißt, dass die Motor-Kontakte gelb eingefärbt werden. Sie bleiben geschlossen und es wird ein Hinweis auf einen Fehler gegeben. Ähnlich sieht es bei dem Hilfskontakt K1 (21, 22) aus. Er bleibt geöffnet.



Screenshot (81)aaa



Screenshot (81)abb

Man stellt fest, dass trotz des Fehlers der Motor weiterläuft und nicht mehr abschaltbar ist, weder durch den Not-Halt- (S4) noch den Stop-Taster (S2). Ein Stillstand des Motors ist nur durch eine generelle Spannungsabschaltung (Hauptschalter) erreichbar. Wird diese, ohne den Feh-

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

ler zu beseitigen wieder eingeschaltet, so würde der Motor sofort wieder anlaufen.

Die Aufhebung des erzeugten Fehlers wird dadurch erreicht, dass man mit der Maus erneut auf die entsprechenden Kontakte geht, mit der rechten Maustast klickt, damit das Fehlermenü aufruft und dort auf „None“ klickt. Die gelbe Einfärbung wird zurückgenommen, das Fehler-symbol verschwindet und das Schütz ist wieder im Normalzustand.

6.3.3.2 Unterbrechung (Drahtbruch)

Derartige Fehler können in der Praxis auf unterschiedlichste Weise zustande kommen. Ein typisches Beispiel ist das Abbrechen eines Drahtes unmittelbar hinter einer Kontaktstelle, wenn z. B. beim Abisolieren die Adern verletzt wurden. Ähnliche Effekte sind möglich, wenn die Befestigungsschrauben für die Anschlussdrähte nicht oder nicht ordnungsgemäß angezogen wurden.

Um im SafetySim einen solchen Fehler zu simulieren, beispielsweise am Not-Halt-Taster, muss man, ähnlich wie oben (Punkt 6.3.3.1) beschrieben, mit dem Mauszeiger auf die Tasterkontakte gehen und einen kurzen Klick mit der rechten Maustaste durchführen. Im erscheinenden Menü ist „Unterbrechung“ zu wählen. Durch diese Maßnahme fällt das Schütz sofort ab und der Motor bleibt stehen. Ein Wiedereinschalten ist nicht mehr möglich.

Zur Beseitigung des Fehlers ist wie oben (6.3.3.2) beschrieben vorzugehen.

6.3.3.3 Kurzschluss

Kurz- oder Querschlüsse können in der Realität beispielsweise durch defekte Isolierungen in den Kabeln zustandekommen. Es ist aber bei der Verwendung von flexiblen Leitungen auch möglich, dass sie durch Aderreste, die aus unsachgemäßem Abisolieren resultieren, entstehen.

Um einen derartigen Fehler im SafetySim zu erzeugen, beispielsweise zwischen den beiden Anschlusspunkten (S4, 11/12) des Not-Halt-Tasters, muss man



Editor1

- den Editor mithilfe der Maus anwählen
- einmal klicken

SafetySim

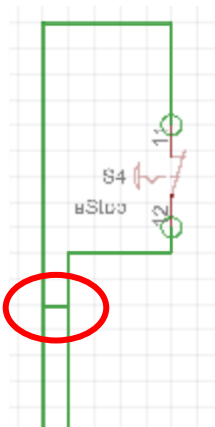
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

- in dem rechts oben erscheinenden Auswahlmenü auf den grünen Winkel gehen und einmal klicken



Editor2

- mit der Maustaste zu der Stelle gehen, von der aus die Verbindung (Kurzschluss) erfolgen soll
- dort einmal klicken
- danach die Maus zu der Stelle führen, zu der die Verbindung (Kurz- bzw. Querschloss) hergestellt werden soll
- dort einmal klicken
- die Verbindung ist hergestellt.



Stromlaufplan SIL1a

Wenn das Motorschütz angezogen war, d. h., der Motor läuft, so lässt er sich nur noch über den Taster S2 (Betriebsstopp) abschalten. Ein Wiedereinschalten über S1 ist möglich. **Die gesamte Not-Halt-Funktion ist aber unwirksam!**

Zur Aufhebung dieses Fehlers muss man

- im Editor-Menü den Papierkorb anwählen (einmal klicken)
- mit der Maus zu der zu beseitigenden Stelle gehen (einmal klicken)
- die Verbindung bzw. der Kurzschluss ist wieder beseitigt

Vor einem möglichen Neustart muss zunächst der Editor durch Anwählen und einmaliges Klicken geschlossen werden.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



Editor2

6.4 Ergänzungen bzw. Änderungen in der vorhandenen Steuerung

Die vorhandene Steuerung soll im Bereich der Hard- wie auch der Software mit einer Sicherheitsfunktion, welche der Anforderungsstufe 3 (SIL 3) genügt, ausgestattet werden. Für die Praxis bedeutet das u. a., dass die Ausfallwahrscheinlichkeit der elektromechanischen Komponenten kleiner als 10^{-8} sein darf aber größer als 10^{-7} sein muss.

Daneben ist es erforderlich, dass im Hardwarebereich der Not-Halt-Taster zweikanalig ausgeführt wird. Aufgrund dessen ist es u. a. möglich, einen Querschluss der Kontakte sicher zu erkennen und den laufenden Motor sofort stillzusetzen. Darüber hinaus gilt es, das Ein- bzw. Wiedereinschalten des Antriebs zu verhindern.

Außerdem müssen zur Realisierung dieser Anforderungsstufe zwei Motorschütze sowie jeweils ein Hilfskontakt eingesetzt werden. Im Bereich der Software ist die Verwendung eines anderen Funktionsbausteins, der u. a. die zusätzlichen Signale auswerten kann, erforderlich.

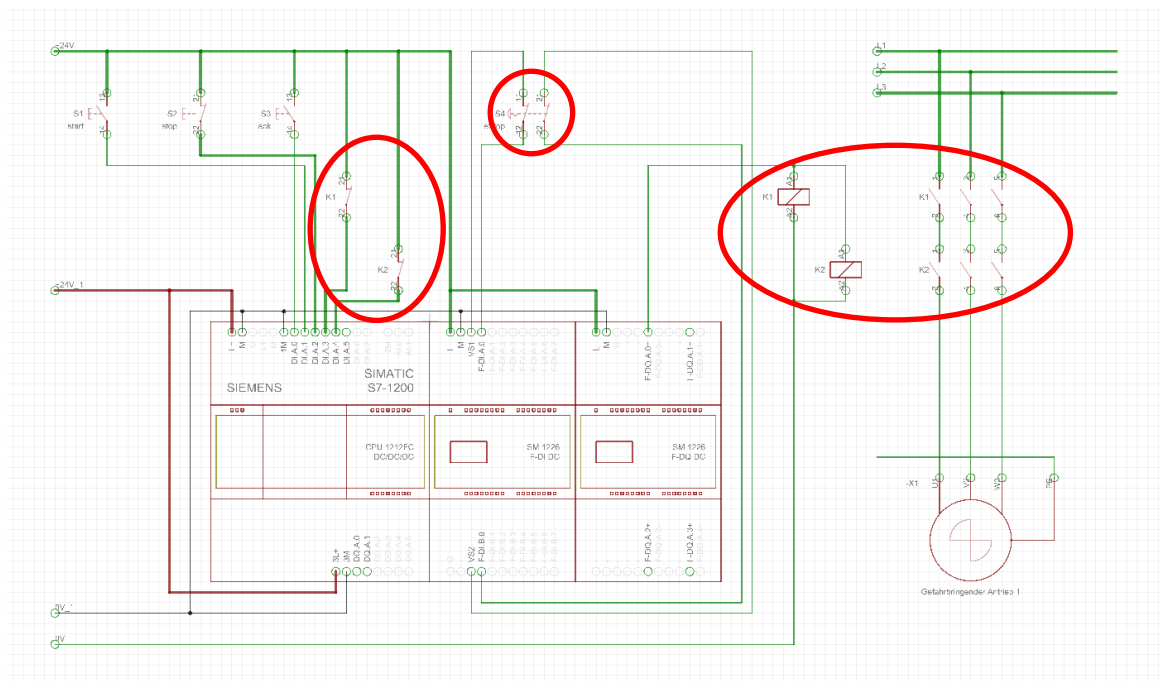
Die beiden Kanäle des Not-Halt-Tasters werden im Eingangsbaustein F-DI (Vs1 und Vs2) mittels einer Diskrepanzanalyse überprüft. Das heißt, dass die Signale innerhalb einer parametrierbaren Zeit (z. B. 300 ms) immer das gleiche Signal führen müssen. Das Ergebnis dieser Auswertung wird dann an die CPU weitergegeben und dort dem Funktionsbaustein an „eStop“ zugeführt. Beim Überschreiten der genannten Zeit reagiert der Baustein, wie beim Drücken des Not-Halts, das heißt mit dem Rücksetzen des Ausgangs Q.

6.4.1 Stromlaufplan

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Im Rahmen der Aufgabenstellung ist ein erweiterter Stromlaufplan, der den Notwendigkeiten der Sicherheits-Anforderungsstufe 3 (SIL 3) entspricht, erforderlich. Er ist bereits komplett in SafetySim hinterlegt und kann im Bereich der „Szenen“, unter „Siemens“ und der Bezeichnung „Not-Halt in PL d, e/SIL 2, 3“ aufgerufen werden (siehe auch Punkt 6.3.1.6). Nach entsprechender Anwahl erscheint der erforderliche Plan. Dieser ist, bis auf die genannten Änderungen,



Stromlaufplan SIL3

identisch mit dem bereits besprochenen der Sicherheits-Anforderungsstufe SIL 1. Der zweipolige Not-Halt-Taster sowie das zweite Motorschütz einschließlich seiner Hilfskontakte sind darin deutlich zu erkennen.

6.4.2 Hardware-Komponenten

	Komponente	Anzahl	Siemens-Artikel-Nr.	Bemerkungen
nur visuell vorhanden	Öffnerkontakt für Not-Halt	1	3SU1400-1AA10-1CA0	2. Öffner Kontakt
	Schalt-Schütz	1	3RT2015-2BB42	Spule für 24 V DC

Die Hardware-Bestandteile der Steuerung sind im Wesentlichen die gleichen, wie die, die in der vorhandenen eingesetzt werden. Geändert hat sich lediglich, dass

SafetySim

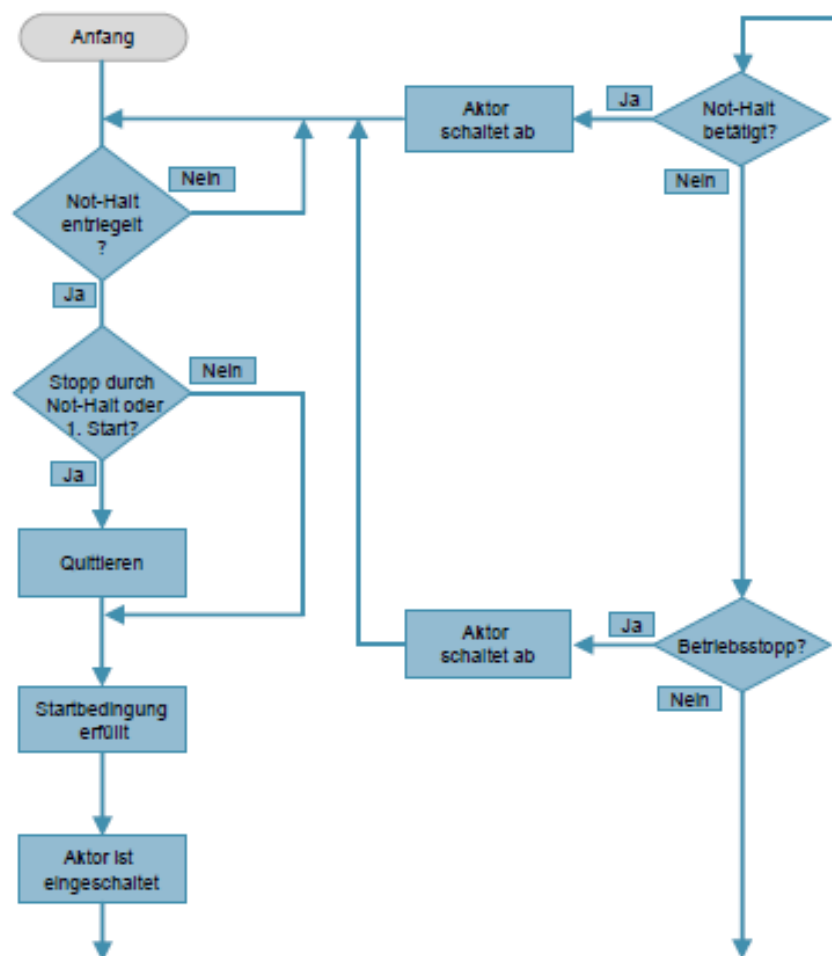
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

ein Öffnerkontakt für den Not-Halt-Taster sowie ein weiteres Motorschütz hinzugekommen sind.

Die detaillierten Angaben werden nur der Vollständigkeit halber aufgeführt und beziehen sich auf reale Artikel des Hauses Siemens.

6.4.3 Funktionsplan

Dieser Plan ist identisch mit dem der vorhandenen Steuerung. Der Vollständigkeit halber wird er noch einmal dargestellt und beschrieben.



Funktionsplan

Zu Beginn des Ablaufes wird abgefragt, ob der Not-Halt-Taster entriegelt, das heißt, dessen Öffner-Kontakte geschlossen sind. Nur wenn das der Fall ist, sind weitere Funktionen möglich. Ist das so, erfolgt eine Abfrage ob zuvor eine Abschaltung durch den Not-Halt-Taster stattgefunden hat oder ob es sich um ein erstmaliges Einschalten handelt. Lautet hier die Antwort „Ja“, so muss mittels des blauen Tasters (ack) eine Quittierung erfolgen, das heißt dann, dass die er-

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

forderlichen Startbedingungen erfüllt sind und die Schütze K1 sowie K2 anziehen. Wird die obige Frage mit „Nein“ beantwortet, d. h. hat es zuvor eine „normale“ Abschaltung gegeben, ist die Startbedingung sofort gegeben und die Schütz K1 und K2 erhalten Spannung.

Das bleibt solange so, bis entweder der Not-Halt- oder der Stop-Taster betätigt wurden. In letzterem Fall handelt es sich um einen „regulären“ Betriebsstopp, und die Schütze werden abgeschaltet. In ersterem werden K1 und K2 ebenfalls sofort spannungslos. Beide Male beginnt danach der Ablauf wieder von vorn.

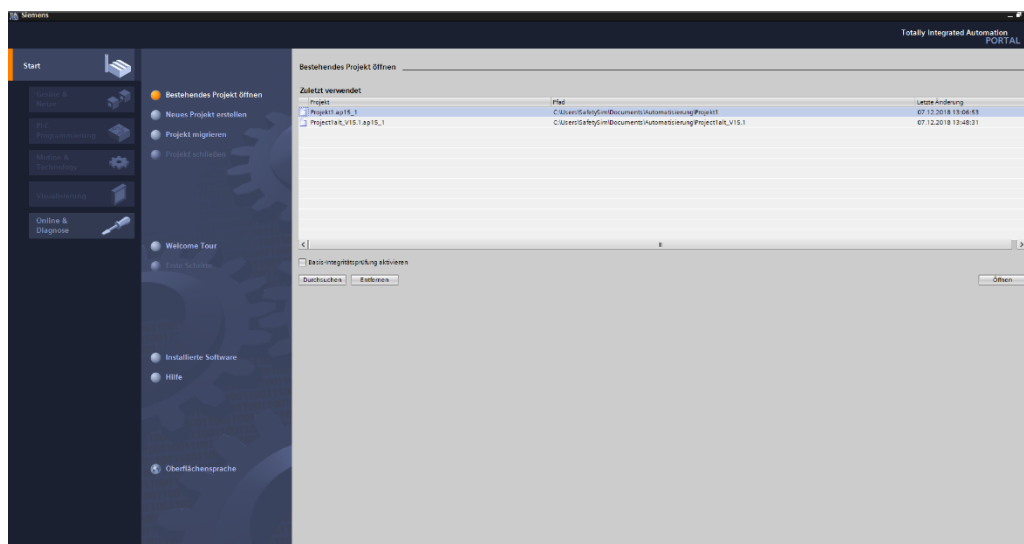
6.4.4 Gerätekonfiguration

Um die vorgesehene Erhöhung der Sicherheits-Anforderungsstufe realisieren zu können, muss in der Gerätekonfiguration der S-SPS eine Anpassung erfolgen. Das gilt für die CPU und den Eingangsbaustein. An ersterer ist der zusätzliche Rückmeldungskontakt von K2 anzuschließen und am F-DI-Baustein muss der zweite Kontakt des Not-Halt-Tasters an Eingang „0 b“ hinzugefügt werden.

