

SafetySim Bedienungsanleitung

Version 2.0 mit Stand vom 17.12.2018

1. Systemübersicht

SafetySim ist eine Kombination von Hard- und Softwaremodulen, die an eine Sicherheits-SPS angeschlossen sind und elektrische und elektromechanische Komponenten einer typischen Industrieanlage oder -maschine simulieren. Mit SafetySim können Auszubildende lernen, wie man eine Sicherheits-SPS in einer kontrollierten, sicheren virtuellen Umgebung anschließt und programmiert.

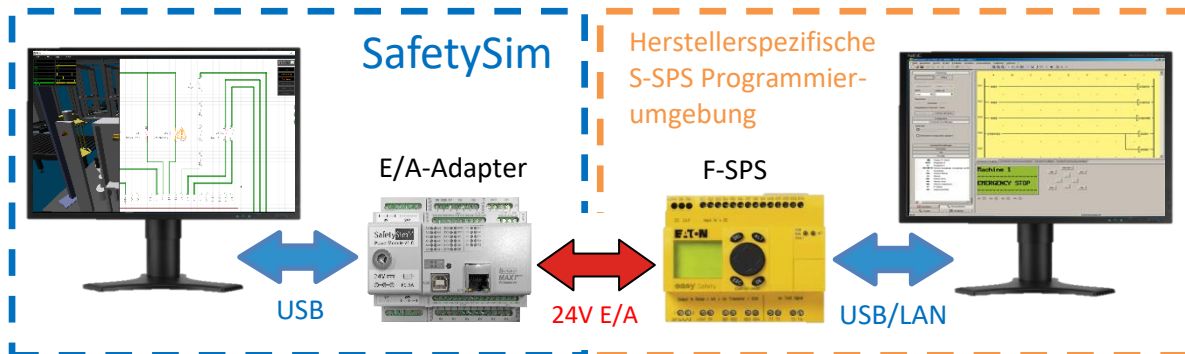


Bild 1.1. SafetySim-Systemübersicht. Links: Virtual Reality-Simulator auf einem PC, der an einen SafetySim E/A-Adapter angeschlossen ist. Rechts: Sicherheits-SPS-spezifische Programmierumgebung, die auf einem an eine Sicherheits-SPS angeschlossen PC läuft. Beide Teile des Systems sind über einen 24V-Industriestandard miteinander verbunden.

Vorteile einer Simulation gegenüber einem realen Modell sind die Möglichkeit, typische Fehlfunktionen frei zu induzieren, ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen oder gefährliche Situationen zu erzeugen; die Fähigkeit, die zugrundeliegende Prozesse visuell wahrzunehmen, und Signale auf dem Schaltplan in Echtzeit durch Hervorhebung und mit Hilfe eines mehrkanaligen virtuellen Oszilloskops zu visualisieren.

2. Anschluss einer Sicherheits-SPS an einen SafetySim-Adapter

Eine korrekt verdrahtete 24V-Verbindung zwischen Sicherheits-SPS und SafetySim-Adapter muss vor jeder weiteren Arbeit mit dem System eingerichtet und gründlich auf Fehler überprüft werden.

Warnung: Schon eine niedrige Spannung von 24V kann unter Umständen schädlich sein und sogar zu Verletzungen führen. Trennen Sie alle Stromversorgungen vom SafetySim-E/A-Adapter und der Sicherheits-SPS, bevor Sie eine Neuverdrahtung oder andere hardwarebedingte Änderungen am System vornehmen.

SafetySim unterstützt derzeit zwei verschiedene Sicherheits-SPSen:

- Siemens SIMATIC S7-1200
- EATON easy Safety ES4P-221-DMXD1

Es gibt eine Reihe von Unterschieden auf der Hardware-Ebene der Geräte, daher hat jede SPS einen eigenen Anschlussplan. Falsch angeschlossene Geräte funktionieren mit dem SafetySim-Simulator nicht richtig und können in manchen Fällen schädlich sein und sogar zu Verletzungen führen.

2.1 Anschluss Siemens S7-1200 Safety

Die Siemens SIMATIC S7-1200 Safety besteht aus drei Modulen:

- Zentraleinheit CPU 1212FC DC/DC/DC/DC
- Sicherheitseingangsmodul SM 1226 F-DI DC
- Sicherheitsausgangsmodul SM1226 F-DQ DC

Damit der SafetySim-Simulator einwandfrei funktioniert, sollte die S7-1200 an den SafetySim-E/A-Adapter gemäß folgender Verdrahtungstabelle (Tabelle 2.1) und Schaltplan (Bild 2.1) angeschlossen werden.

SafetySim				Siemens SIMATIC S7-1200 Safety		
Module	Pin	Port		Module	Pin	Port
Power Module	6	24V	→	E/A-Adapter CPU 1212FC	24V ↓ L+	DC X10 24VDC
Power Module	5	24V	→	SM 1226 F-DI	↓ L+	X10 24VDC
			→	SM 1226 F-DQ	↓ L+	X10 24VDC
Power Module	3	0V	→	E/A-Adapter CPU 1212FC	GND ↓ M	DC X10 24VDC
			→	CPU 1212FC	1M	X10 24VDC INPUTS
Power Module	2	0V	→	SM 1226 F-DI	↓ M	X10 24VDC
			→	SM 1226 F-DQ	↓ M	X10 24VDC
E/A-Adapter	DO0	OUTPUT 24V	→	CPU 1212FC	DI a .0	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	DO1	OUTPUT 24V	→	CPU 1212FC	DI a .1	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	DO2	OUTPUT 24V	→	CPU 1212FC	DI a .2	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	DO3	OUTPUT 24V	→	CPU 1212FC	DI a .3	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	DO4	OUTPUT 24V	→	CPU 1212FC	DI a .4	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	DO5	OUTPUT 24V	→	CPU 1212FC	DI a .5	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	DO6	OUTPUT 24V	→	SM 1226 F-DI	F-DI a .0	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	DO7	OUTPUT 24V	→	SM 1226 F-DI	F-DI b .0	X11 24VDC INPUTS
Module	Pin	Port		Module	Pin	Port
Power Module	12	24V	→	CPU 1212FC	DQ a 3L+	X12 24VDC OUTPUTS
Power Module	9	0V	→	CPU 1212FC	DQ a 3M	X12 24VDC OUTPUTS
E/A-Adapter	AI0	INPUT 0-24V	←	CPU 1212FC	DQ a .0	X12 24VDC OUTPUTS
E/A-Adapter	AI1	INPUT 0-24V	←	CPU 1212FC	DQ a .1	X12 24VDC OUTPUTS
E/A-Adapter	AI2	INPUT 0-24V	←	SM 1226 F-DQ	F-DQ a .0 0+	X10 24VDC OUTPUTS -PM
E/A-Adapter	AI3	INPUT 0-24V	←	SM 1226 F-DQ	F-DQ a .1 1+	X10 24VDC OUTPUTS -PM
E/A-Adapter	AI4	INPUT 0-24V	←	SM 1226 F-DQ	F-DQ a .2 2+	X11 24VDC OUTPUTS -PM
E/A-Adapter	AI5	INPUT 0-24V	←	SM 1226 F-DQ	F-DQ a .3 3+	X11 24VDC OUTPUTS -PM
E/A-Adapter	AI6	INPUT 0-24V	←	SM 1226 F-DI	F-DI a Vs1	X10 24VDC INPUTS
E/A-Adapter	AI7	INPUT 0-24V	←	SM 1226 F-DI	F-DI b Vs2	X11 24VDC INPUTS

Tabelle 2.1. Anschlusstabelle für die Siemens S7-1200 Safety und den SafetySim E/A-Adapter

2.2 Anschluss EATON easy Safety

Die EATON easy Safety ist eine Sicherheits-SPS ohne zusätzliche E/A-Module. Damit der SafetySim-Simulator einwandfrei funktioniert, sollte die EATON easy Safety an den SafetySim-E/A-Adapter gemäß folgender Verdrahtungstabelle (Tabelle 2.2) und Schaltplan (Bild 2.3) angeschlossen werden.

