

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

*Industry Online Support*  
Home

# Schutztür mit Zuhaltung durch Federkraft an einer S7-1500

SIMATIC Safety Integrated

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/21063946>

Siemens  
Industry  
Online  
Support



# Rechtliche Hinweise

## Nutzung der Anwendungsbeispiele

In den Anwendungsbeispielen wird die Lösung von Automatisierungsaufgaben im Zusammenspiel mehrerer Komponenten in Form von Text, Grafiken und/oder Software-Bausteinen beispielhaft dargestellt. Die Anwendungsbeispiele sind ein kostenloser Service der Siemens AG und/oder einer Tochtergesellschaft der Siemens AG („Siemens“). Sie sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung. Die Anwendungsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern bieten lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind selbst für den sachgemäßen und sicheren Betrieb der Produkte innerhalb der geltenden Vorschriften verantwortlich und müssen dazu die Funktion des jeweiligen Anwendungsbeispiels überprüfen und auf Ihre Anlage individuell anpassen.

Sie erhalten von Siemens das nicht ausschließliche, nicht unterlizenzierbare und nicht übertragbare Recht, die Anwendungsbeispiele durch fachlich geschultes Personal zu nutzen. Jede Änderung an den Anwendungsbeispielen erfolgt auf Ihre Verantwortung. Die Weitergabe an Dritte oder Vervielfältigung der Anwendungsbeispiele oder von Auszügen daraus ist nur in Kombination mit Ihren eigenen Produkten gestattet. Die Anwendungsbeispiele unterliegen nicht zwingend den üblichen Tests und Qualitätsprüfungen eines kostenpflichtigen Produkts, können Funktions- und Leistungsmängel enthalten und mit Fehlern behaftet sein. Sie sind verpflichtet, die Nutzung so zu gestalten, dass eventuelle Fehlfunktionen nicht zu Sachschäden oder der Verletzung von Personen führen.

## Haftungsausschluss

Siemens schließt seine Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, insbesondere für die Verwendbarkeit, Verfügbarkeit, Vollständigkeit und Mangelfreiheit der Anwendungsbeispiele, sowie dazugehöriger Hinweise, Projektierungs- und Leistungsdaten und dadurch verursachte Schäden aus. Dies gilt nicht, soweit Siemens zwingend haftet, z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz, in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit, wegen der schuldhaften Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, bei Nichteinhaltung einer übernommenen Garantie, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegen oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist mit den vorstehenden Regelungen nicht verbunden. Von in diesem Zusammenhang bestehenden oder entstehenden Ansprüchen Dritter stellen Sie Siemens frei, soweit Siemens nicht gesetzlich zwingend haftet.

Durch Nutzung der Anwendungsbeispiele erkennen Sie an, dass Siemens über die beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden kann.

## Weitere Hinweise

Siemens behält sich das Recht vor, Änderungen an den Anwendungsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in den Anwendungsbeispielen und anderen Siemens Publikationen, wie z. B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Ergänzend gelten die Siemens Nutzungsbedingungen (<https://support.industry.siemens.com>).

## Securityhinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen.

Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen nur einen Bestandteil eines solchen Konzepts.