Unter der Voraussetzung, dass das System, wie in den Punkten 4.2 bis 4.5 beschrieben, hochgefahren und das TIA-Portal (Punkt 6.3.1.1) gestartet wurde, ist im Hinblick auf die erforderlichen Änderungen folgendermaßen vorzugehen:

Wurde bisher in der beschriebenen Weise verfahren, so ist das Projekt „Siemens SIL1.ap15_1“ bereits geöffnet und es kann direkt in der Projektansicht weitergearbeitet werden (siehe unten).

Anderenfalls ist im TIA-Portal das oben genannte Projekt zu öffnen (Doppelklick) und die Projektansicht zu wählen (nächsten beiden Schritte).

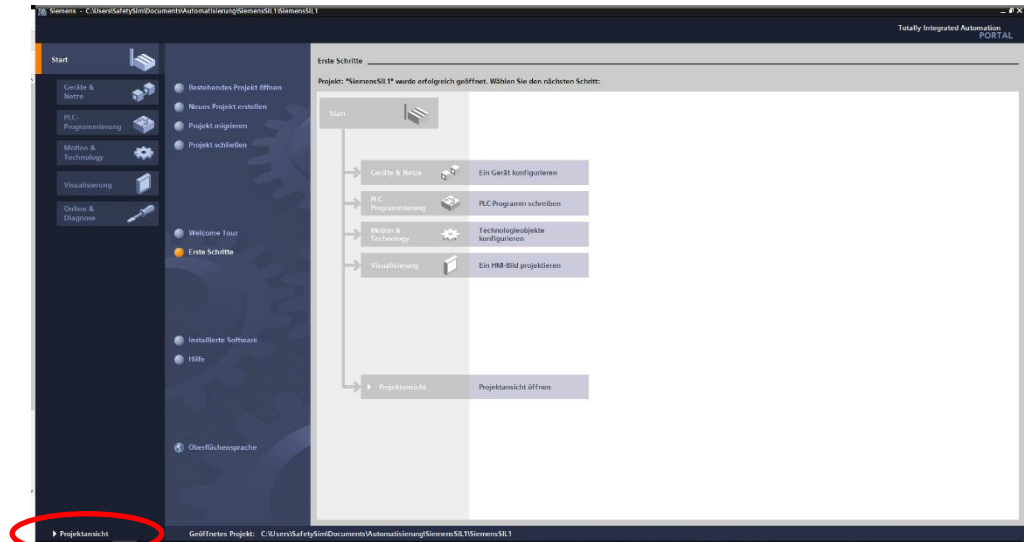


s1

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

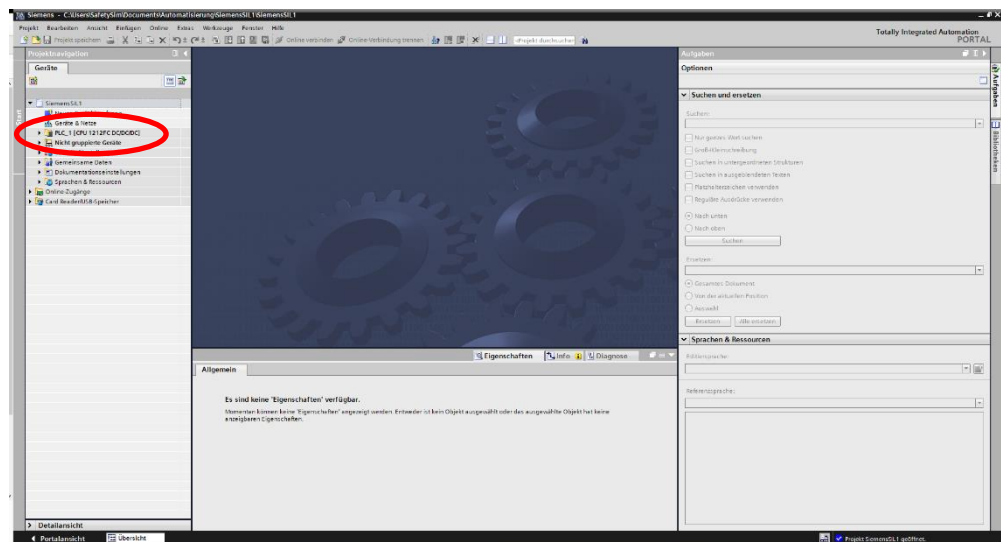
Es erscheint:



sie01

„Projektansicht“ wählen.

Es erscheint:

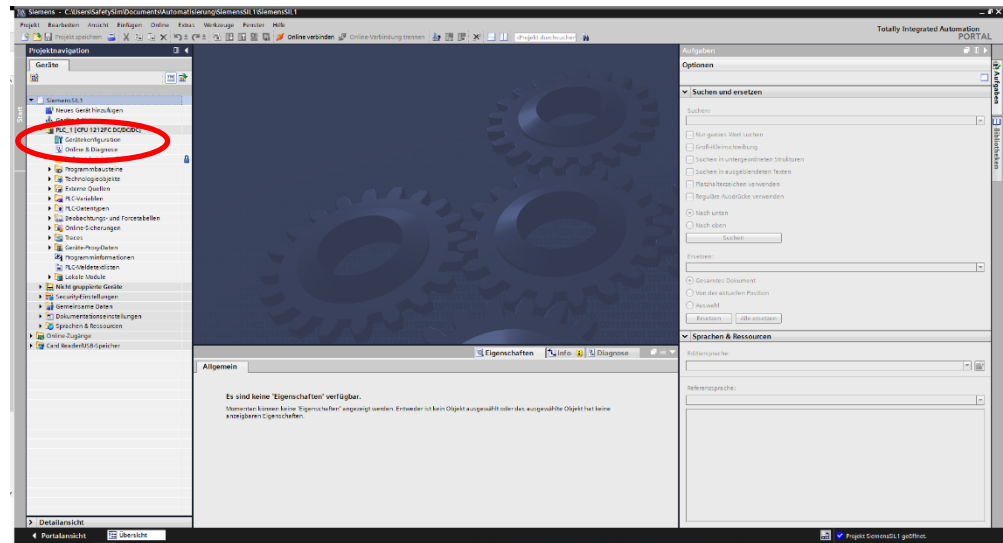


sie02

Die CPU „PLC_1 [CPU 1212FC DC/DC/DC]“ anwählen (Doppelklick).
Weitere Menü-Optionen zu obiger S-SPS werden sichtbar:

SafetySim

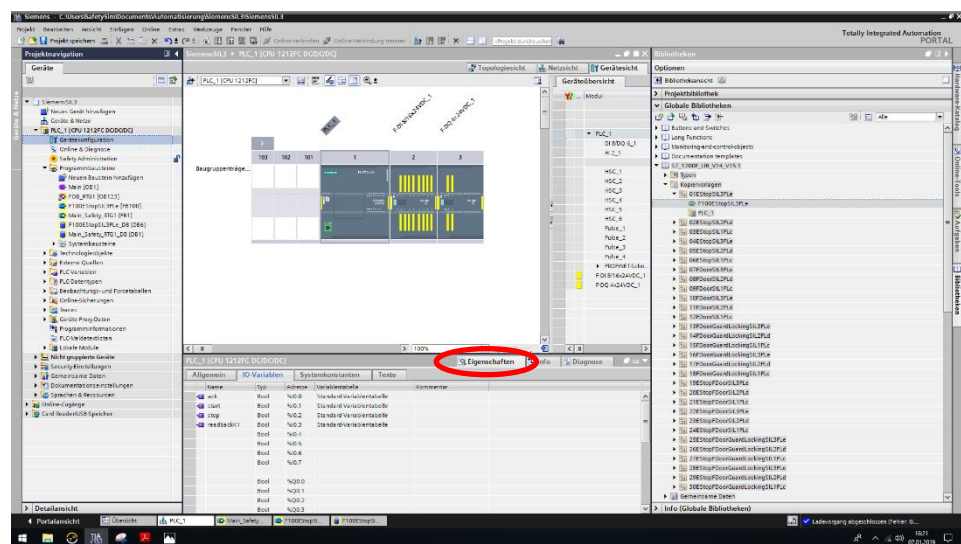
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



sie03

Hier „Gerätekonfiguration“ anwählen (Doppelklick).

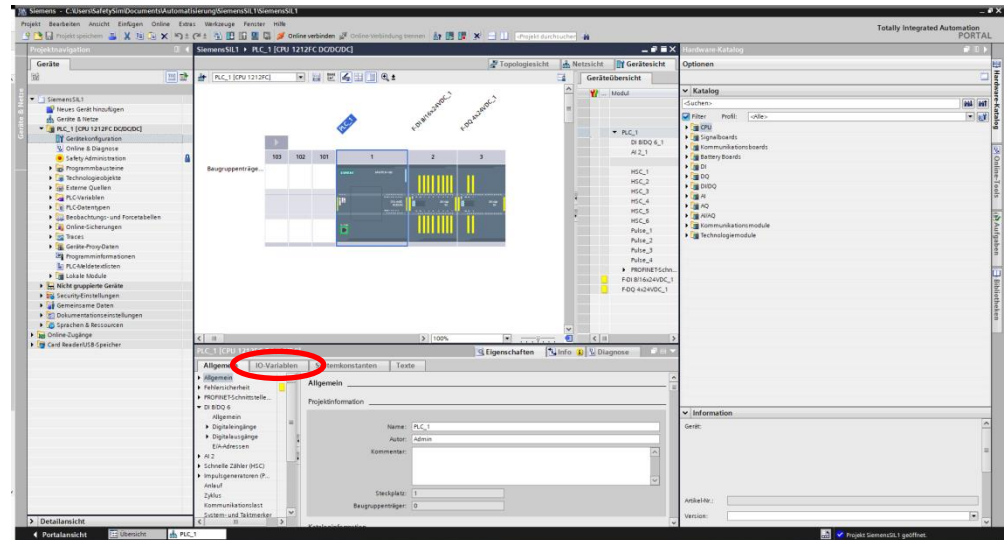
Diese wird geöffnet und es erscheint u. a. im mittleren oberen Fenster eine Abbildung des vorhandenen Steuerungssystems. Dort ist die CPU (PLC_1) markiert. Nun im unteren mittleren Fenster „Eigenschaften“ wählen.



Sie03plus01a

SafetySim

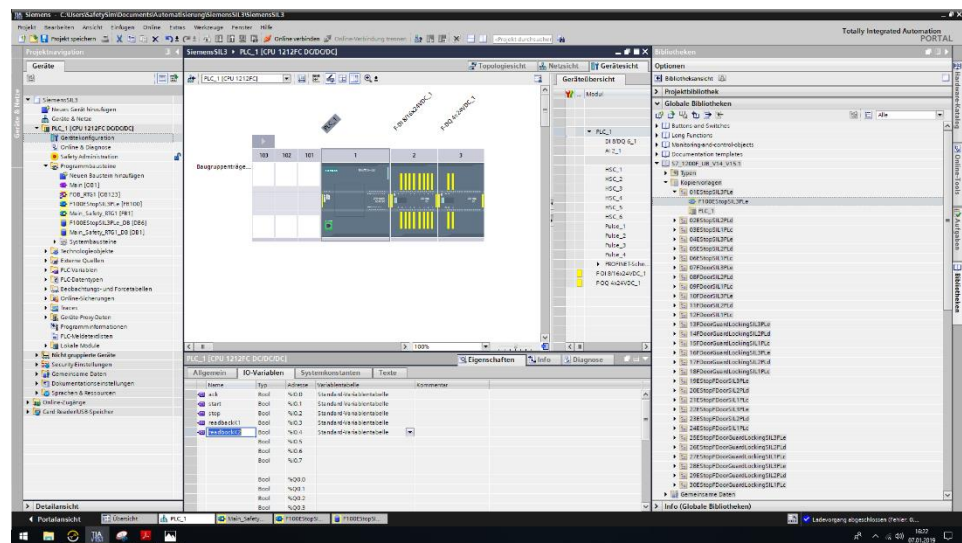
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



??sie04

Anschlie0end „IO-Variablen“ anklicken (einmal).

Hier muss das zweite Readback-Signal „readbackK2“ eingefügt werden. Dazu kann „readbackK1“ von Adresse „%I0.3“ kopiert und bei der Adresse „%I0.4“ eingesetzt sowie das „K1“ in „K2“ umgewandelt werden.

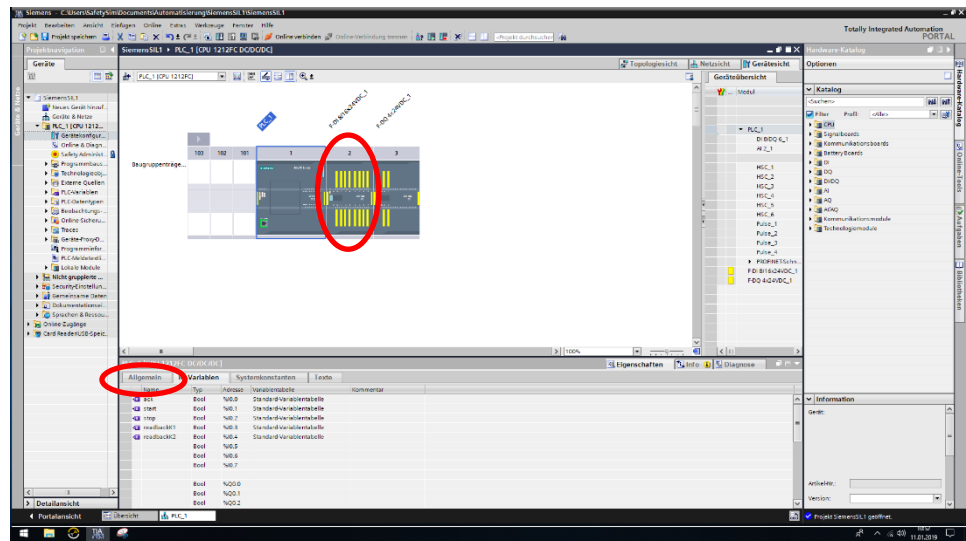


Sie03plus02a

SafetySim

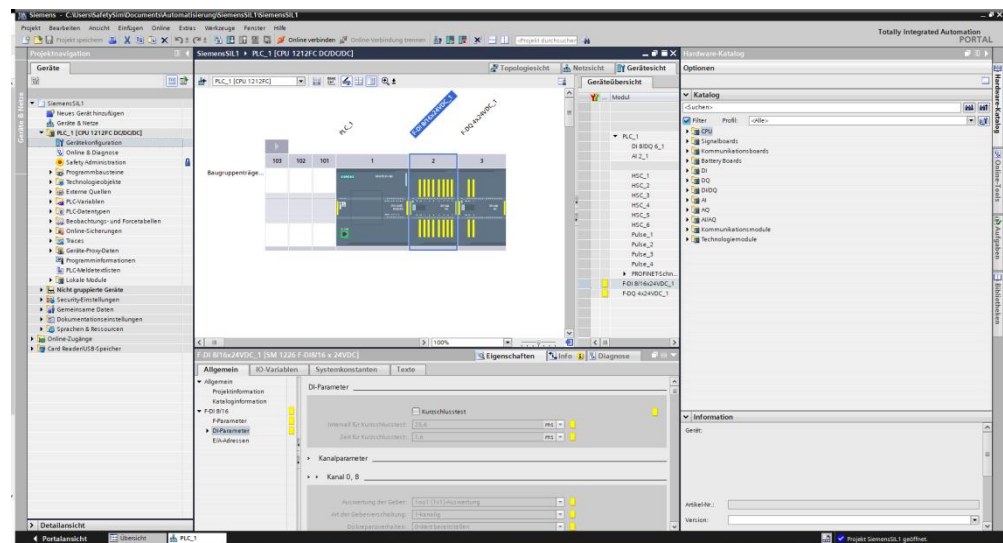
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Anschließend ist die Konfiguration für den Eingangsbaustein zu ändern. Dazu muss dieser („F-DI 8/16x24VDC_1“) in der Gerätedarstellung angewählt werden (Einfachklick) und im unteren mittleren Fenster „Allgemein“ (Einfachklick).