SafetySim				EATON easy Safety		
Module	Pin	Port		Module	Pin	Port
Power Module	6	24V	→	E/A-Adapter	24V	DC
Power Module	5	24V	→	ES4P-221-DMXD1	+24V	DC 24V
Power Module	3	0V	→	E/A-Adapter	GND	DC
Power Module	2	0V	→	ES4P-221-DMXD1	0V	DC 24V
E/A-Adapter	DO0	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS1	Input 14 x DC
E/A-Adapter	DO1	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS2	Input 14 x DC
E/A-Adapter	DO2	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS3	Input 14 x DC
E/A-Adapter	DO3	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS4	Input 14 x DC
E/A-Adapter	DO4	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS5	Input 14 x DC
E/A-Adapter	DO5	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS6	Input 14 x DC
E/A-Adapter	DO6	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS7	Input 14 x DC
E/A-Adapter	DO7	OUTPUT 24V	→	ES4P-221-DMXD1	IS8	Input 14 x DC
Module	Pin	Port		Module	Pin	Port
Power Module	12	24V	→	ES4P-221-DMXD1	+24V	Output 4x Transistor/0,5A
Power Module	9	0V	→	ES4P-221-DMXD1	0V	Output 4x Transistor/0,5A
E/A-Adapter	AI0	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	QS1	Output 4x Transistor/0,5A
E/A-Adapter	AI1	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	QS2	Output 4x Transistor/0,5A
E/A-Adapter	AI2	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	QS3	Output 4x Transistor/0,5A
E/A-Adapter	AI3	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	QS4	Output 4x Transistor/0,5A
E/A-Adapter	AI4	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	T1	4x Test Signal
E/A-Adapter	AI5	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	T2	4x Test Signal
E/A-Adapter	AI6	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	T3	4x Test Signal
E/A-Adapter	AI7	INPUT 0-24V	←	ES4P-221-DMXD1	T4	4x Test Signal

Tabelle 2.2. Anschlusstabelle für die EATON easy Safety und SafetySim E/A-Adapter



Bild 2.3. EATON easy Safety Schaltplan

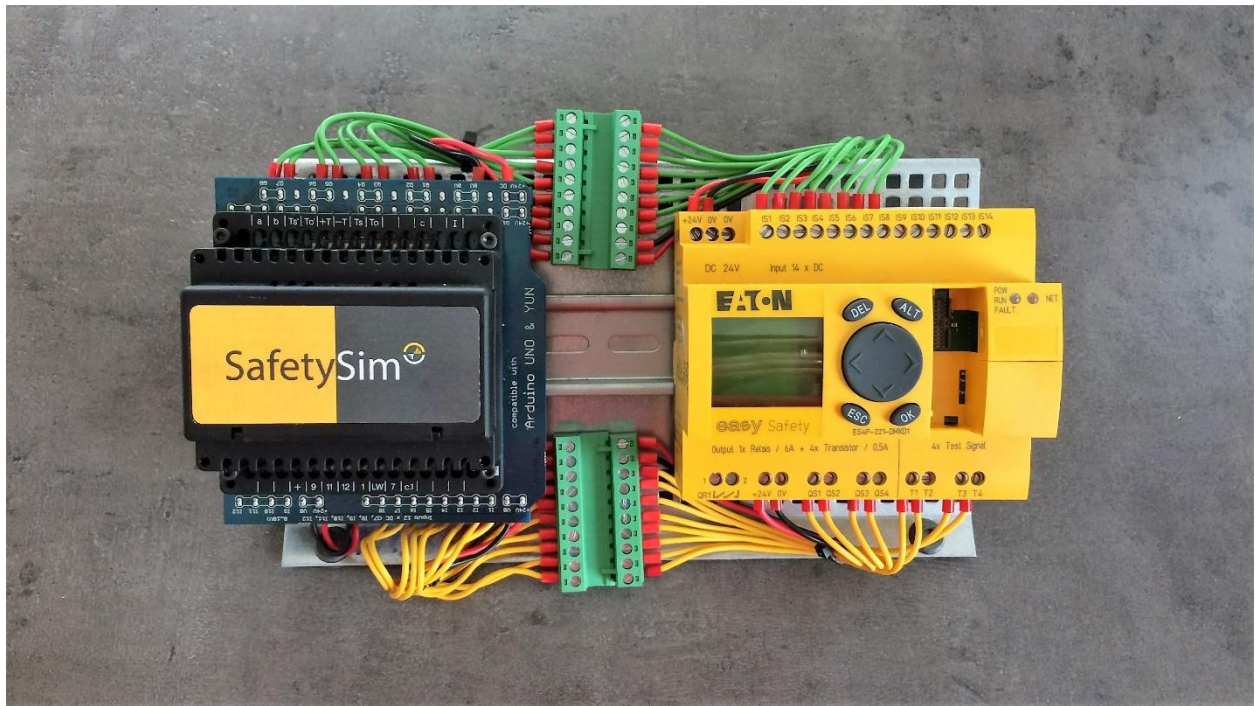


Bild 2.4. EATON easy Safety PLC an den SafetySim E/A-Adapter angeschlossen.

3. SafetySim Benutzeroberfläche. Startmenü

Nach dem Start der Anwendung und dem Verschwinden des SafetySim-Logos wird dem Benutzer das Startmenü mit dem gewählten Punkt „Einführung“ angezeigt (Bild 3.1). Dieser Einführungsbildschirm schlägt die vier Hauptschritte vor, um den interaktiven Kurs zu starten:

- **Maschinensicherheitsrichtlinien**
Informationen zur Maschinensicherheit im Allgemeinen, insbesondere zu den verschiedenen Sicherheitsstufen, die erreicht werden können, und eine kurze Einführung in das Feld der Sicherheits-SPSen (in Entwicklung, siehe Bild 3.2).
- **SafetySim Erste Schritte**
Einführung in die Hauptfunktionalität der SafetySim-Applikation. Vereinfachte, einseitige Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Ausführung des ersten Einführungsbeispiels. (in Entwicklung, Bild 3.3).
- **S-SPS Erste Schritte**
Einführung in eine bestimmte Sicherheits-SPS-Marke, Auswahl zwischen Siemens S7-1200 Safety oder EATON easy Safety (in Entwicklung, siehe Bild 3.4).
- **Szenen**
Startet die Simulation der ausgewählten Szene der Industrieanlage oder Maschine im Echtzeitsimulator mit einer bestimmten Sicherheits-SPS, wahlweise Siemens S7-1200 Safety oder EATON easy Safety. (Als Beispiel ist im Bild 3.5 ein Auswahlmenü für die Eaton S-SPS dargestellt.)

Bei weiteren zwei von sechs Wahlmöglichkeiten handelt es sich um optionale Quellen für weiterführende Informationen zum Thema: SafetySim Benutzerhandbuch und S-SPS Handbücher. Das SafetySim Benutzerhandbuch ist dieses Dokument selbst. S-SPS-Handbücher sind die gerätespezifische Bedienungsanleitung des Herstellers der S-SPS. (Beispielhafte Screenshots von Siemens S7-1200 Safety und Eaton easy Safety sind in den Bildern 3.6 und 3.7.)