Der Kunde ist dafür verantwortlich, unbefugten Zugriff auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke zu verhindern. Systeme, Maschinen und Komponenten sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn und soweit dies notwendig ist und entsprechende Schutzmaßnahmen (z.B. Nutzung von Firewalls und Netzwerksegmentierung) ergriffen wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Siemens zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Industrial Security finden Sie unter: <https://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Die Produkte und Lösungen von Siemens werden ständig weiterentwickelt, um sie noch sicherer zu machen. Siemens empfiehlt ausdrücklich, Aktualisierungen durchzuführen, sobald die entsprechenden Updates zur Verfügung stehen und immer nur die aktuellen Produktversionen zu verwenden. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Versionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, abonnieren Sie den Siemens Industrial Security RSS Feed unter: <https://www.siemens.com/industrialsecurity>.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Rechtliche Hinweise.....</b>	<b>2</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>4</b>
1.1 Überblick .....	4
1.2 Funktionsweise .....	6
1.2.1 Parameter Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking.....	7
1.2.2 Überwachung der Stellung der Schutztür .....	8
1.2.3 Zuhaltfunktion der Schutztür .....	9
1.2.4 Ansteuerung und Überwachung der Aktorik .....	12
1.3 Verwendete Komponenten.....	13
<b>2 Engineering .....</b>	<b>14</b>
2.1 Hardware-Aufbau .....	14
2.2 Konfiguration .....	15
2.2.1 Konfiguration der F-DI.....	15
2.2.2 Konfiguration der F-DQ.....	17
2.3 Inbetriebnahme.....	18
2.3.1 Vorbereitung.....	18
2.3.2 S7-Projekt in die CPU S7-1516F laden .....	18
2.3.3 PROIsafe-Adressen zuweisen .....	20
2.4 Bedienung der Applikation .....	21
<b>3 Wissenswertes .....</b>	<b>23</b>
3.1 Grundlagen.....	23
3.1.1 Grundbegriffe .....	23
3.1.2 Funktionale Sicherheit .....	23
3.1.3 Trennende Schutzeinrichtungen .....	24
3.2 Details Funktionsweise .....	26
3.2.1 Standard-Anwenderprogramm .....	26
3.2.2 Sicherheitsprogramm.....	27
3.2.3 Datenaustausch zwischen Standard-Anwenderprogramm und Sicherheitsprogramm.....	28
3.3 Bewertung der Sicherheitsfunktion .....	29
3.3.1 Normen .....	29
3.3.2 Sicherheitsfunktionen .....	29
3.3.3 Bewertung nach ISO 13849-1 .....	30
Bewertung "Erfassen" .....	30
Bewertung "Auswerten" .....	30
Bewertung "Reagieren" .....	30
Ergebnis der Bewertung nach ISO 13849-1 .....	31
3.3.4 Bewertung nach IEC 62061 .....	32
Bewertung "Erfassen" .....	32
Bewertung "Auswerten" .....	32
Bewertung "Reagieren" .....	32
Ergebnis der Bewertung nach IEC 62061.....	33
<b>4 Anhang.....</b>	<b>34</b>
4.1 Service und Support .....	34
4.2 Links und Literatur .....	35
4.3 Änderungsdokumentation .....	35



# 1 Einführung

## 1.1 Überblick

Um den Zutritt zu dem Gefahrenbereich einer Maschine während des Betriebs zu verhindern, wird eine Schutztür installiert und die Stellung der Schutztür überwacht. Da auch von nachlaufenden Maschinenteilen Gefahr ausgeht, wird die Schutztür zusätzlich zugehalten und kann erst bei Stillstand der Maschine geöffnet werden. Die Maschine kann nur dann gestartet werden, wenn die Schutztür geschlossen und verriegelt ist. Im Falle eines Fehlers wird die Maschine sicher abgeschaltet.

Die Überwachung der Stellung der Schutztür ist bis PL e nach EN ISO 13849-1:2015 bzw. SIL 3 nach EN 62061:2005/A2:2015 ausgelegt.

Die Zuhaltfunktion der Schutztür ist bis PL d nach EN ISO 13849-1:2015 bzw. SIL 2 nach EN 62061:2005/A2:2015 ausgelegt.