Screenshot (47)

Es erscheint:

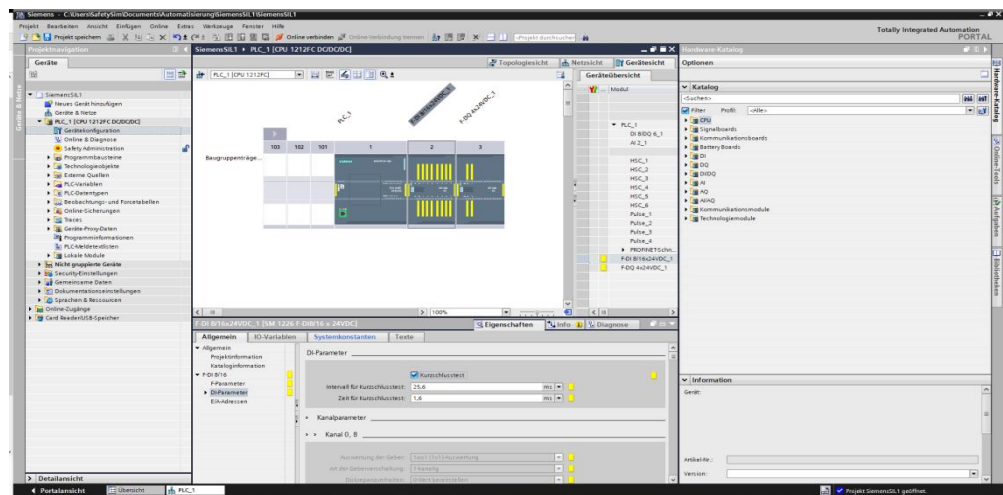


sie05

SafetySim

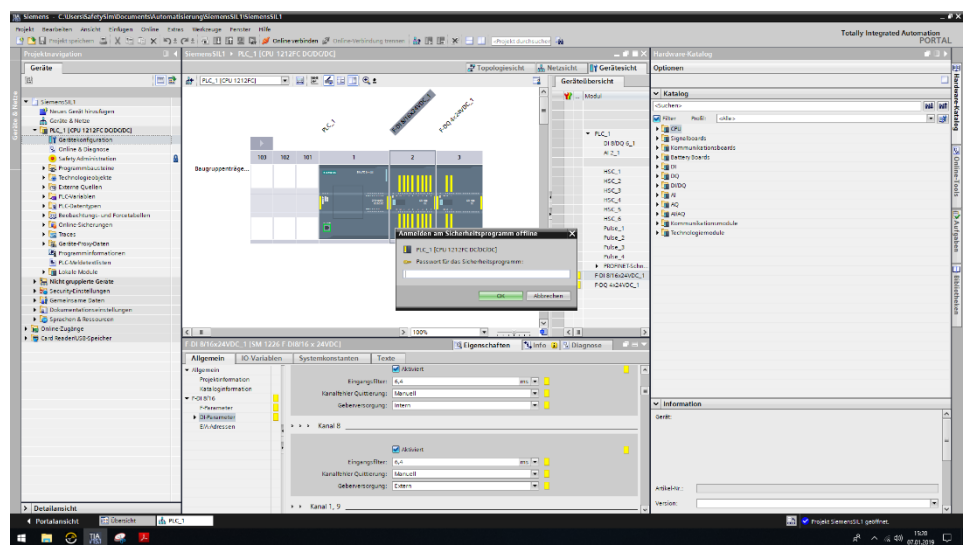
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Im unteren mittleren Fenster bei „DI-Parameter“ nun mithilfe der Maus „Kurzschluss“ anwählen. Die mögliche Abfrage nach dem Passwort ist mit „siemens“ und anschließenden „OK“ zu beantworten (siehe unten).



sie08a

Jetzt weiter nach unten scrollen bis „Kanal 8“ erscheint und dort diesen mit einem Häkchen bei „Aktiviert“ freigeben. Falls eine Frage nach dem Passwort zur Erlaubnis von Änderungen erscheint, muss „siemens“ eingegeben und das mit „OK“ quittiert werden.



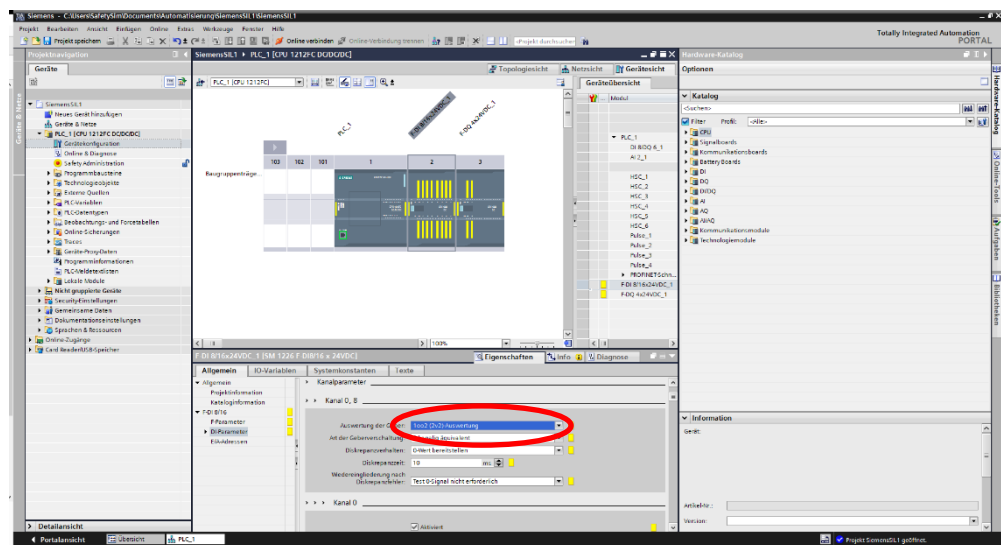
sie06a

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

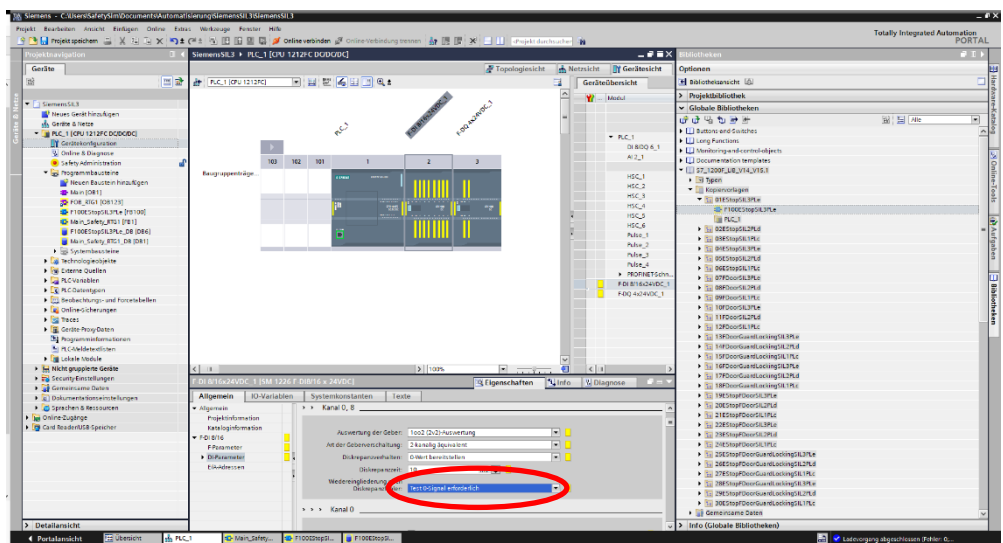
Nach einer Passwortabfrage ist das Schloss im Bereich des Menüs links außen optisch geöffnet und zeigt an, dass Änderungen möglich sind.

In dem bereits benutzten Fenster nach oben scrollen zu „Kanal 0, 8“ und dort bei „Auswertung der Geber“ anstelle von „1oo1 (1v1)-Auswertung“ „1oo2 (2v2)-Auswertung“ wählen.



sie07

Dann im gleichen Fenster bei „Wiedereingliederung nach Diskrepanzfehler“ „Test 0-Signal erforderlich“ einstellen.

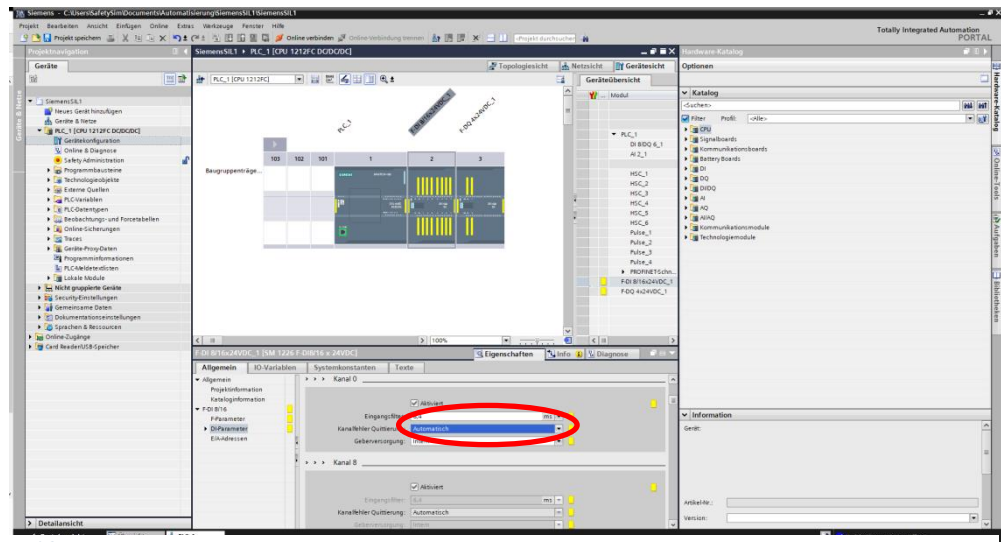


sie7a

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Anschließend bei Kanal 0 „Kanalfehler-Quittierung“ „Automatisch“ anstelle von „Manuell“ wählen.



6.4.5 Software

Als Nächstes müssen das Programm geändert und insbesondere der Funktionsbaustein ausgetauscht werden.

6.4.5.1 Funktionsbaustein für SIL 2, 3

Für die sicherheitstechnischen Funktionen kommt anstelle des Funktionsbausteins F03ESil3Plc der F100ESil3Plc zum Einsatz.



F100 1

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Der Baustein unterscheidet sich von dem bereits vorhandenen im Wesentlichen dadurch, dass er zwei Rückmeldesignale der Schütze „readbackK1“ und „readbackK2“ verarbeitet (siehe auch Punkt 6.4.4 Gerätekonfiguration). Aufgrund der Tatsache, dass die beiden Signale des Not-Halt-Drucktasters bereits im Eingangsbaustein verarbeitet werden (Diskrepanzanalyse), hat der Funktionsbaustein diesbezüglich nur einen Eingang (eStop).

Er verfügt über die links stehenden Ein- sowie die rechts stehenden Ausgänge. Diese entsprechen den nachfolgend aufgeführten Funktionen. Der Datentyp „Bool“ bedeutet, dass es sich um einen Booleschen-Wert handelt, der die Zustände 0 und 1 haben kann.

Der „EN“-Eingang darf nicht beschaltet werden!

Beschreibung der Eingänge:

Beschreibung	Symbol (am Funktionsbaustein)	Datentyp	Konvention	Anschluß- bezeichnung (an den Hardware- Modulen)	Bemerkung
Quittierung	ack	Bool	1-Signal = Quittierung (Schließer)	DI .0	Nach Auslösen der Sicherheitsfunktion ist eine positive Flanke erforderlich.
Start-Anforderung	start	Bool	1-Signal = Start-Anforderung (Schließer)	DI .1	
Stopp-Anforderung	stopp	Bool	0-Signal = Stopp-Anforderung (Öffner)	DI .2	
Rückmeldesignal vom Hilfskontakt des Schützes K1	readbackK1	Bool	0-Signal = Schütz hat angezogen (Öffner)	DI .3	
Rückmeldesignal vom Hilfskontakt des Schützes K2	readbackK2	Bool	0-Signal = Schütz hat angezogen (Öffner)	DI .4	

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Not-Halt Drucktaster	eStop Die beiden Kanäle des Not-Halt-Tasters werden im Eingangsbaustein F-DI im Rahmen einer Diskrepanzanalyse ausgewertet und dem FB zugeführt.	Bool	0-Signal = Not-Halt wurde ausgelöst (Öffner)	F-DI .0 a	Der Kontakt wird durch die interne Geberversorgung Vs1 versorgt.
Not-Halt Drucktaster		Bool	0-Signal = Not-Halt wurde ausgelöst (Öffner)	F-DI .0 b	Der Kontakt wird durch die interne Geberversorgung Vs2 versorgt.
Wertstatus Ausgang K1K2	K1K2_VS	Bool	0-Signal = Fehler		

Beschreibung der Ausgänge:

Beschreibung	Symbol (am Funktionsbaustein)	Datentyp	Konvention	Anschlußbezeichnung (an den Hardware-Modulen)	Bemerkung
Schütz K1/K2	K1K2	Bool	1-Signal = Aktor einschalten (Schütze K1 u. K2)	F-DO O+	Motorschütze zum Einschalten des angeschlossenen Motors
Freigabe Not-Halt	releaseEStop	Bool	1-Signal = Not-Halt ist entriegelt und quittiert		Informationen der F-Bibliotheksbauusteine. (Anderweitige Auswertung möglich)
Quittierung notwendig	ackReqEStop	Bool	1-Signal = Quittierung notwendig		

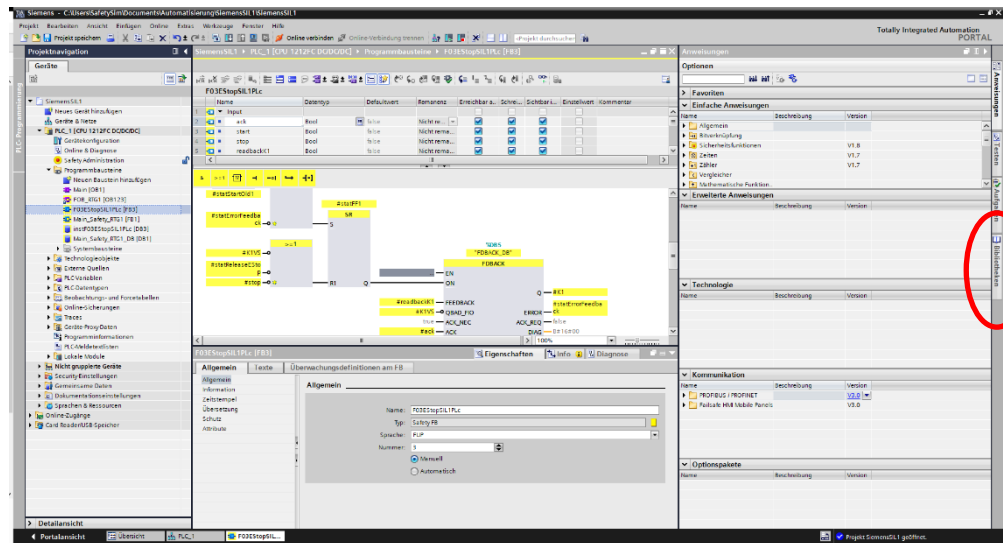
6.4.5.2 Austausch des Funktionsbausteins

Im linken Fenster („Geräte“) unter „PLC_1 [CPU 1212FC DC/DC/DC]“ „Programmbausteine“ anwählen und dort auf „F03EStopSIL1PLc (FB3)“ klicken (jeweils Doppelklick).