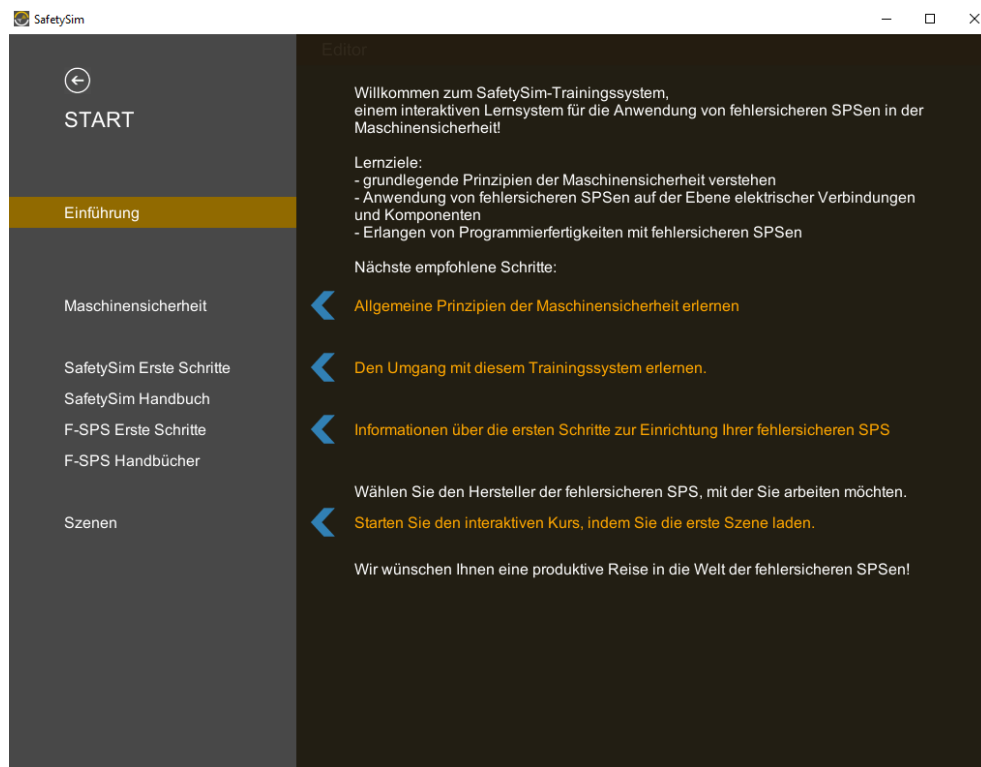


Bild 3.1. Startmenü der SafetySim-Anwendung. Vier weitere Schritte zum schnellen Start des Kurses werden vorgeschlagen.

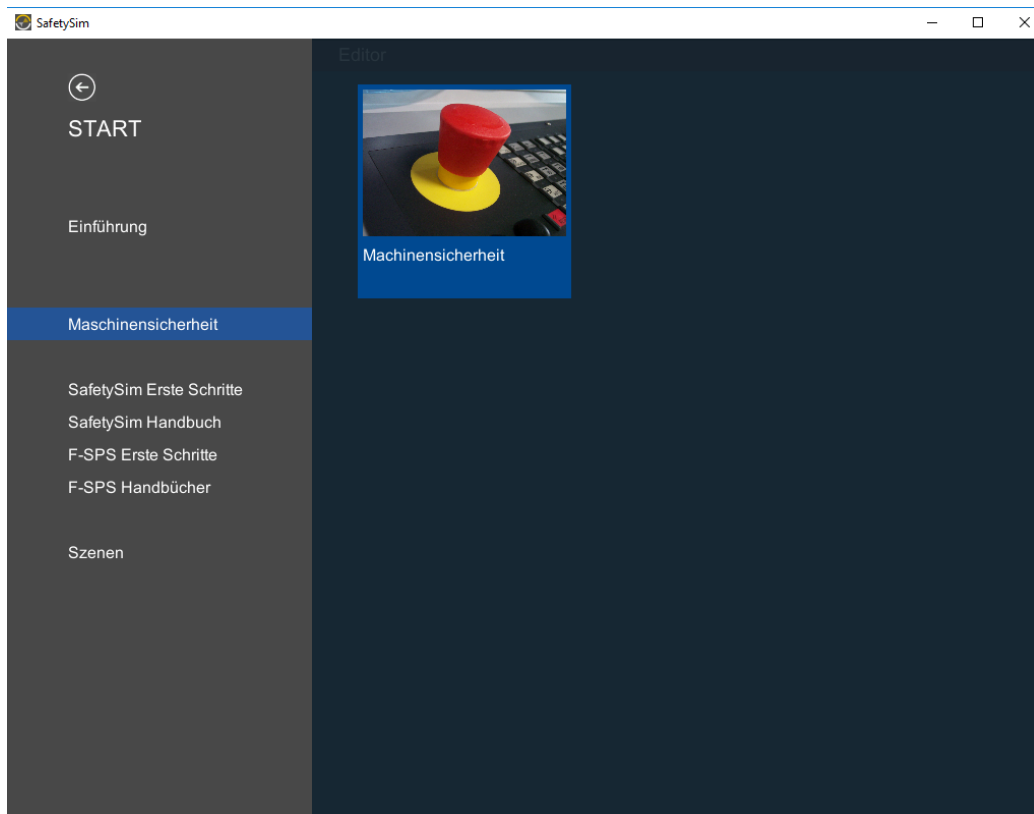


Bild 3.2. Informationen zur Maschinensicherheit im Allgemeinen, insbesondere zu den verschiedenen Sicherheitsstufen, die erreicht werden können, und eine kurze Einführung in das Feld der Sicherheits-SPSen.

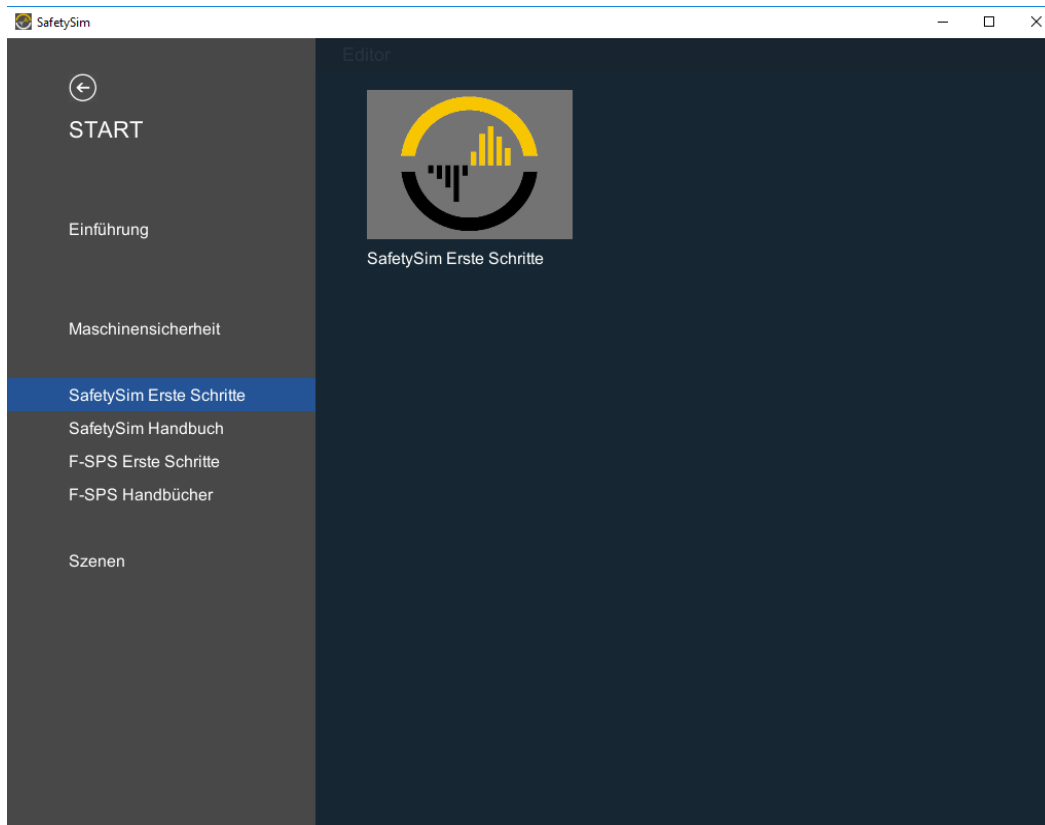


Bild 3.3. Einführung in die Hauptfunktionalität der SafetySim-Applikation – eine vereinfachte, Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Ausführung des ersten Einführungsbeispiels.