Tabelle 1-1: Sicherheitsfunktionen

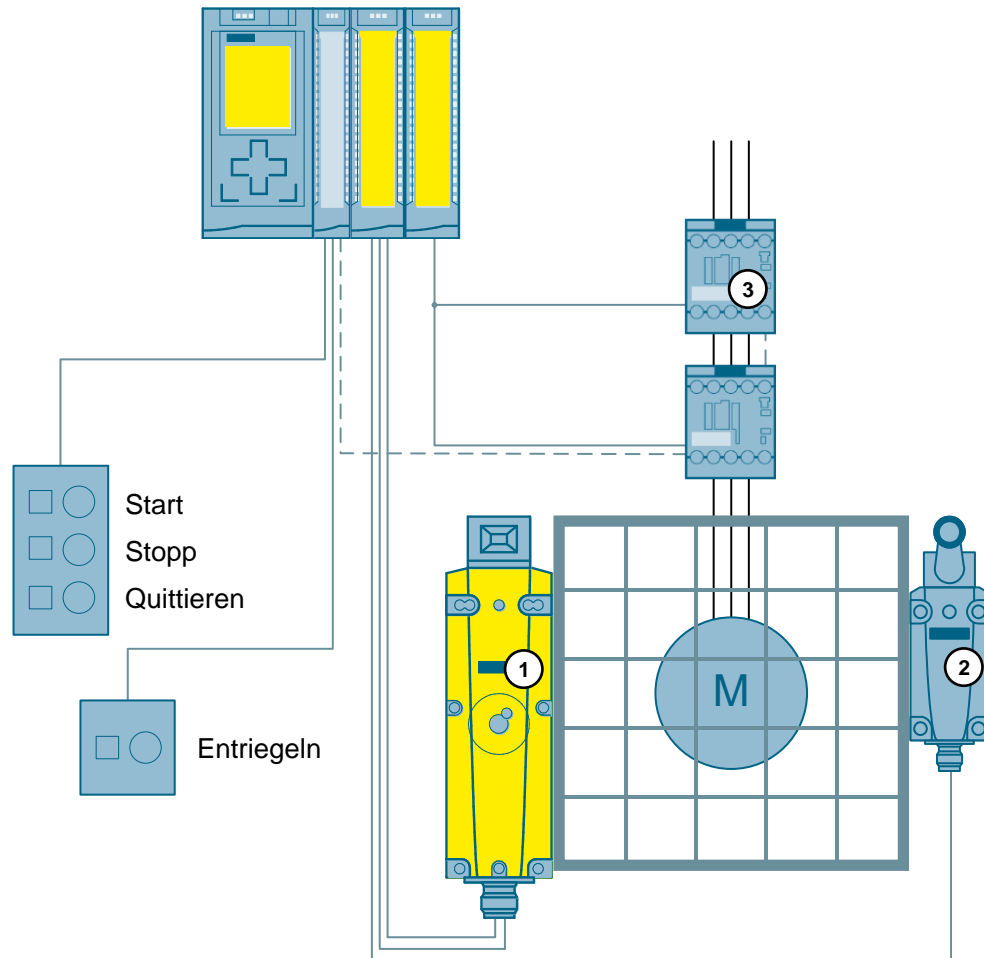
Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Anforderung
SF1	Wird die Schutztür geöffnet, wird die Maschine sicher abgeschaltet.	PL e bzw. SIL 3
SF2	Die Schutztür wird so lange zugehalten, bis die Maschine stillsteht.	PL d bzw. SIL 2

### Hinweis

Laut der Norm EN ISO 14119 "Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl" ist der geforderte SIL bzw. PL<sub>r</sub> der Zuhaltfunktion in der Regel niedriger, als der, der Überwachung der Stellung der Schutztür. Aufgrund der Risikobeurteilung wird die Zuhaltfunktion in diesem Beispiel bis SIL 2 bzw. PL d ausgelegt. Die Bewertung der Sicherheitsfunktion erfolgt in Kapitel [3.2](#).

Die folgende Abbildung zeigt schematisch die wichtigsten Komponenten der Lösung:

Abbildung 1-1



### Vorteile

- Geringer Verdrahtungsaufwand durch Verwendung von fehlersicherer S7-CPU. Dieser Vorteil kommt umso mehr zum Tragen, je mehr Sicherheitsfunktionen realisiert werden.
- Programmierung des Sicherheitsprogramms mit im TIA Portal integrierten Engineering-Tools.
- Nur eine fehlersichere S7-CPU notwendig, da Standard-Anwenderprogramm und Sicherheitsprogramm koexistent in der S7-CPU ablaufen.