Es erscheint:

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



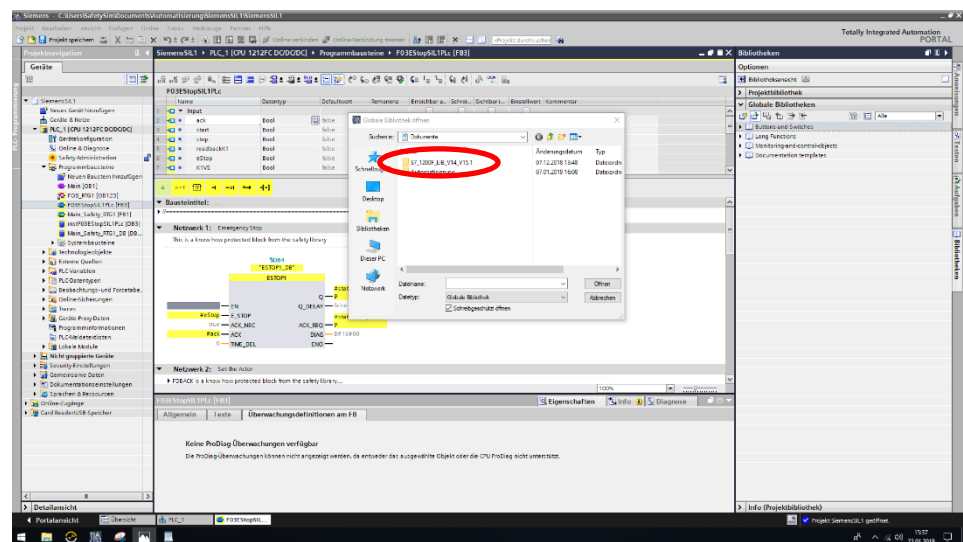
sie10

Nun am rechten äußeren Bildschirmrand auf „Bibliotheken“ klicken (einfach) und dann „Globale Bibliotheken“ wählen (Einfachclick). Wenn dort bereits die Bibliothek „S7_1200F_LIB_V14_V15.1“ aufgeführt ist, erübrigen sich die nächsten Schritte und es können direkt die „Kopiervorlagen“ geöffnet werden. Ansonsten wie folgt weitergehen.



Screenshot (55) neu1aa

Die „Globalen Bibliotheken“ öffnen (Einfachclick).
Es erscheint:

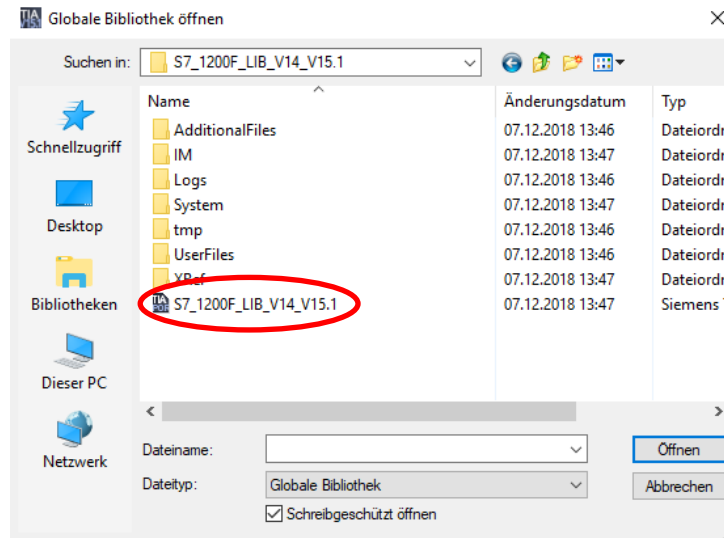


Screenshot (55) neu1a

SafetySim

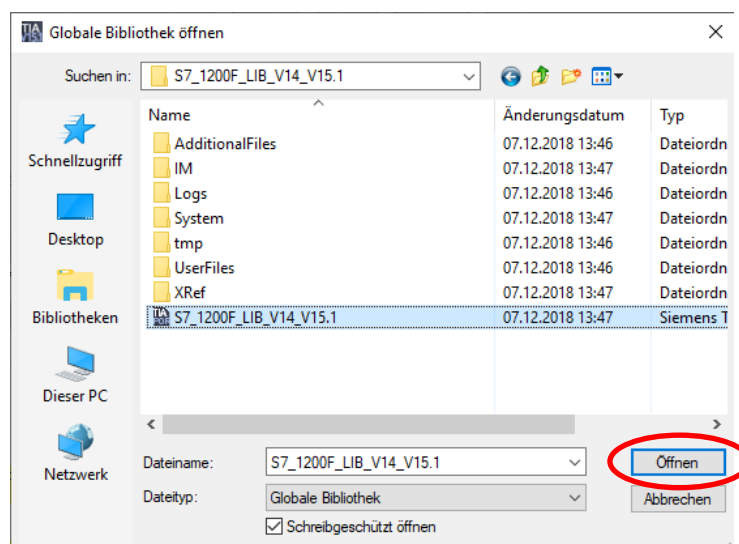
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Dort „S7_1200F_LIB_V14_V15.1“ wählen (Doppelklick). Es erscheint:



Screenshot (56)neu1aa

Jetzt den Namen „S7_1200F_LIB_V14_V15.1“ der Datei mittels Einfachklick in „Dateiname“ übertragen und dann „Öffnen“ betätigen.

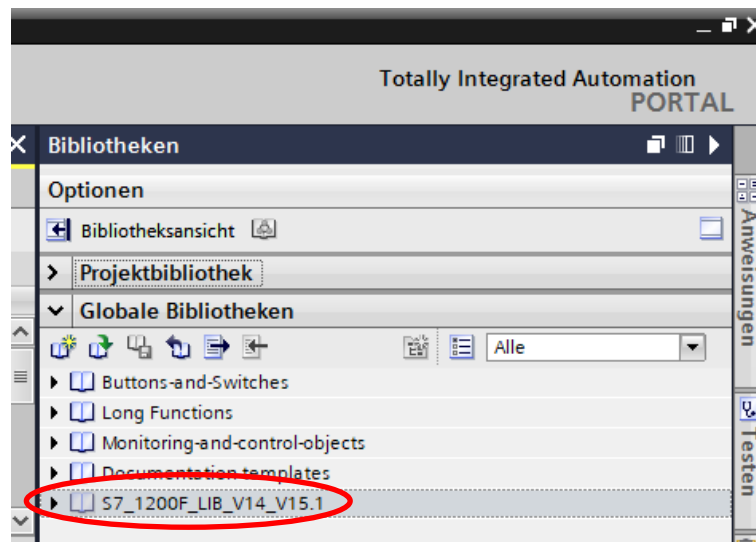


Screenshot (57)neu1aa

Durch einen Doppelklick auf „S7_1200F_LIB_V14_V15.1“ kann die Bibliothek auch direkt geöffnet werden. Sie erscheint jetzt in den „Globalen Bibliotheken“:

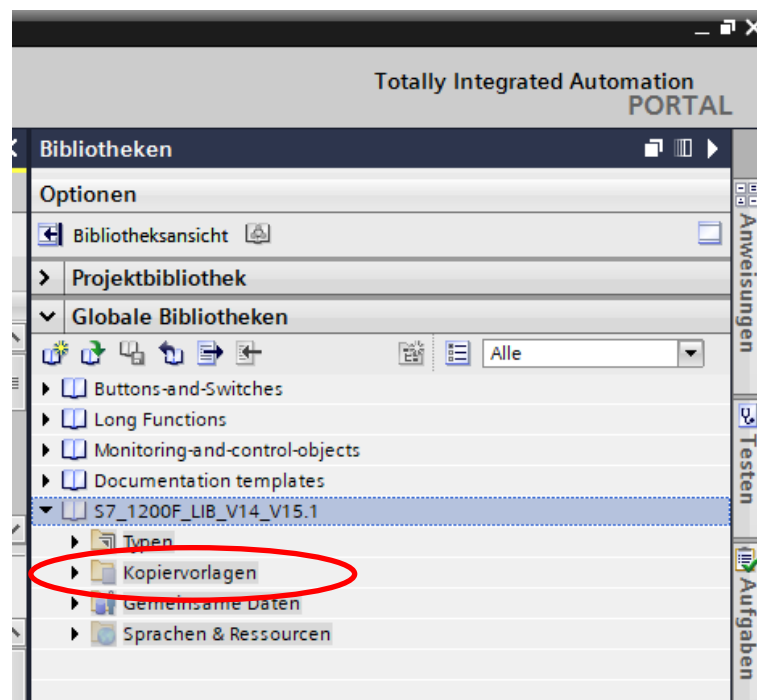
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



Screenshot (58)neu1aa

Die Datei mittels Doppelklick auf den Namen oder Einfachklick auf den davorstehenden Pfeil öffnen. Es erscheint:

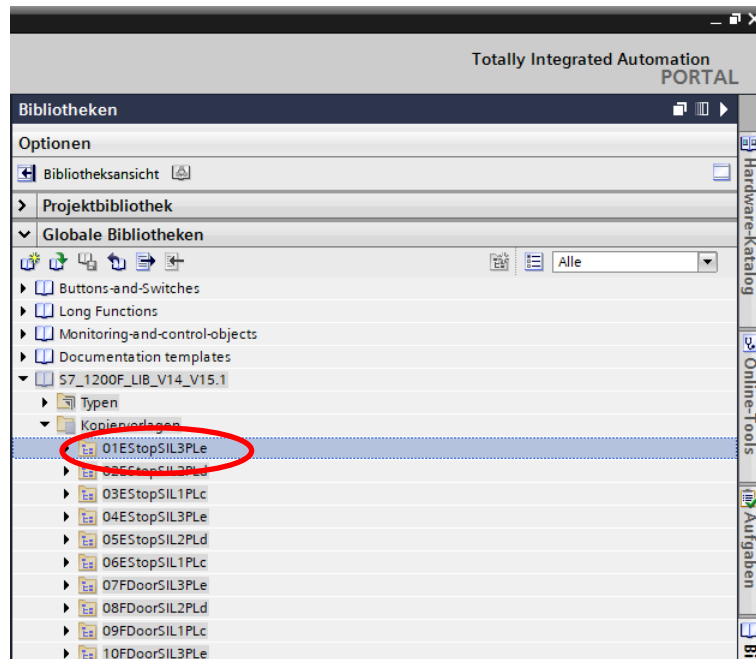


Screenshot (59)neu1a

SafetySim

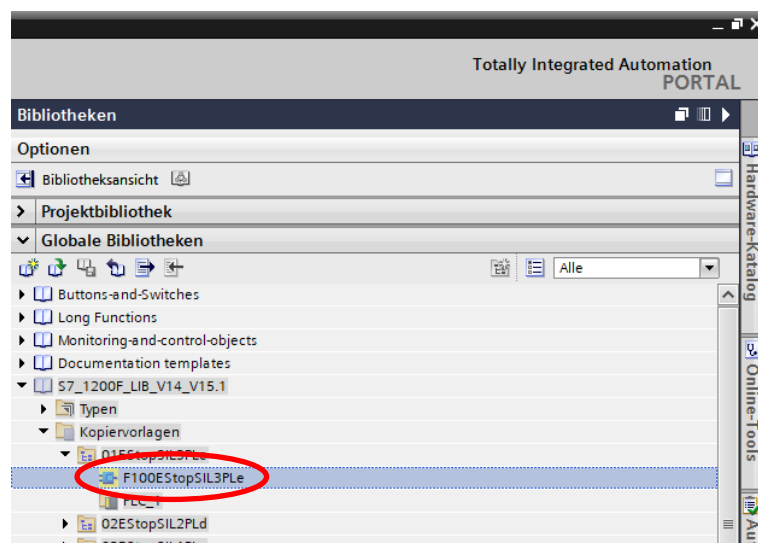
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Hier „Kopiervorlagen“ anwählen (Doppelklick). Die verfügbaren Möglichkeiten werden angezeigt:



sie14a

Jetzt das Projekt „01EStopSIL3PLc“ anwählen (Doppelklick). Es erscheint:

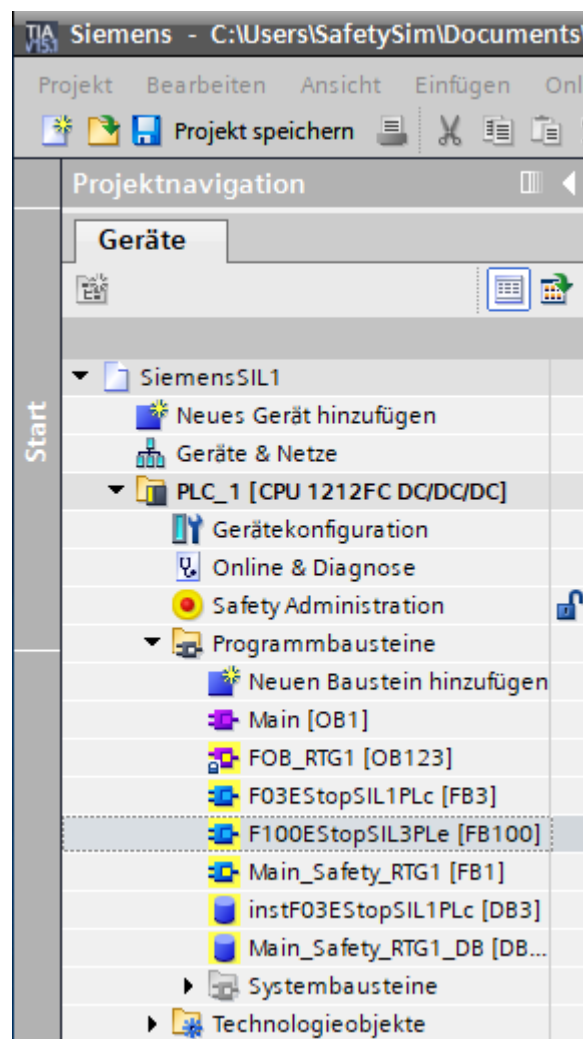


sie15a

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Den Funktionsbaustein „F100EStopSIL3PLc“ anwählen, linke Maustaste drücken und gedrückt halten. Dann den Baustein in das linke äußere Fenster unter Programmbausteine ziehen und Maustaste loslassen. Der Baustein steht jetzt in der Liste der Programmbausteine.