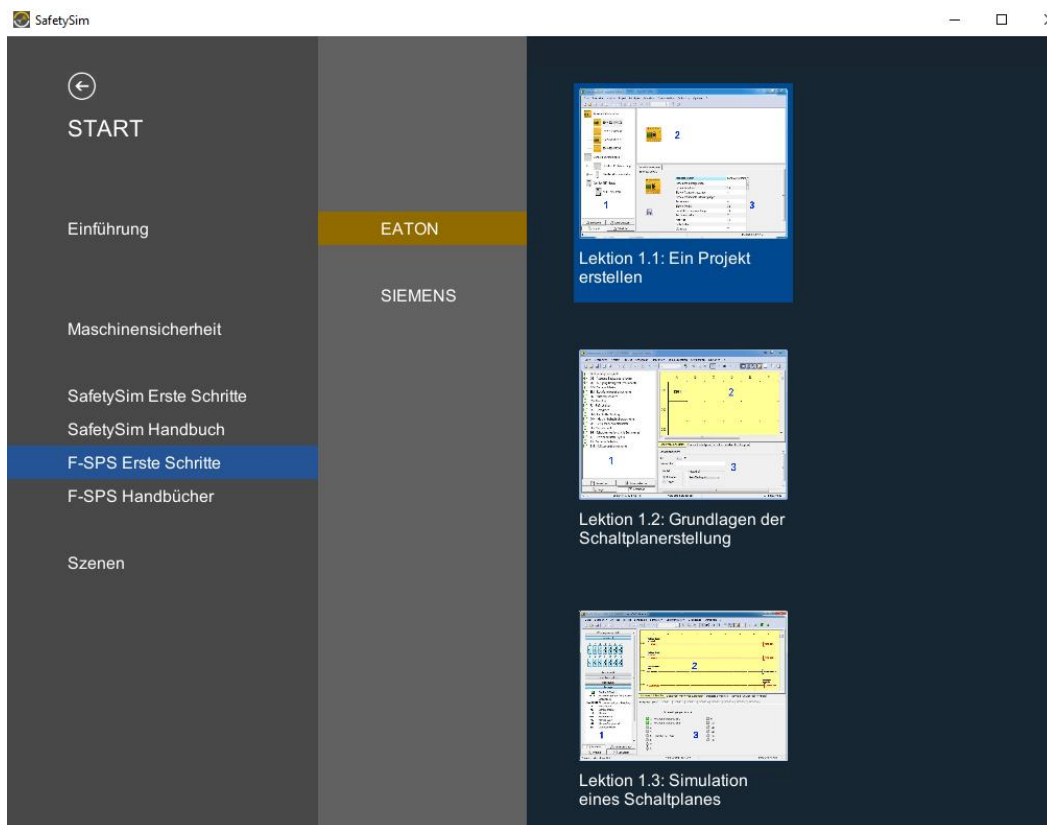


Bild 3.4. Herstellerspezifischer (hier Eaton) Einführungskurs in die S-SPS-Programmierung.

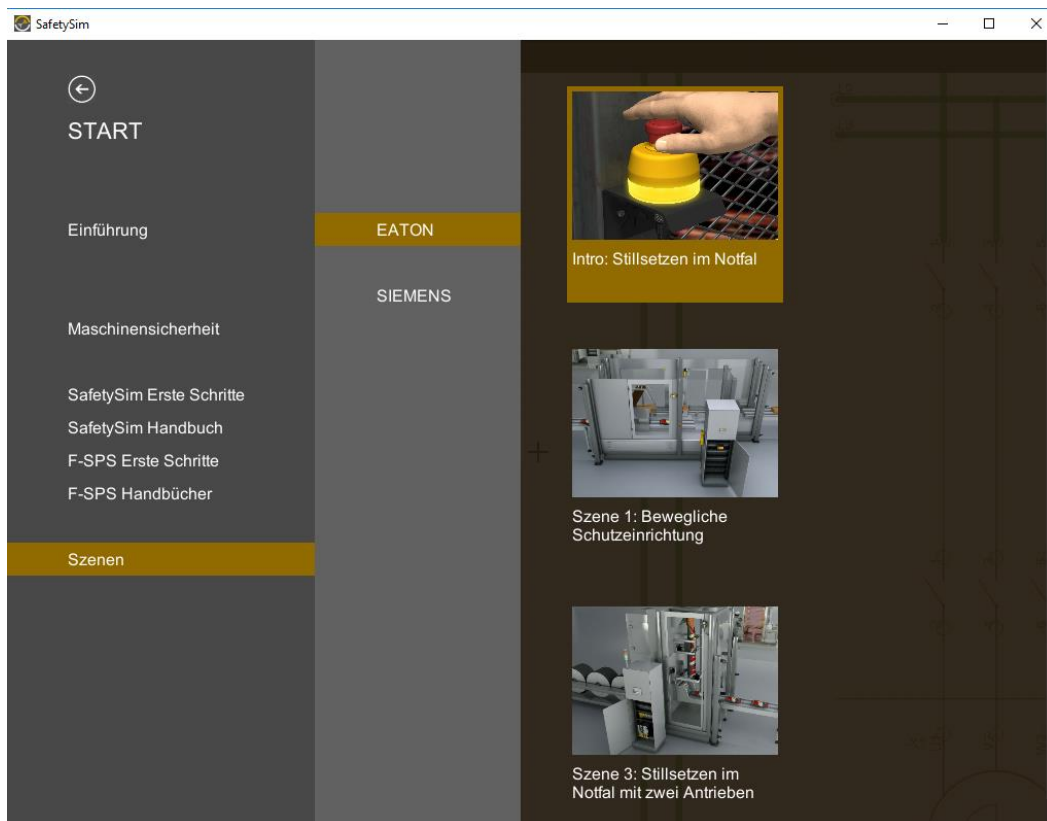


Bild 3.5. Beispiel einer Simulationsszenenauswahl für die Eaton easy Safety S-SPS.



Bild 3.6. Links: Siemens SIMATIC S7-1200 Handbuch zur funktionalen Sicherheit. Mitte: Safety-Anwendungen mit der S7-1200 FC CPU. Rechts: Programmierleitfaden Safety für SIMATIC S7-1200/1500.



Bild 3.7 Links: EATON Sicherheits-Steuerrelais easySafety ES4P. Mitte: EATON Sicherheitshandbuch, Sicherheitstechnik für Maschinen und Anlagen nach den internationalen Normen EN ISO 13849-1 und IEC 62061 Rechts: EATON Sichere Logik für Maschinen und Anlagen.

4. Navigation, Hauptanwendungsfenster

Das Hauptanwendungsfenster (Bild 4.1) verfügt über zwei Panels mit beweglichem Vertikalschieber. Auf der linken Seite wird eine 3D-Ansicht der simulierten Anlage/Maschine angezeigt. Auf der rechten Seite wird der entsprechende 2D-Schaltplan angezeigt. Durch horizontales Ziehen des Trennelements (Schiebereglers) kann der Platzbedarf der einzelnen Panels frei eingestellt werden. Die Navigation in beiden Ansichten erfolgt durch die Verwendung der Maus und bestimmten Tasten- und Maustastenkombination.

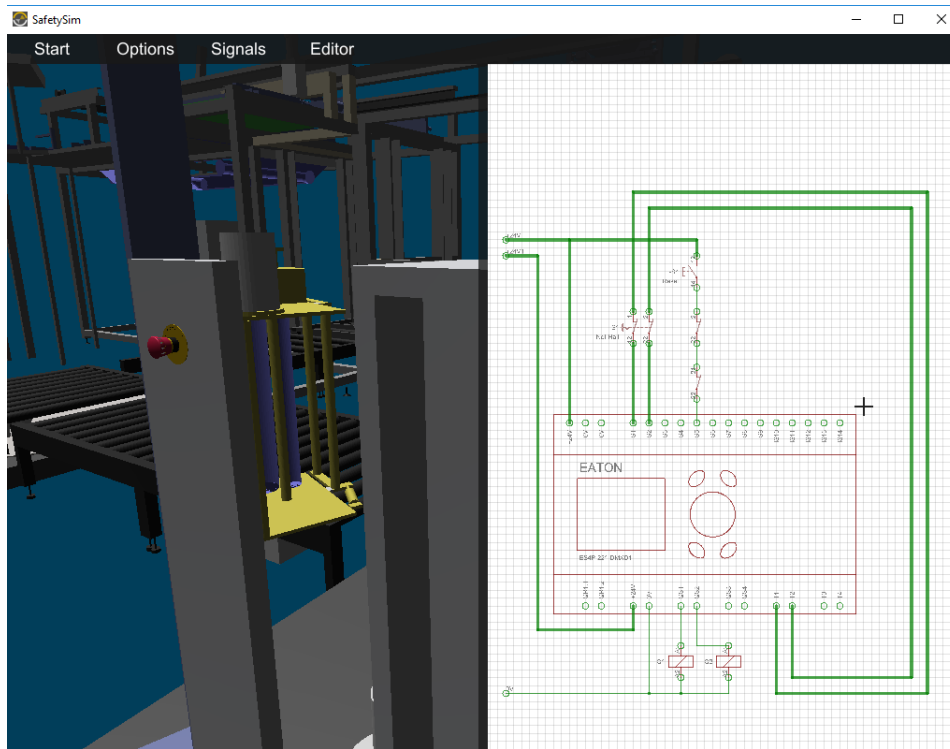


Bild 4.1: Hauptanwendungsfenster. Der linke Bereich zeigt eine 3D-Ansicht der simulierten Anlage/Maschine. Der rechte Bereich zeigt eine entsprechende 2D-Schaltplanansicht.