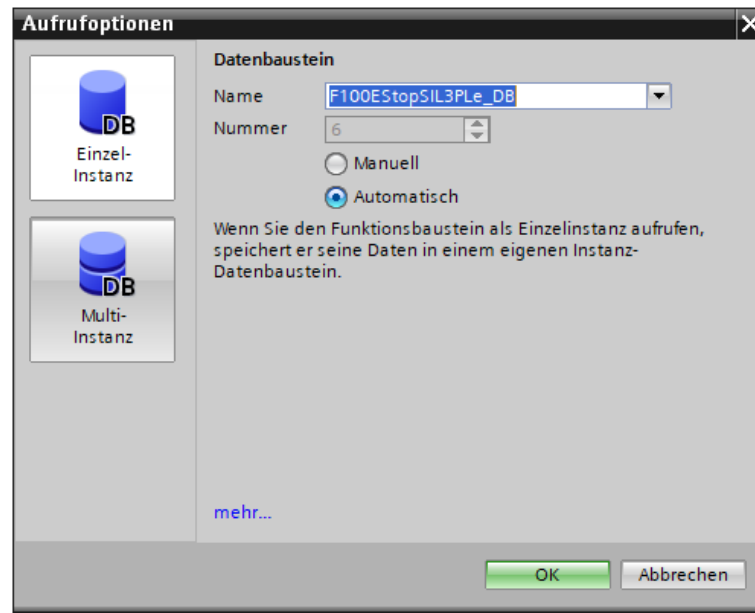
screenshot (62)neu2a

Dann den Baustein „F100EStopSIL3PLc“ dort erneut anwählen, linke Maustaste drücken, gedrückt halten, ihn in das mittlere Fenster (Netzwerk1) in den Bereich des angedeuteten Rechtecks ziehen und Maustaste loslassen.

Es erfolgt eine Abfrage:

SafetySim

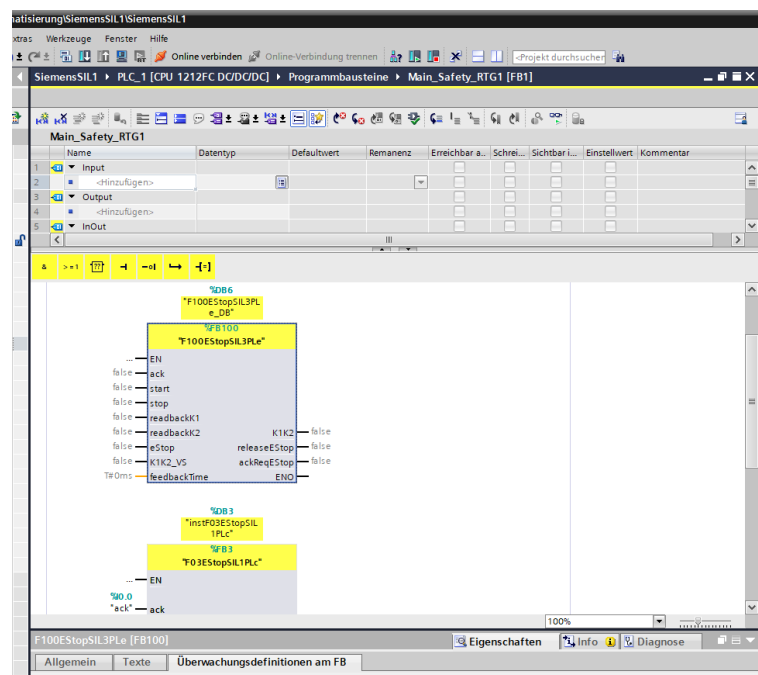
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



sie18

Wenn „Automatisch“ angewählt ist, mit „OK“ bestätigen. Ansonsten erst „Automatisch“ anklicken.

Der Baustein „F100EStopSIL3PL“ befindet sich jetzt im mittleren Fenster (Netzwerk 1).

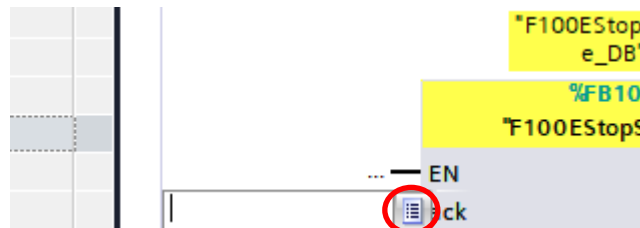


sie19

SafetySim

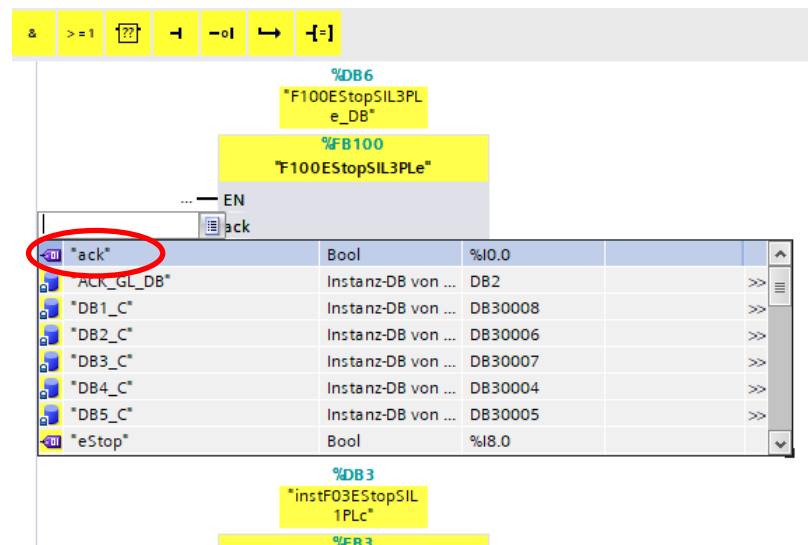
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Jetzt muss der Baustein eingangs- und ausgangsseitig angeschlossen werden. Dazu ist wie folgt vorzugehen:
Auf „false“ des Anschlusses „ack“ doppelklicken. Dort öffnet sich eine Eintragsmöglichkeit.



sie20aa

Auf das Listen Symbol Klicken. Es öffnet sich eine Auswahlliste.

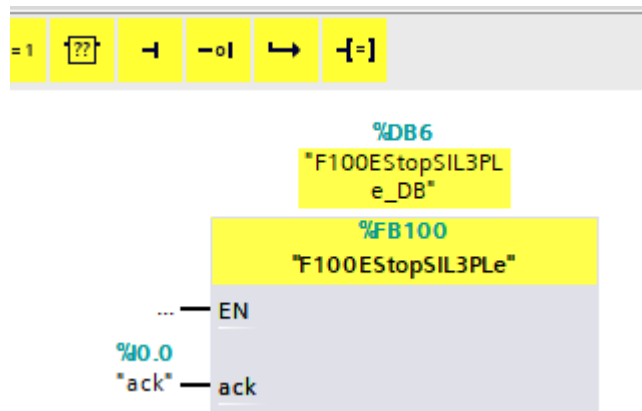


sie20aab

DI „ack“ anklicken (doppelt). Der Eintrag erscheint am Baustein.

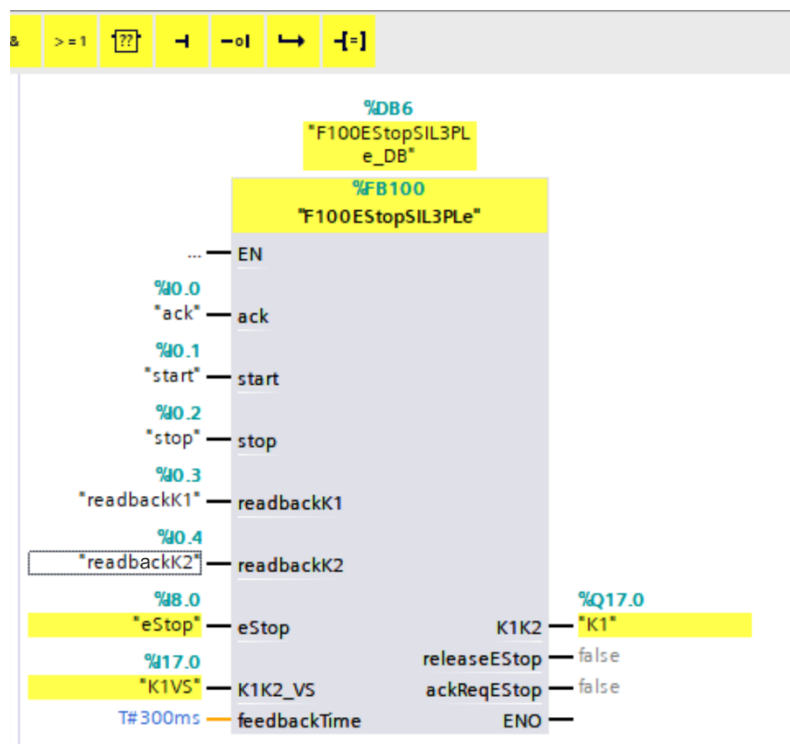
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



sie21correcta

In ähnlicher Form bis auf „feedbackTime“ für die Eingänge „start“, „stop“, „readbackK1“, „readbackK2“, „estop“, „K1K2_VS“ und den Ausgang „K1K2“ vorgehen. Danach bei „feedbackTime“ auf „T#0ms“ doppelklicken und in das Fenster den Wert „300“ eingeben.

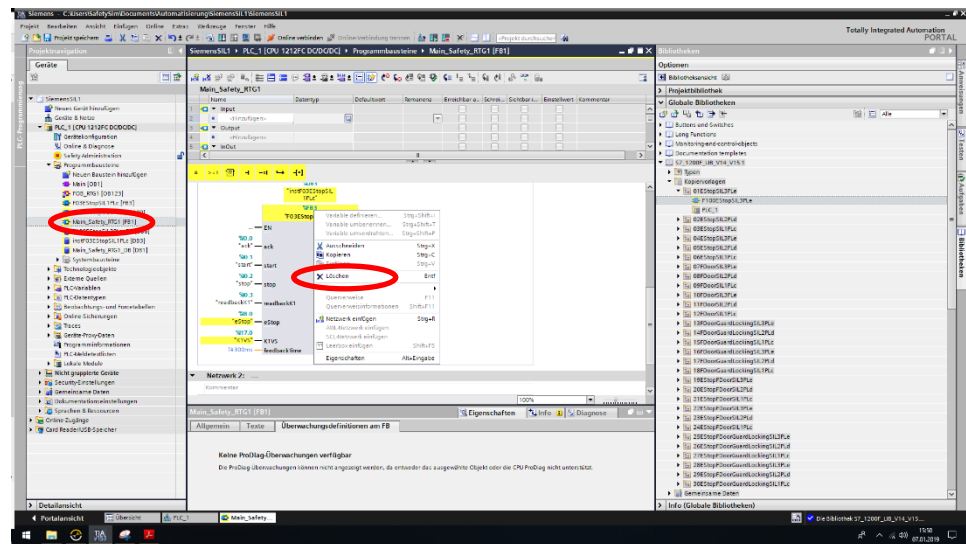


sie21correctb

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Der neue Funktionsbaustein ist jetzt komplett angeschlossen. Es muss



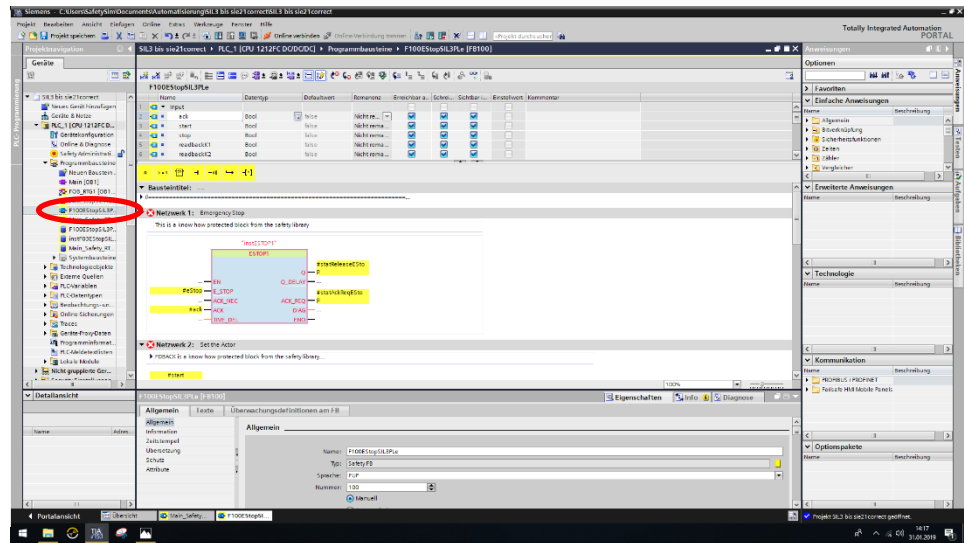
sie22a

nun der alte Sicherheitsbaustein entfernt werden. Dazu im Menü am linken Bildschirmrand unter „Programmbausteine“ „Main_Safety_RTG (FB1)“ wählen (Doppelklick). Es erscheint der Baustein „F03ESil1PLC (FB3)“ im mittleren Fenster. Wenn der Baustein nicht direkt zu sehen ist, mittels scrollen den Fensterinhalt solange verschieben, bis das der Fall ist. Dann diesen durch Rechtsklick anwählen. Es wird ein Bearbeitungs-menü sichtbar. Dort „Löschen“ betätigen.

Anschließend müssen die Netzwerke des Bausteins „F100ESil3PLC“ aktualisiert werden. Dazu ist dieser mittels Doppelklick zu markieren (siehe unten).

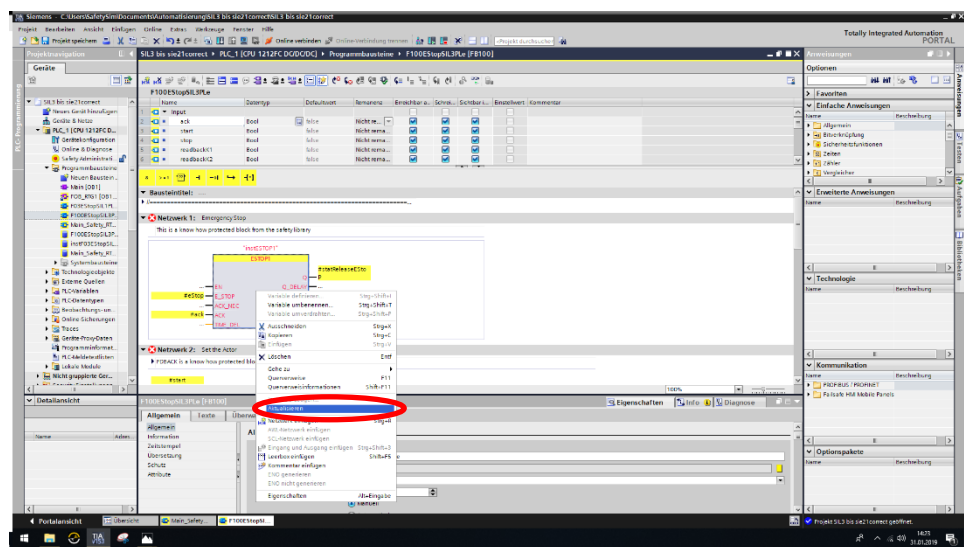
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



Screenshot (68)a

Im Netzwerk 1 erscheint der Baustein „ESTOP1“ rot eingefärbt. Diesen mittels Rechtsklick anwählen. Es öffnet sich ein Bearbeitungs-menü.