4.1. Auswahl/Interaktion

Der Auswahl/Interaktion-Modus ist standardmäßig aktiviert. Wenn Sie mit der Maus über ein interaktives Objekt fahren, ändert sich der Mauszeiger von einem Pfeil zu einer Hand mit ausgestrecktem Zeigefinger (siehe Abbildung 4.2). Ein Linksklick auf die Schalter und Schaltflächen aktiviert diese. Je nach interaktiver Komponente (ob Positionshalter wie Not-Halt-Schalter oder Taster mit Federrückstellung) löst er den Zustand aus oder bleibt bei Betätigung aktiv.

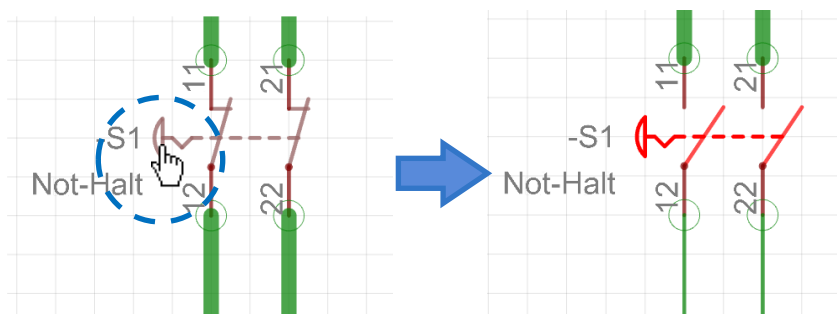


Bild 4.2. Änderung des Mauszeigers während der Interaktion mit dem Not-Halt-Schalter.

4.2. Zoomen

Das Vergrößern und Verkleinern kann über das Mausrad erfolgen. Zusätzlich kann das Zoom durch Bewegen der Maus bei gedrückter rechter Maustaste [RMT] und einer [Strg]-Taste erreicht werden.

4.3. Verschieben

Das Verschieben der Ansicht kann durch Bewegen der Maus und Gedrückthalten des Scrollrads erreicht werden. Zusätzlich kann das Verschieben durch Bewegen der Maus und Halten von [RMT] und einer [Shift]-Taste durchgeführt werden.

4.4. Umkreisen

Das Umkreisen (Drehen der virtuellen Kamera um ein Objekt) ist nur in der 3D-Ansicht verfügbar und kann durch Bewegen der Maus bei gedrückter [RMT] aktiviert werden.

5. Signaloszilloskop und Signalhervorhebung

Der Menüpunkt „Signale“ im Hauptanwendungsfenster öffnet das virtuelle digitale Signaloszilloskop (Bild 5.1). Dieses virtuelle Digitaloszilloskop zeigt in Echtzeit alle Ein- und Ausgangssignale der angeschlossenen Sicherheits-SPS an.



Bild 5.1. Virtuelles digitales Oszilloskop, das die Signale der Sicherheits-SPS in Echtzeit anzeigt (in diesem Fall Signale von EATON easy Safety S-SPS).

Die SPS-Eingangssignale IS1 bis IS8 werden in der linken Hälfte des Oszilloskopfensters in grüner Farbe angezeigt. Die SPS-Ausgangssignale Q1 bis Q4 und die Testsignale T1 bis T4 werden in der rechten Hälfte des Oszilloskopfensters in gelber Farbe angezeigt.

Hinweis: Die Abtastrate des Oszilloskops ist abhängig von der PC-Leistung und der aktuellen PC-Auslastung. Bei hoher Belastung kann eine solche Unterabtastung zu Fehlmessungen führen (Fehldarstellung von Hochfrequenzsignalen, die fehlenden sehr kurzen Einzelpulsen führen kann).

Für das Beispiel im Bild 5.1 wurde ein virtueller Schaltkreis in den Simulator geladen. Er verfügt über einen zweikanaligen Not-Aus-Taster. Der Taster wird an die SPS-Testsignalausgänge T1 und T2 angeschlossen. Wie auf dem Bild 6 zu sehen ist, entsprechen die SPS-Eingangssignale IS1 und IS2, die als Rückmeldung vom Taster zurückkommen, genau den ursprünglichen T1- und T2-Signalen. Jede Änderung der Signale wird sofort auf dem Oszilloskop reflektiert und gibt dem Anwender ein echtes visuelles Feedback in Echtzeit.

Zusätzlich werden alle Signale in Echtzeit auf dem Schaltplan selbst angezeigt. Drähte mit aktiven Signalen (mit auf 24V eingestelltem Potential) werden durch die erhöhte Dicke der Linien angezeigt. Leitungen mit passiven Signalen (mit Potential auf 0V) werden als dünne Linien angezeigt. Diese Live-Darstellung der Signale im Schaltplan ist ein sehr nützliches Feature bei der Fehlerdiagnose.

6. Fehlerinjektion

Eine der einzigartigen Eigenschaften, die der Simulator bietet, ist der Fehlerinjektionsmechanismus. Der SafetySim Simulator ist in der Lage, mehrere verschiedene Fehler nachzuahmen, die im Falle einer Fehlfunktion einer Industriemaschine während des Betriebs auftreten können. Nachfolgende sicherheitstechnische Störungen können durch den Anwender ausgelöst werden:

- Kontaktverschweißungen
- Kontaktbrüche
- Querkurzschlüsse

Die Anzahl der gleichzeitigen Fehler, die im Schaltplan eingefügt werden können, ist nur durch die Anzahl der fehlerhaft zu machenden Teile und Komponenten begrenzt. Dadurch können komplexere Störungen durch unterschiedliche Fehler an verschiedenen Kontakten desselben Schützes hervorgerufen werden.

Ein rechter Mausklick [RMT] auf das Kontaktpaar des Schützes zeigt das Auswahlménü des Fehlers, wie es in der rechten oberen Ecke des Bildes 6.1 zu sehen ist.