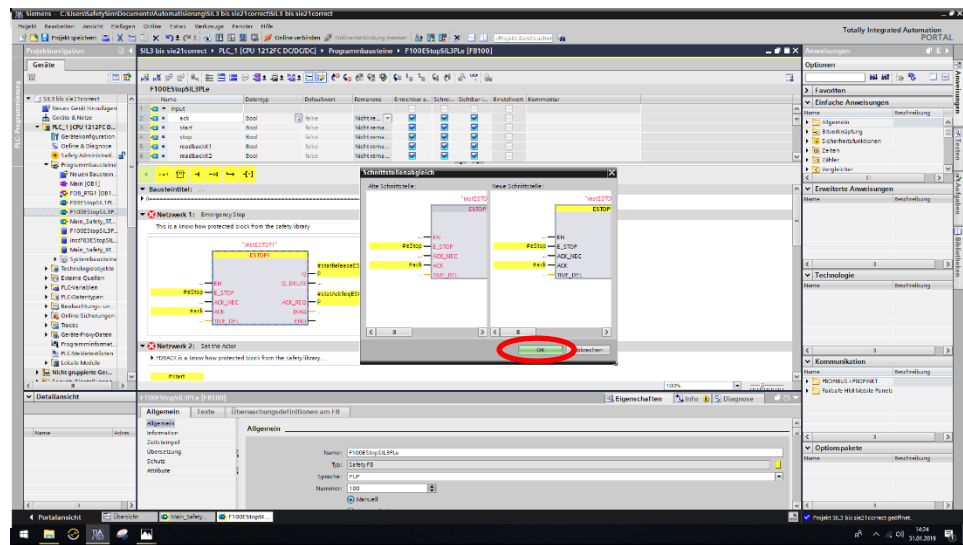


Screenshot (70)a

Dort auf „Aktualisieren“ drücken (Einfachclick). Es erscheint eine Abfrage.

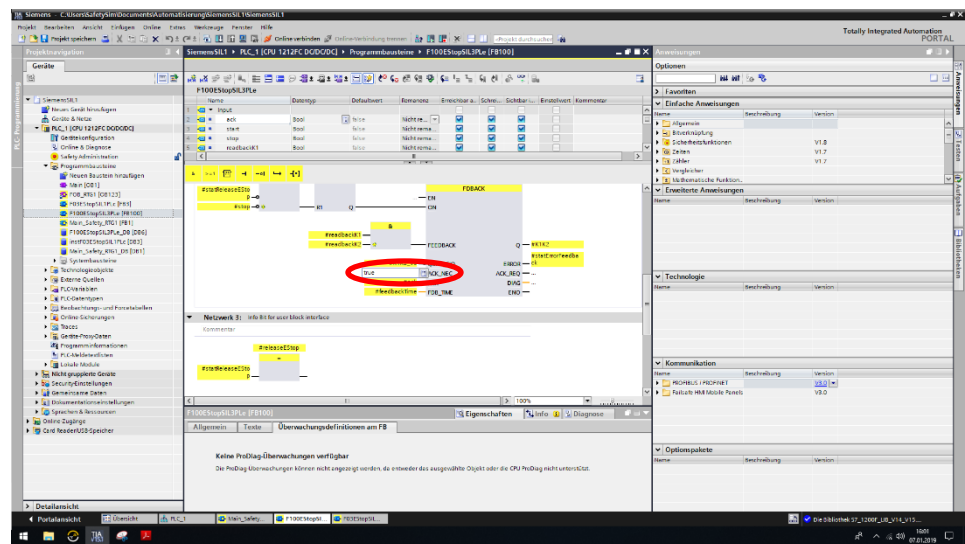
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



Screenshot (71)a

Hier „OK“ betätigen. Danach wird das Netzwerk 2 eingeblendet bzw. muss dorthin gescrollt werden. Da ist der Baustein „FBACK“ von Interesse (rot eingefärbt). Wenn der Baustein nicht direkt zu sehen ist, mittels scrollen den Fensterinhalt solange verschieben, bis das der Fall ist.

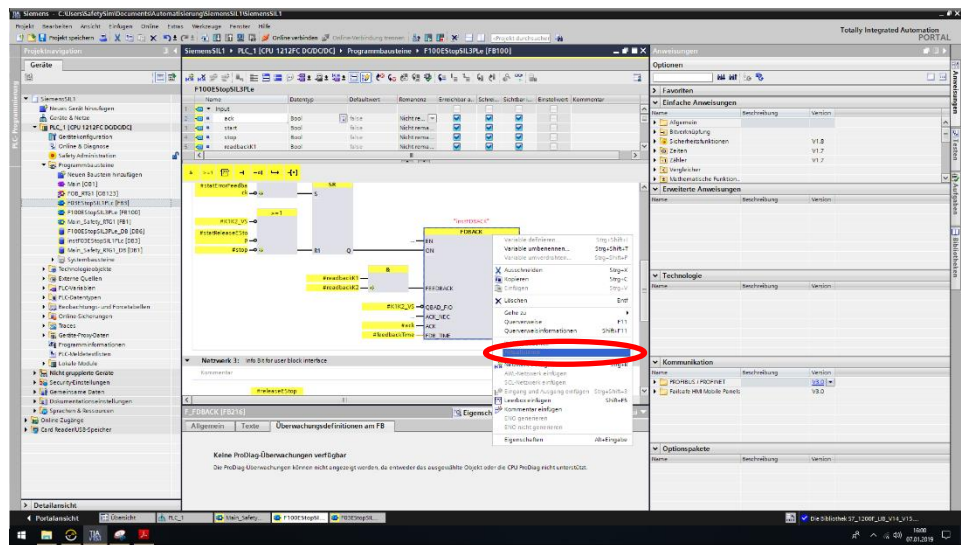


sie23aa

Jetzt auf den Eingang „ACK_NEC“ Doppelklicken und bei der erscheinenden Eingabemöglichkeit „true“ eintragen. Anschließend Rechtsklick auf den Baustein.

SafetySim

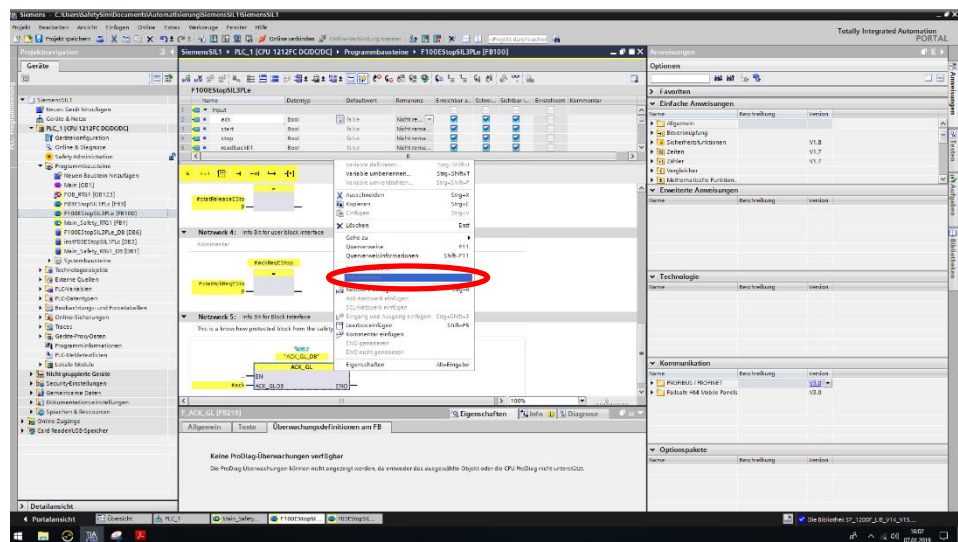
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



sie24a

In dem erscheinenden Bearbeitungsmenü „Aktualisieren“ betätigen. Die Abfrage zum Schnittstellenabgleich wieder mit „OK“ bestätigen (Einfachklick).

Im mittleren Fenster weiter nach unten ins Netzwerk 5 scrollen. Dort mittels Rechtsklick auf den Baustein „ACK_GL“ das Bearbeitungsmenü aufrufen und „Aktualisieren“ betätigen.

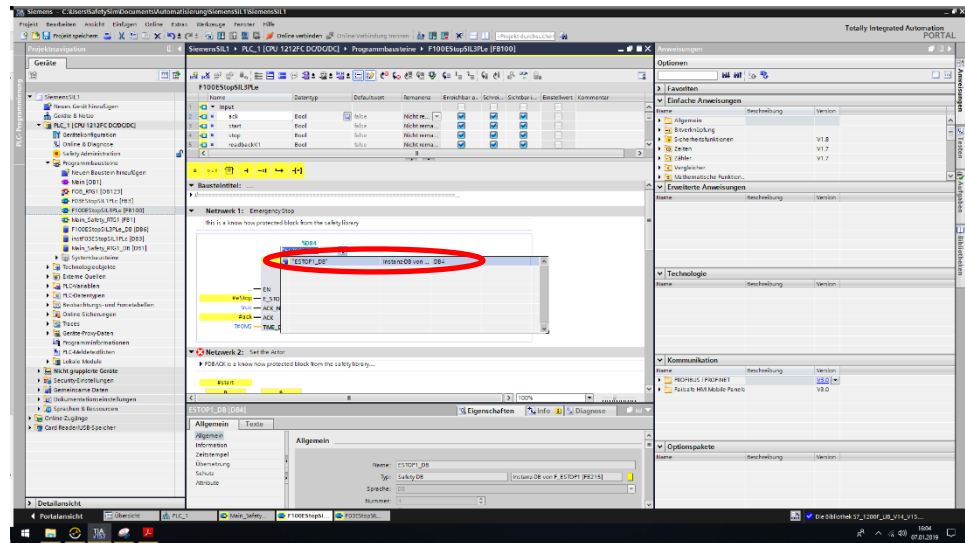


sie25a

Wieder ins Netzwerk 1 scrollen und dort auf den roten Namen des Bausteins „ESTOP“ doppelklicken. Es erscheint ein kleines Eingabefeld mit rechts einem Listensymbol. Durch einfaches Anklicken dessen erhält man eine Auswahlliste.

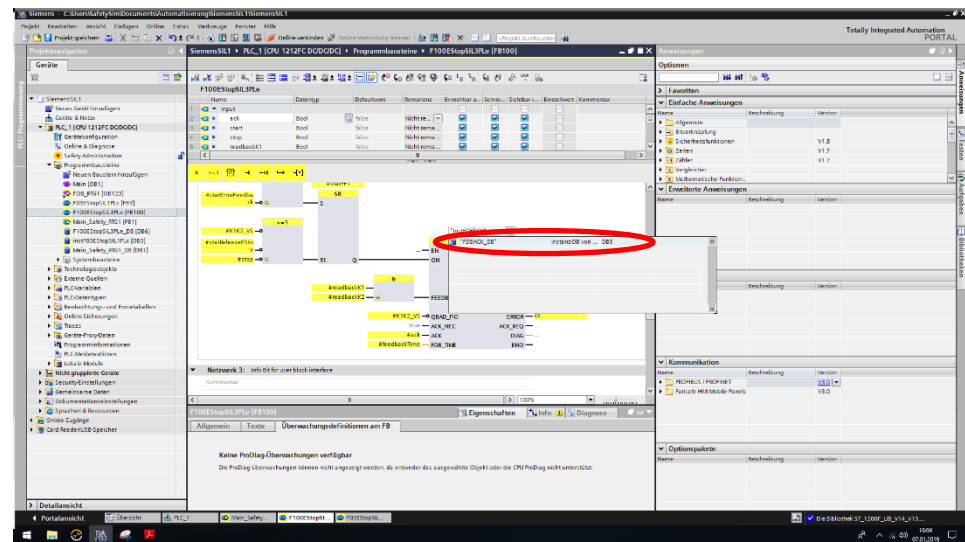
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



sie26a

Dort den Datenbaustein „ESTOP_DB“ auswählen (Einfachklick). In ähnlicher Weise im Netzwerk 2 mit dem Baustein „FDBACK“ vorgehen und dort „FDBACK_DB“ anklicken.

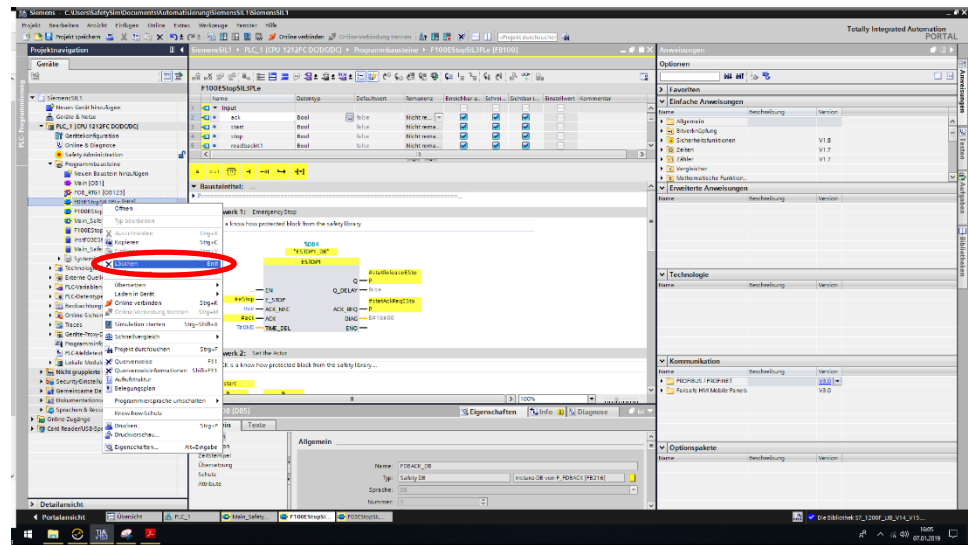


sie27a

Jetzt ist der Baustein „F03ESStopSIL1Plc (FB3)“ aus der Liste der Programmbausteine im linken Fenster zu löschen. Dazu diesen mittels Rechtsklick markieren und im sich öffnenden Bearbeitungs Menü „Löschen“ betätigen (Einfachklick).

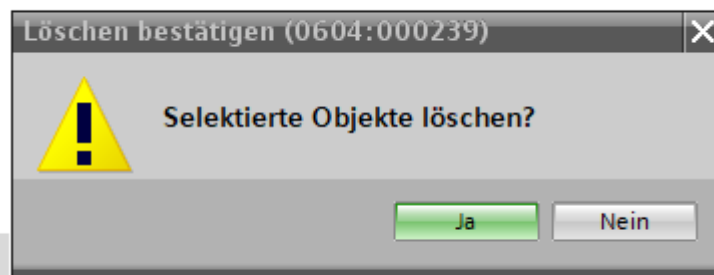
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



sie28a

Die erscheinende Abfrage mit „Ja“ beantworten (Einfachklick).

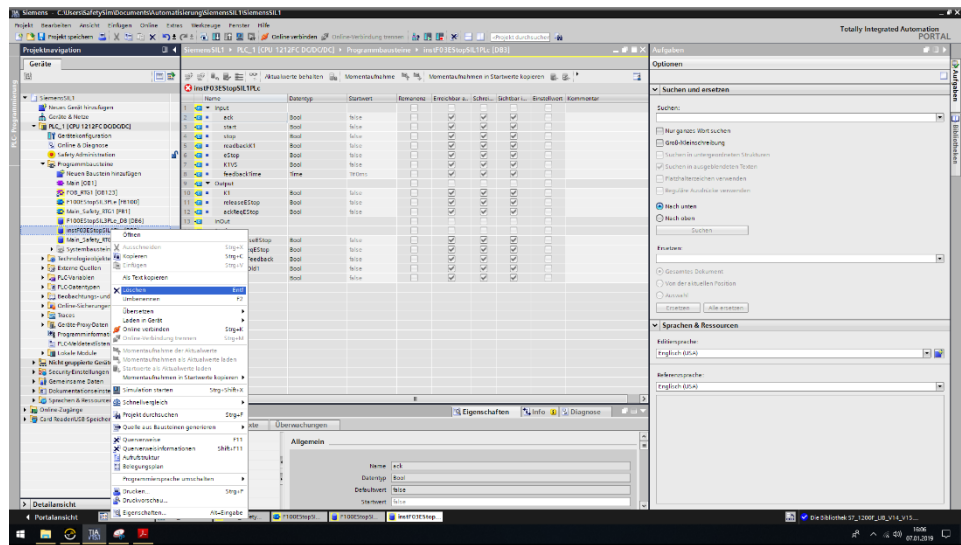


Screenshot (65)aa

In gleicher Weise ist mit dem Baustein „instF03StopSIL1Plc“ zu verfahren und dieser ebenfalls zu löschen.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

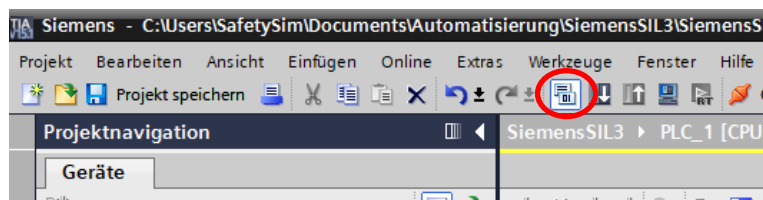


sie29a

Jetzt ist das Programm entsprechend geändert, muss übersetzt sowie anschließend in die CPU geladen werden.

6.4.5.3 Übersetzen und laden des geänderten Programms in die CPU

In der „Projektnavigation“ (Spalte links außen) unter „Geräte“ auf „PLC_1 [CPU 1212FC DC/DC/DC]“ klicken (Einfachklick). Danach die Übersetzung starten (Einfachklick).



sie30aa

Anschließend ist die CPU zu stoppen (Einfachklick).

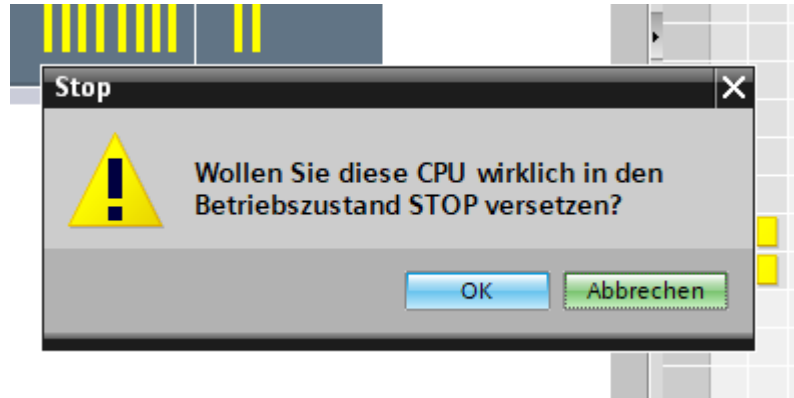


sie30ab

Die folgende Abfrage muss mit „OK“ beantwortet werden (Einfachklick).

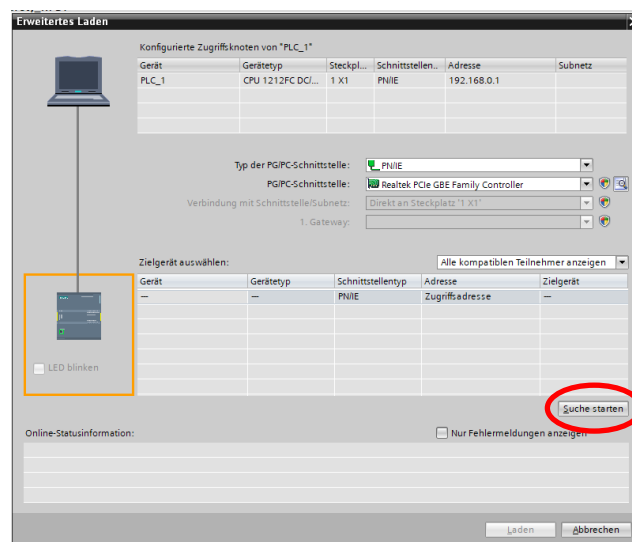
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“



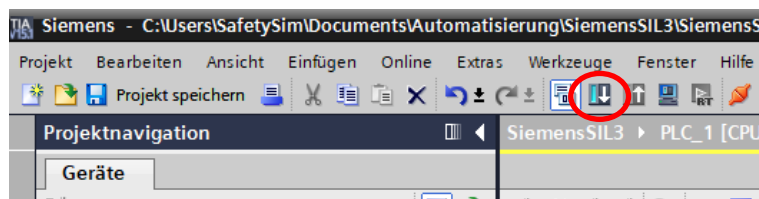
sie39ac

Es erscheint das folgende Fenster:



sie40ab

Das obige Fenster erscheint nur, wenn noch keine Verbindung zur CPU besteht. Ist das aber der Fall, so kann das Programm direkt in die Zentraleinheit geladen werden. Die folgende Frage nach der Synchronisierung muss wie unten beschrieben beantwortet werden.

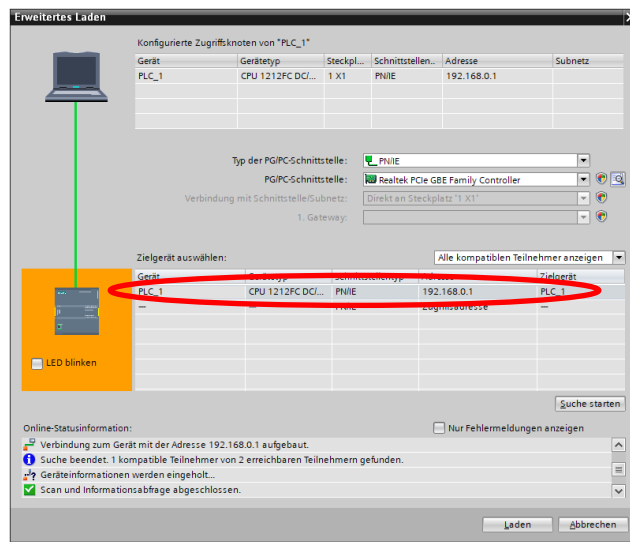


sie30aa

SafetySim

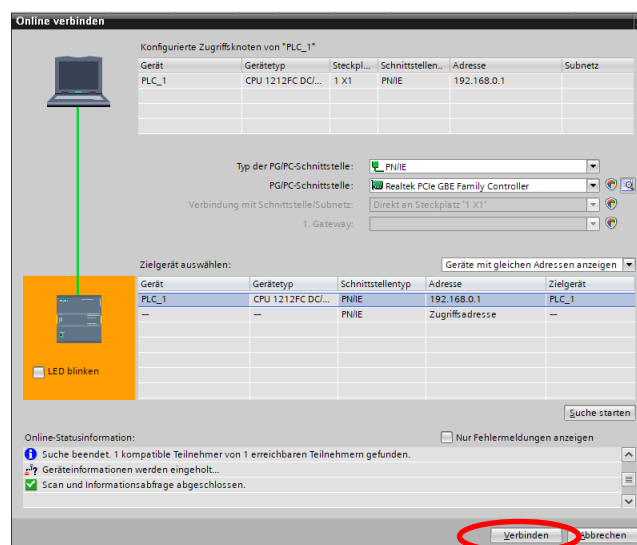
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Da in der Liste der Zielgeräte die entsprechende CPU nicht erscheint, muss mittels Einfachklick eine „Suche gestartet“ werden. Danach sieht man eine Auswahl.



sie42aa

Hier die „CPU 1212FC DC/...“ durch einen Doppelklick anwählen und „Verbinden“ (Einfachklick).

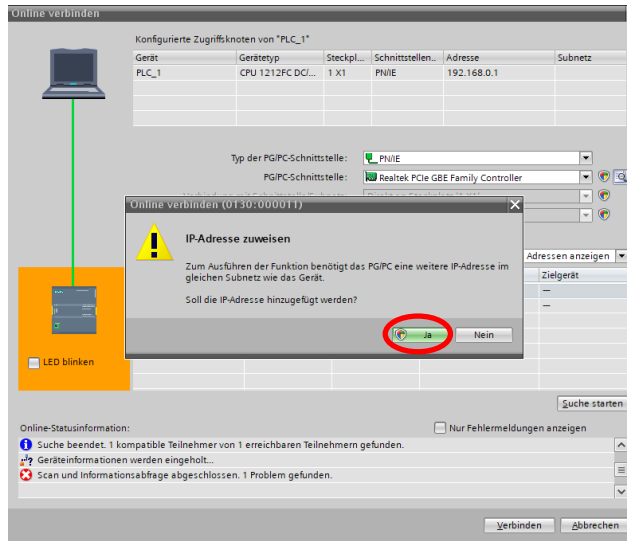


Screenshot(73)aa

SafetySim

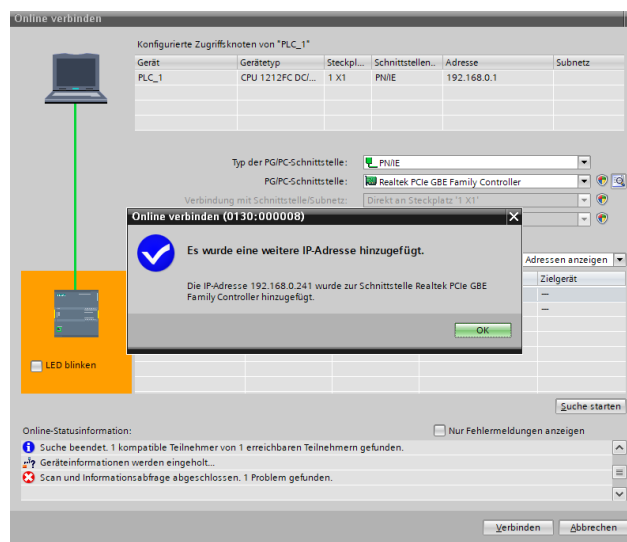
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Gegebenenfalls ist noch das Hinzufügen einer zusätzlich IP-Adresse notwendig. In diesem Fall ist die gestellte Frage mit „JA“ zu beantworten.



Screenshot (77)a

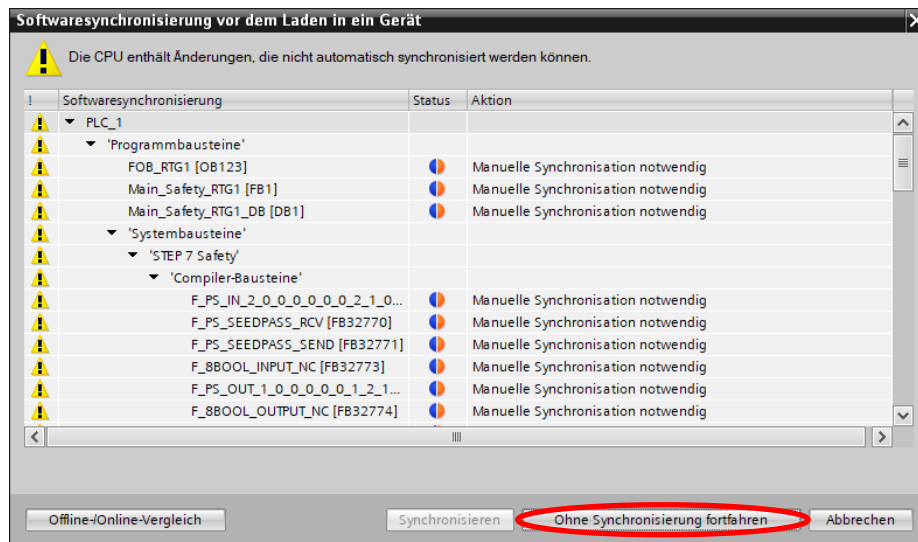
Dieser Vorgang wird mit einer entsprechenden Meldung bestätigt und muss mit „OK“ abgeschlossen werden.



SafetySim

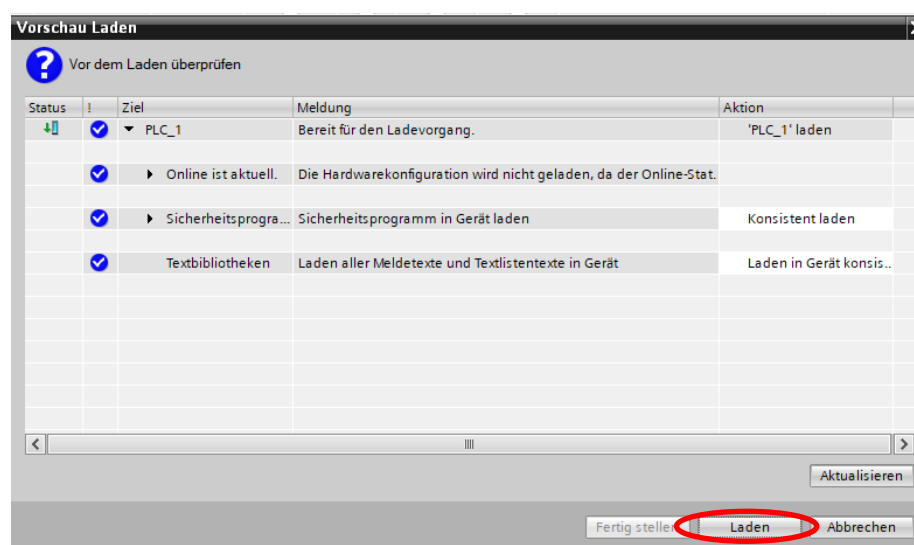
Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Die LED „RUN/STOP“ an der realen CPC zeigt nun konstant gelbes Licht. Jetzt muss das Programm in die CPU geladen werden. Dafür erscheint noch eine Abfrage zur Synchronisierung.



Screenshot(74)aa

Hier wird „Ohne Synchronisierung fortfahren“ gewählt (Einfachklick). In der folgenden Abfrage muss der Button zum „Laden“ betätigt werden.

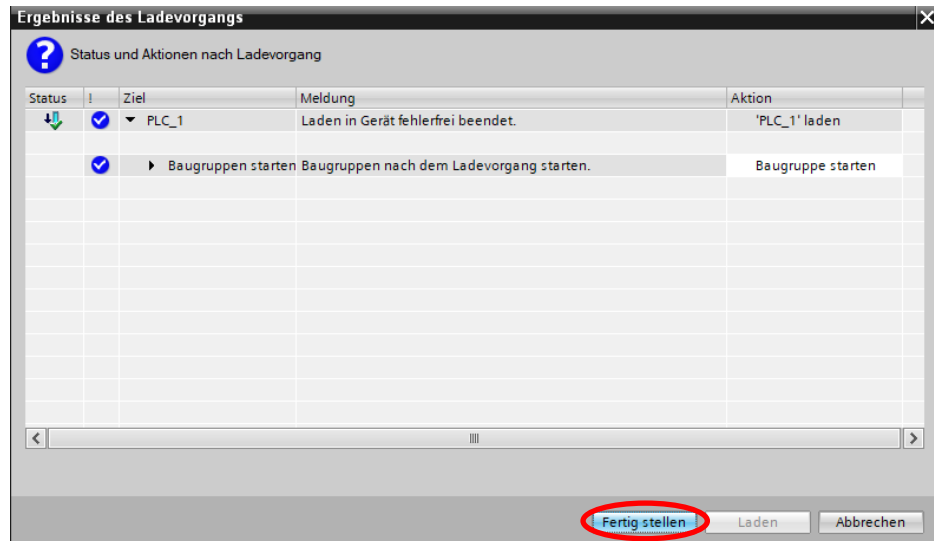


Screenshot(75)aa

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Zum Abschluss des Ladevorgangs erscheint eine Ergebnis-Mitteilung.
Hier muss „Fertig stellen“ mittels Einfachklick gewählt werden.