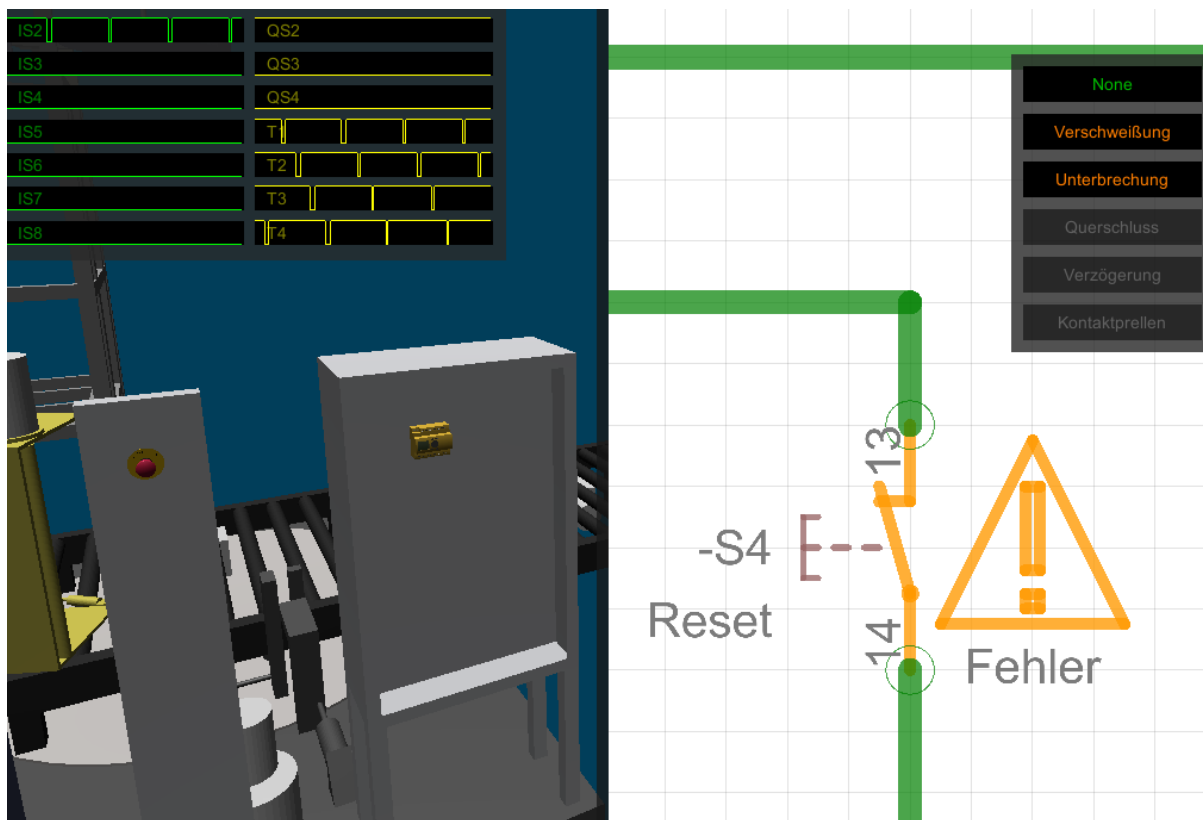


Bild 6.1. Das Fehlerinjektionsmenü in der rechten oberen Ecke. Dieses kann durch Rechtsklick auf die Schaltplankomponente, welche die Fehlerinjektion unterstützt, aufgerufen werden.

6.1. Kontaktverschweißung

Eine Kontaktverschweißung kann an virtuellen Schützen oder Relais induziert werden. Es betrifft das gesamte Schütz und nicht nur ein einziges Kontaktpaar. Dies initiiert eine typische Fehlfunktion, wenn ein einzelnes Kontaktpaar zusammenschweißt und das gesamte Schütz in dieser Position hält.

Hinweis: Die Einführung einer Kontaktverschweißung an Kontakten mit gegensätzlichem Typ hebt vorherige Kontaktverschweißungsfehler für das gesamte Schütz auf.

Ein Kontaktverschweißungsfehler schaltet alle Kontakte des gleichen Typs (z. B. Schließer, NO) unabhängig vom Zustand zum Zeitpunkt der Fehlerinjektion und alle Kontakte des anderen Typs (z. B. Öffner, NC) werden unabhängig von ihrem Ausgangszustand in den offenen Zustand gebracht (siehe Bilder 6.2 und 6.3).

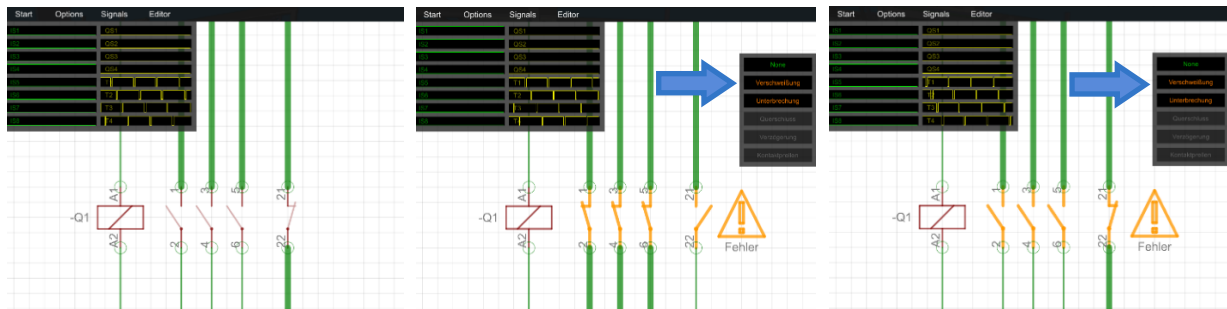


Bild 6.2. Reaktion verschiedener Kontaktarten (NO oder NC) auf die Kontaktverschweißung bei einem Schütz im passiven Zustand (Spule A1-A2 im stromlosen Zustand). Links: keine Fehler; Mitte: Kontaktverschweißungsfehler an einem der drei Schließerkontakte; Rechts: Kontaktverschweißungsfehler am Öffnerkontakt.

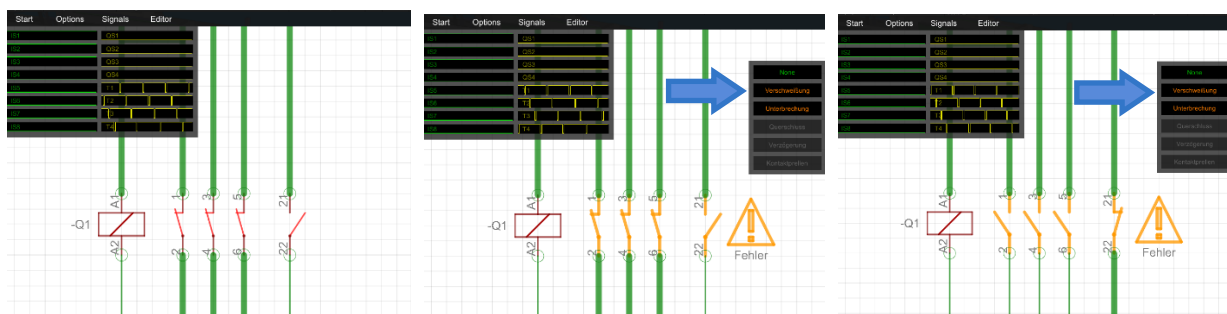


Bild 6.3. Reaktion verschiedener Kontaktarten (NO oder NC) auf die Kontaktverschweißung bei Schütz im aktiven Zustand (Spule A1-A2 unter Spannung). Links: keine Fehler; Mitte: Kontaktverschweißungsfehler an einem der drei Schließerkontakte; Rechts: Kontaktverschweißungsfehler am Öffnerkontakt.

6.2 Kontaktbruch

Im Gegensatz zum Kontaktverschweißungsfehler wirkt der Kontaktbruchfehler auf ein einzelnes Kontaktpaar des Schützes. Er muss individuell auf jedes Kontaktpaar angewendet werden, wenn mehr als ein Fehler pro Schütz eingestellt werden soll. Ein rechter Mausklick auf das Kontaktpaar des Schützes zeigt das Auswahlmenü des Fehlers, wie es in der rechten oberen Ecke des Bildes 6.1 zu sehen ist. Ein Kontaktöffnungsfehler öffnet das Kontaktpaar unabhängig vom Ausgangszustand (siehe Bild 6.4 und 6.5).