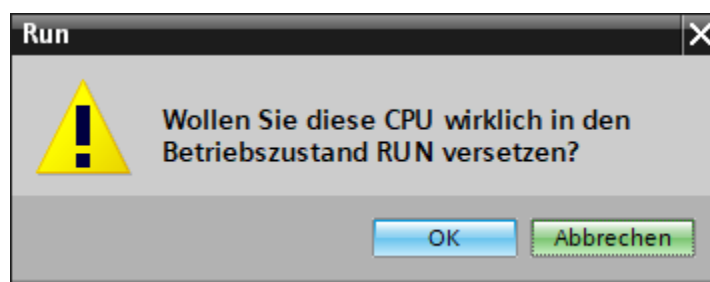


sie44aa



sie30ab

Abschließend muss die CPU gestartet werden (Einfachklick).



sie45aa

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Die Abfrage ist mit „OK“ zu beantworten (Einfachklick).

Die LED „RUN7/STOP“ in der CPU blinkt gelb und geht dann in grünes Dauerlicht über. Jetzt befindet sich das Programm in der Zentraleinheit und wird bei jedem Neustart ausgeführt.

6.5 Test der Softwareänderungen

Um die Änderungen der Software zu testen, muss wie in Punkt 6.3.2 beschrieben, vorgegangen werden. Dabei sind

- das SafetySim zu aktivieren,
- SafetySim-Simulation anzuwählen und dort in den verfügbaren Szenen „Not-Halt in PL d, e/SIL 2, 3“ aufrufen und
- die Betriebszustände zu simulieren.

6.6 Fehlersimulation

Der Vorteil einer Schaltung, die der Sicherheitsanforderungsstufe SIL 3 genügt, ist der, dass bestimmte Fehler in den Komponenten erkannt werden können. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Aufgabe sind das:

- Kontaktverschweißungen
- Kurzschluss in den beiden Not-Aus-Kanälen (Querschluss)
- Drahtbruch in den Sicherheitskontakten.

6.6.1 Kontaktverschweißungen

Die Simulation einer Kontaktverschweißung kann im virtuellen Bereich an Schützen oder den Sensoren (Taster) erzeugt werden. Vom Grundsatz her ist es möglich, dass innerhalb eines Schaltplans alle Bauteile, bei denen ein solcher Fehler auftreten kann, gleichzeitig „verschweißt“ werden. Auf diese Weise lassen sich auch komplexere Störungen realisieren.

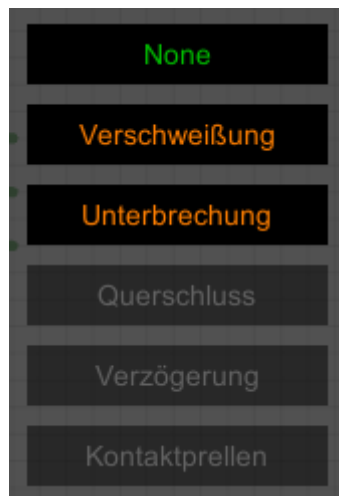
6.6.1.1 Kontaktverschweißungen erzeugen

Um einen solchen Fehler zu erzeugen, muss man mit dem Mauszeiger auf den jeweiligen Kontakt gehen, z. B. die Schützkontakte, und einen kurzen Klick mit der rechten Maustaste durchführen. Jetzt erscheint rechts oben auf dem Bildschirm ein Auswahlm Menü. Das enthält drei Möglichkeiten:

- Verschweißung
- Unterbrechung
- Fehleraufhebung (None)

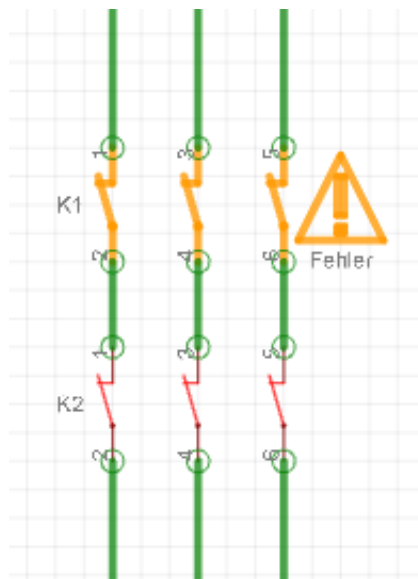
SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

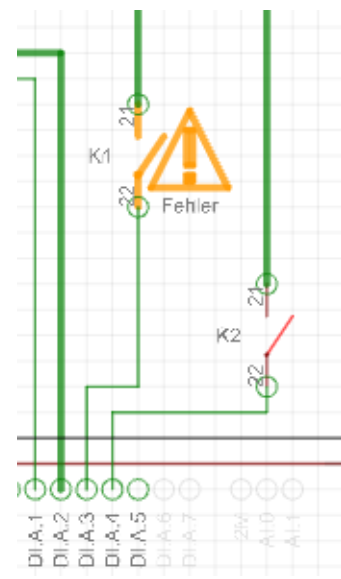


Screenshot(11)aa

Exemplarisch soll im Folgenden das Verschweißen der Schützkontakte (K1) gezeigt werden. Mithilfe der Maus auf „Verschweißung“ gehen und einmal klicken. Die Kontakte werden gelb eingefärbt, geschlossen und ein Hinweis auf einen Fehler gegeben. Eine solche „Verschweißung“ betrifft automatisch immer das gesamte Schütz und nicht nur ein einzelnes Kontaktpaar. Auf diese Weise wird eine typische Fehlfunktion imitiert und das Schütz in dieser Position gehalten.



Screenshot(81)aa



Screenshot(81)ab

Das gilt auch für den Hilfskontakt.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

6.6.1.2 Fehlererkennung

Zunächst wirkt sich, wenn das Schütz angezogen hat und der Motor läuft, der Fehler noch nicht auf dessen Funktion aus. Erst wenn ein Wiedereinschalten nach einem Betriebsstopp oder der Betätigung des Not-Halt-Tasters erfolgen soll, stellt man fest, dass das nicht mehr möglich ist.

6.6.1.3 Aufhebung des Fehlers

Das wird dadurch erreicht, dass man mit der Maus erneut auf die entsprechenden Kontakte geht, mit der rechten Maustast klickt und damit das Fehlermenü aufruft sowie dort auf „None“ klickt. Die gelbe Einfärbung wird zurückgenommen, das Fehlersymbol verschwindet und das Schütz ist wieder im Normalzustand.

6.6.2 Kurzschluss in den beiden Not-Aus-Kanälen (Querschluss)

Diese Fehlfunktion kann in der Realität beispielsweise durch schadhafte Isolierungen in den Kabeln zustandekommen.

6.6.2. 1 Fehler erzeugen

Um diesen Defekt zu erzeugen, muss im Stromlaufplan eine virtuelle Verbindung zwischen den Kanälen hergestellt werden. Dies ist mithilfe des Editors möglich. Man muss

- den Editor mithilfe der Maus anwählen



Editor1

- einmal klicken
- in dem rechts oben erscheinenden Auswahlmenü auf den grünen Winkel gehen und einmal klicken



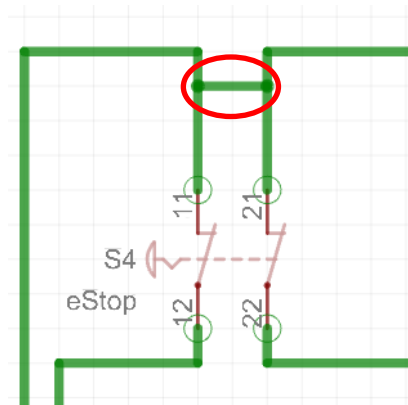
Editor2

- mit der Maustaste zu der Stelle gehen, von der aus die Verbindung (Kurzschluss) erfolgen soll
- dort einmal klicken

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

- danach die Maus zu der Stelle führen, zu der die Verbindung (Kurzschluss) hergestellt werden soll
- dort einmal klicken
- die Verbindung ist hergestellt.



Screenshot(80)aa

- wenn das Motorschütz angezogen hat, fällt es sofort ab
- ein Wiedereinschalten ist nicht möglich.

6.6.2. 2 Fehlererkennung

Ist das Motorschütz angezogen, so fällt es sofort ab. Ansonsten wird ein Wiedereinschalten verhindert.

6.6.2. 3 Aufhebung des Fehlers

Um diesen Defekt zu beheben, muss man

- im Editor-Menü den Papierkorb anwählen (einmal klicken)



Editor2

- mit der Maus zu der zu beseitigenden Stelle gehen (einmal klicken)
- die Verbindung bzw. der Kurzschluss ist wieder beseitigt

Vor einem möglichen Neustart muss zunächst der Editor durch Anwählen und einmaliges Klicken geschlossen werden.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

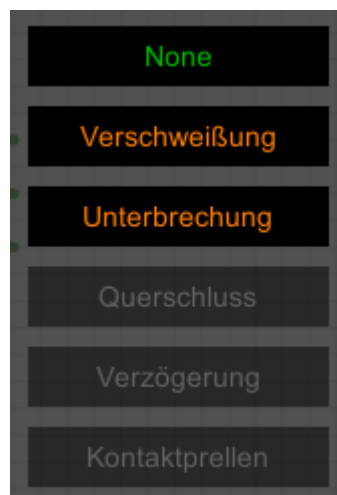
6.6.3 Drahtbruch an dem Not-Halt-Taster (S4, 21/22)

Ein solcher Fehler kann in der Praxis auf unterschiedlichste Weise zustande kommen (siehe Punkt 6.3.3.2).

6.6.3.1 Drahtbruch erzeugen

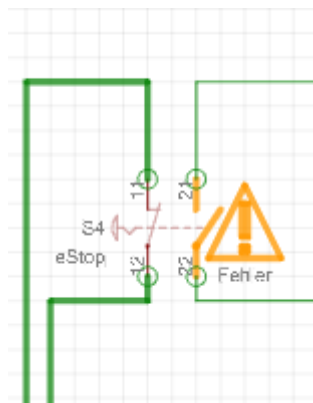
Der Defekt kann simuliert werden durch

- Auswahl des Elements, dessen Draht abgebrochen sein soll
- einmal mit der rechten Maustaste klicken
- es erscheint das schon bekannte Auswahlmenü



Screenshot(11)aa

- auf Unterbrechung gehen und einmal klicken
- die Verbindung des zuvor angewählten Kontakts wird gekennzeichnet und der Kontakt selbst gelb dargestellt



Screenshot(84)aa

6.6.3. 2 Fehlererkennung

Solange die Unterbrechung besteht, ist ein Einschalten des Antriebs nicht möglich.

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Falls das Motorschütz angezogen hat und der Motor läuft, fällt das Schütz sofort ab und der Antrieb wird stillgesetzt. Ein Wiedereinschalten ohne Beseitigung des Fehlers ist nicht möglich.

6.6.3.3 Aufhebung des Fehlers

Der Defekt wird dadurch behoben, dass man mit der Maus erneut auf die entsprechende Kontaktstelle geht, mit der rechten Maustast klickt und damit das Fehlermenü aufruft sowie dort auf „None“ klickt. Die gelbe Einfärbung wird zurückgenommen, das Fehlersymbol verschwindet und der Not-Halt-Taster ist wieder im „Normalzustand“.

7. Abschlussbesprechung

Nach Beendigung der durchgeführten praktischen Übungen erscheint es sehr sinnvoll, eine kurze Abschlussbesprechung stattfinden zu lassen. Insbesondere sollte dabei ein Feedback der Auszubildenden eingeholt werden. Unter anderem ist es für weitere Aktivitäten durchaus hilfreich zu wissen, was den Probanden besondere Schwierigkeiten bereitet hat bzw. wo sie Verbesserungspotenzial sehen. Eine bewährte Methode dazu ist die, dass ein Teilnehmer seine Meinung in Schlagworten an die Tafel schreiben. Andere können dann eigene Informationen hinzufügen oder dem bereits Angeschriebenen zustimmen. Auf diese Weise bekommt man sehr schnell einen gewissen Überblick darüber, wie die Lerneinheit aufgenommen und beurteilt wurde.

Daneben sollte ein etwas detaillierterer Frage- oder auch Evaluationsbogen von den Auszubildenden anonym ausgefüllt werden. Die Analyse kann dann separat erfolgen.

Im nachfolgenden Kapitel wird ein Beispiel für einen solchen Bogen gegeben.

8. Evaluationsbogen

Diese Bögen dienen bei richtiger Fragestellung hauptsächlich dazu, um festzustellen, wie eine Lehrveranstaltung o. Ä. von den Teilnehmern beurteilt wird. Ein mögliches Beispiel wird im Folgenden gezeigt.

Teilnehmer-Fragebogen: Evaluation Projekt SafetySim

Status:

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein

„Programmierung spezieller SPS“

Zielgruppe:

Ort:

Datum:

Die Lehrgangsinhalte/der vermittelte Lehrstoff entsprechen/entsprachen meinen Vorkenntnissen und Erwartungen

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)

Die Organisation des Projekttag (Verhältnis Theorie/Praxisanteile, Teamaufteilung, Pausenregelung, Übungsmöglichkeiten) war

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)

Die Ausstattung mit Lehr- und Lernmitteln (Simulations-Hard- und Software, Arbeitsblätter, Präsentation, Videos usw.) war

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)

Darbietung/Präsentation des Lehrstoffs (die Lehrmethoden) waren

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)

Die Menge des vermittelten Lehrstoffs war zu bewältigen

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)

Einsatz unterschiedlicher Medien (z. B. Simulation, Tafel, Flipchart, Unterrichtsfolien, Erklärvideos)

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)

Arbeits- bzw. Unterrichts-/Lerntempo waren

viel zu schnell	etwas zu schnell	genau richtig	etwas zu langsam	viel zu langsam

Die Anforderungen waren

viel zu hoch	etwas zu hoch	genau richtig	etwas zu niedrig	viel zu niedrig

Mein Bewusstsein für die Bedeutung von Performance Level (PL) bzw. Sicherheits-Integritätslevel (SIL) für die Maschinensicherheit hat sich durch den Projekttag

deutlich erhöht	etwas erhöht	nicht erhöht

Die Simulation „SafetySim“ hat mir das Verständnis der Bedeutung von Performance Level (PL) bzw. Sicherheits-Integritätslevel (SIL) für die Maschinensicherheit

deutlich erleichtert	etwas erleichtert	nicht erleichtert

Durch Nutzung der Simulation „SafetySim“ habe ich Kenntnisse und/oder Fähigkeiten erworben, die für meine künftige Berufspraxis von Bedeutung sind

Stimme voll zu	Stimme teilweise zu	Stimme nicht zu	Kann ich jetzt noch nicht einschätzen

SafetySim

Ausbilderleitfaden zum 2. Lernbaustein „Programmierung spezieller SPS“

Zusammengefasst gebe ich dem Projekttag die Note:

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)

9. Hinweise zu den verwendeten Quellen

Unter anderem wurden verwendet:

Handbuch „Safety Anwendungen mit der S7-1200 FC CPU“ von Siemens

Im Netz:

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109478932/safety-anwendungen-mit-der-s7-1200-fc-cpu?dti=0&pnid=13613&lc=de-DE>

oder

Safety Anwendungen mit der S7-1200 FC CPU

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109478932/safety-anwendungen-mit-der-s7-1200-fc-cpu?dti=0&lc=de-WW>