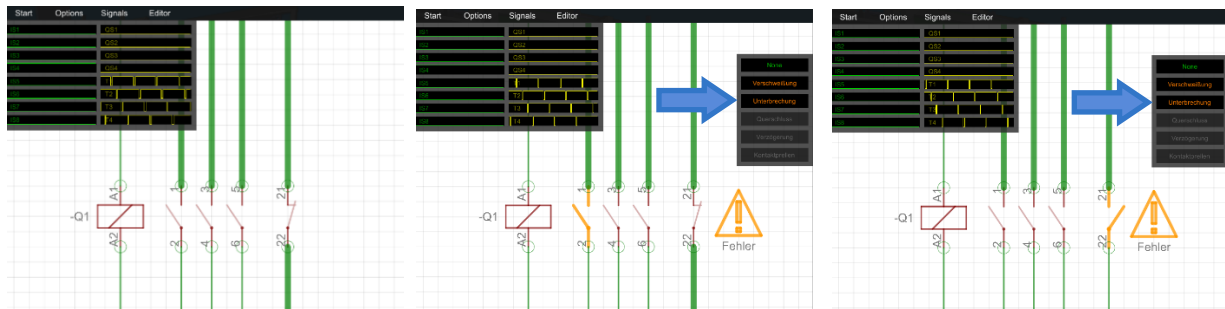


Bild 6.4. Reaktion verschiedener Kontaktarten (NO oder NC) auf den Kontaktbruch bei passivem Schütz (Spule A1-A2 im stromlosen Zustand). Links: keine Fehler; Mitte: Kontaktbruch am ersten der drei Schließer; Rechts: Kontaktbruch am Öffner.

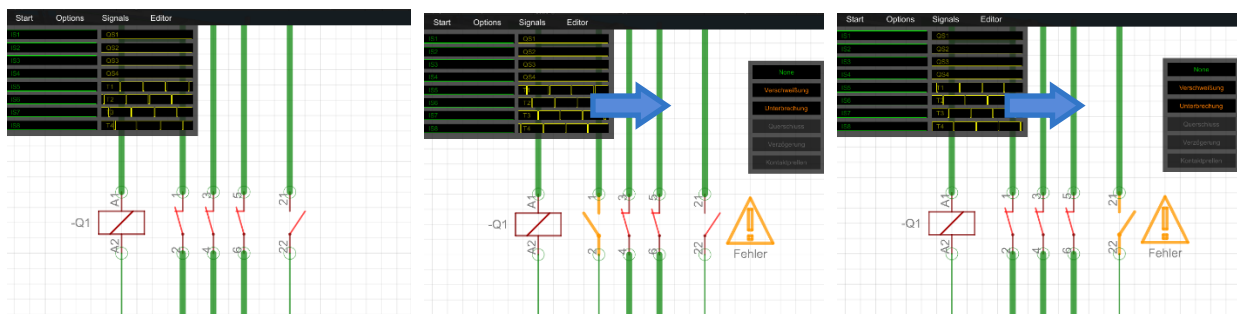


Bild 6.5. Reaktion verschiedener Kontaktarten (NO oder NC) auf die Kontaktbruchfehler-Einspeisung bei passivem Schütz (Spule A1-A2 unter Spannung). Links: keine Fehler; Mitte: Kontaktbruch am ersten der drei Schließer; Rechts: Kontaktbruch am Öffner.

6.3. Querschlüsse

Die Erstellung eines Querschussfehlers erfordert die Verwendung des Editor-Modus des Simulators. Er kann aus dem Hauptmenü der Anwendung unter „Editor“ ausgewählt werden. Es erscheint das Editor-Menü, wie es in der oberen rechten Ecke des Bildes 6.6 zu sehen ist.

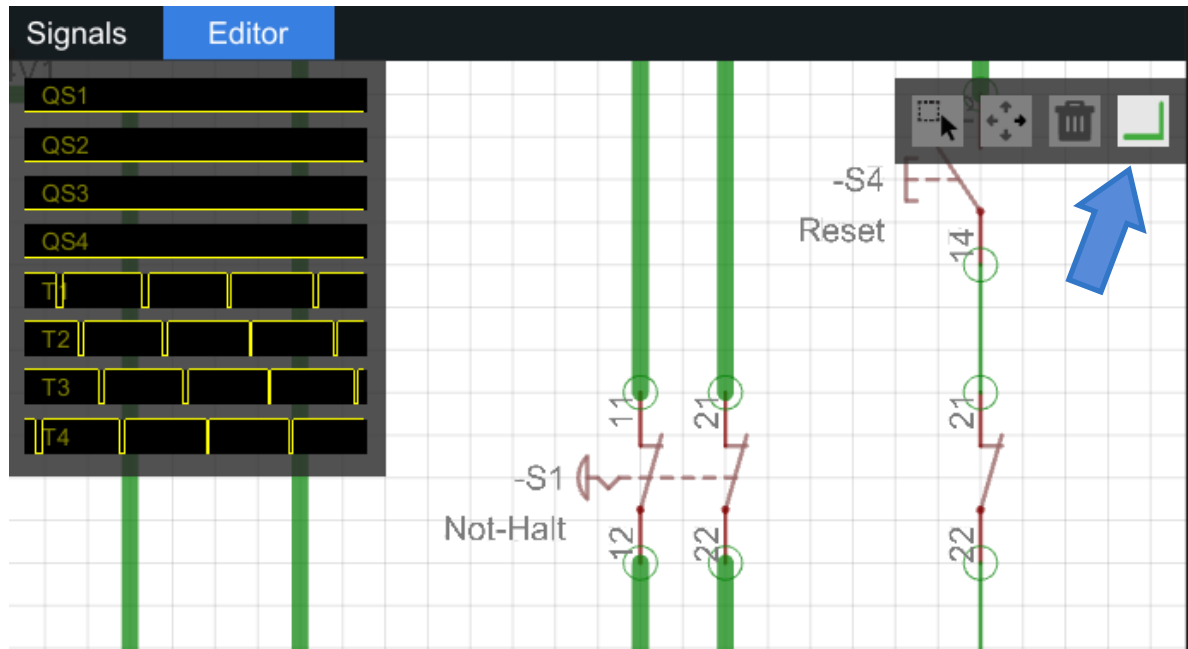


Bild 6.6. Editor-Menü mit ausgewähltem Verdrahtungsmodus (grüne Linie).

Für die Querschlussinduktion muss der Verdrahtungsmodus durch Anklicken des Drahtpiktogramms gewählt werden (Weitere Editor-Modi und Funktionen finden Sie im Abschnitt 7 „Schaltplaneditor“).

Um zwei Stromkreise zu kreuzen, muss ein neuer Draht gezogen werden, der sie wie in Bild 6.7 dargestellt verbindet. Bitte beachten Sie, dass die Testsignaleingänge IS7 und IS8 aufgrund eines Querschusses zwischen ihnen keine negativen Signalspitzen aufweisen (siehe Oszilloskop im rechten Teil von Bild 6.7).

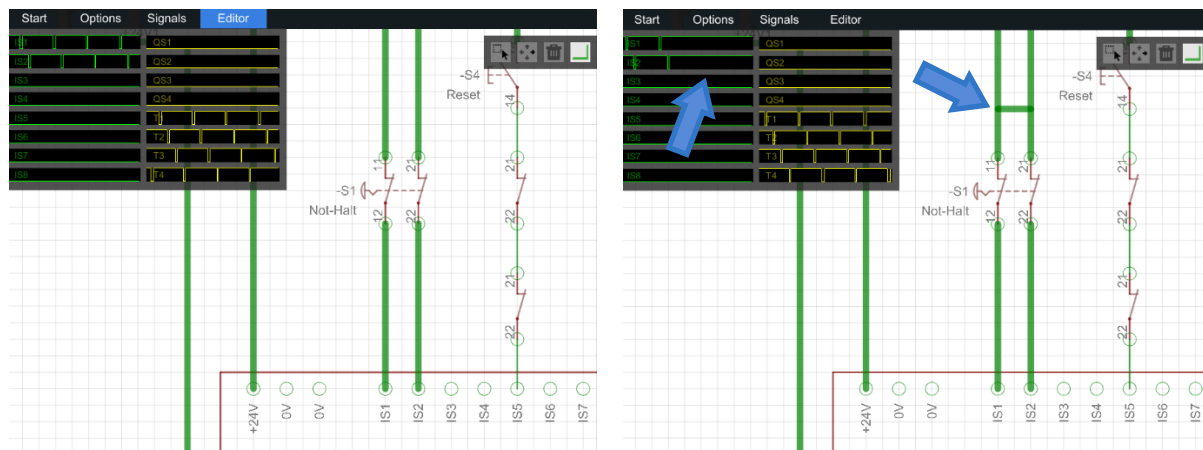


Bild 6.7. Einführung eines Querschusses.

6.4 Kombination mehrerer Fehler

Ein Beispiel für einen kombinierten Fehler kann die Anwendung eines Schweißkontaktfehlers (der das gesamte Schütz betrifft) sein, gefolgt von einer einzigen Kontaktunterbrechung. Diese Art von Szenario hat jedoch eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit, während des realen Betriebs aufzutreten (siehe Bild 6.8).

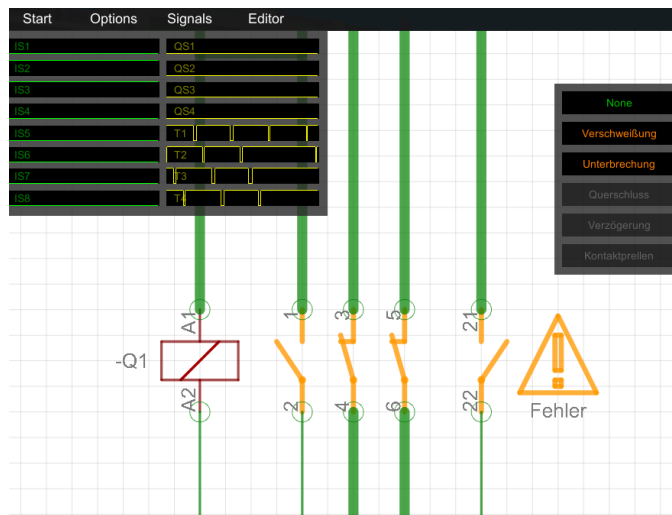


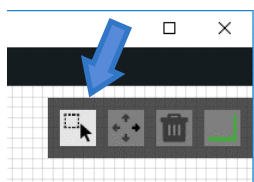
Bild 6.8. Kontaktverschweißung kombiniert mit Kontaktbruch

7. Schaltplaneditor

Der Schaltplaneditor ermöglicht Änderungen am Schaltplan der geladenen Szene. Die folgenden Editor-Modi sind in der aktuellen Version der Software verfügbar:

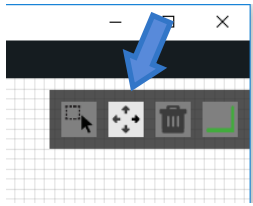
- Drähte auswählen
- Drähte verschieben
- Drähte löschen
- Drähte erstellen

7.1 Drähte auswählen



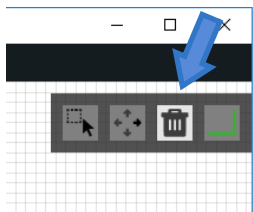
Wählen Sie den Modus „Drähte auswählen“, um weitere Aktionen an den Drähten im Schaltplan durchzuführen. Die aktuelle Version des Simulators unterstützt nur das Löschen ausgewählter Drähte, siehe 4.3.3.

7.2 Drähte verschieben



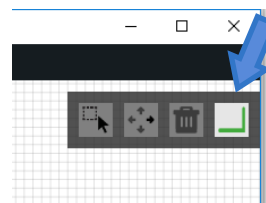
Mit dem Modus „Drähte verschieben“ können die Drähte im Schaltplan frei bewegt werden. Diese Bewegung bewahrt die Verbindung zwischen dem zu bewegendem Segment und dem Rest des Drahtes. Logische Verbindungen (Semantik) bleiben während dieser Operation erhalten. Selbst übereinanderliegende Drähte werden in diesem Modus nicht miteinander verbunden. Auf der elektrischen Ebene (Semantik) bleiben sie daher getrennt.

7.3 Drähte löschen



Wenn Sie den Modus „Drähte löschen“ wählen, können Sie den Draht mit einem einzigen Klick mit der linken Maustaste [LMT] löschen. Diese Methode ist anfällig für mögliche Fehler, ermöglicht aber eine schnellere Entfernung einer großen Anzahl von Drahtsegmenten. Eine weitere sichere Methode zum Löschen von Drähten ist es, den Modus „Drähte auswählen“ einzuschalten, den zu löschenden Draht auszuwählen und dann die Taste [Entf] auf der Tastatur zu drücken, um den Draht zu löschen.

7.4 Drähte erstellen/zeichnen



Der Editor-Modus „Drähte erstellen/zeichnen“ ermöglicht die Erstellung neuer Drahtsegmente. Nach der Aktivierung dieses Modus startet ein einfacher Klick mit der linken Maustaste [LMT] das Zeichnen eines neuen Drahtes. Der Modus der Zeichnung kann mit der rechten Maustaste [RMT] ausgewählt werden. Jede Betätigung der rechten Maustaste [RMT] wechselt in den nächsten Zeichenmodus, bis alle Zeichenmodi durchlaufen sind (siehe Bild 7.1).



Bild 7.1. Verfügbare Drahtziehverfahren. Von links nach rechts: Freier Modus (diagonal), rechte 90°-Ecke, linke 90°-Ecke.

7.5. Optionaler externer Schaltplaneditor

Schaltpläne können mit dem externen Schaltplaneditor Autodesk Eagle bearbeitet oder erstellt werden.

Nur Komponenten aus einer speziellen SafetySim-Bibliothek können zur Erstellung der Schaltpläne verwendet werden, die vom SafetySim Simulator korrekt simuliert werden. Diese Bibliothek der SafetySim-Komponenten wird mit dem System mitgeliefert. Der entsprechende Dateiname ist **SafetySim.lbr**.

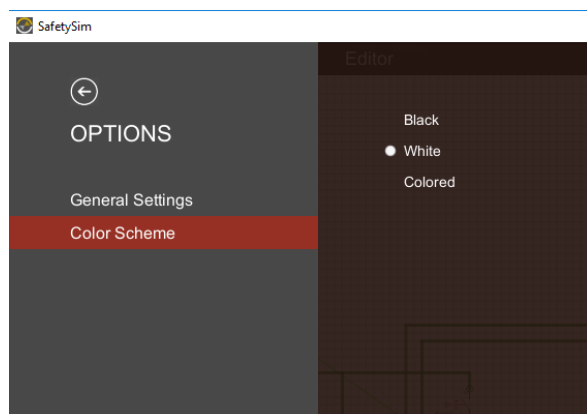
Die Eagle-Downloads und -Dokumentationen finden Sie auf der Produktwebseite:

www.autodesk.com/products/eagle

7.6. Komponentenbibliothek

Diese Funktionalität ist in der aktuellen Version noch nicht implementiert.

8. Einstellungen



Das Menü „Einstellungen“ in der aktuellen Version enthält nur die Steuerung des Farbschemas des Schaltplan-Viewers (Bild 8.1).

Es stehen drei Modi zur Verfügung:

- Schwarz
- Weiß
- Farbig

Bild 8.1. Farbschemaselektor für den 2D Schaltplan-Viewer.

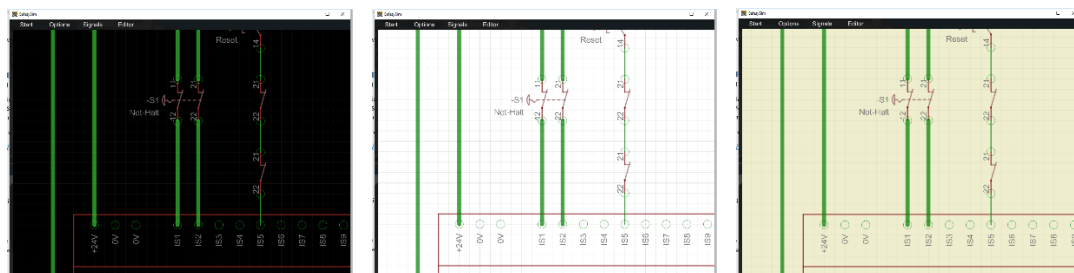


Bild 8.2. Beispiel-Screenshot eines anderen Farbschemas. Von links nach rechts: Schwarz, Weiß, Farbig.

Diese drei Farbschemata (Bild 8.2) entsprechen den Standardfarbschemata des Autodesk Eagle-Schaltplaneditors.