### Vorausgesetzte Kenntnisse

Folgende Kenntnisse werden vorausgesetzt:

- Grundlagen der funktionalen Sicherheit
- Grundlegende Kenntnisse über STEP 7-Programmierung
- Grundlegende Kenntnisse über fehlersichere Automatisierungssysteme

## 1.2 Funktionsweise

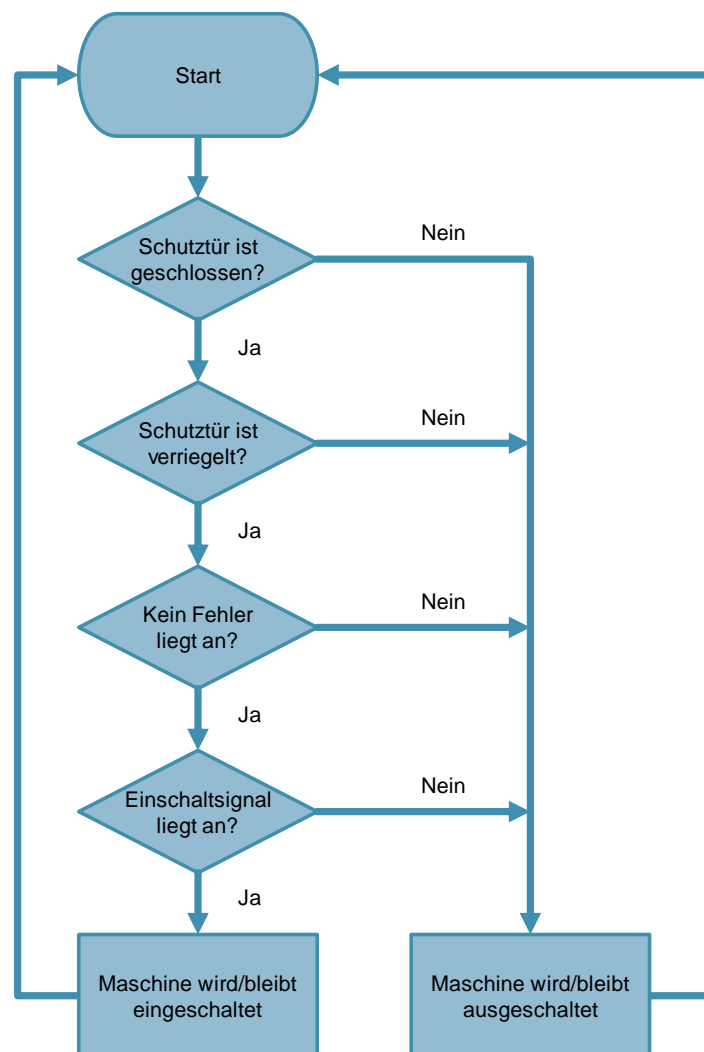
In diesem Anwendungsbeispiel werden zwei Sicherheitsfunktionen behandelt:

- Überwachung der Stellung der Schutztür
- Zuhaltfunktion der Schutztür

Diese beiden Sicherheitsfunktionen werden in dem Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking des Sicherheitsprogramms umgesetzt.

### Ablauf

Abbildung 1-2: Ablaufdiagramm

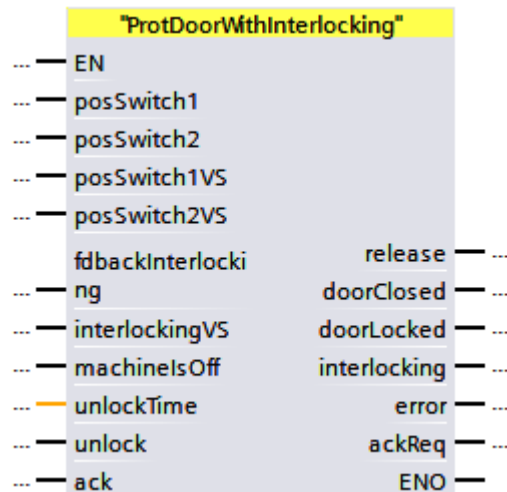


## 1.2.1 Parameter Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking

### Überblick

Der Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking realisiert das Überwachen der Stellung der Schutztür und das Entriegeln und Überwachen der Zuhaltung.

Abbildung 1-3: Aufruf Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking



### Eingangsparameter

Tabelle 1-2: Eingangsparameter Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking

Formalparameter	Datentyp	Bedeutung
posSwitch1	BOOL	Signal von Positionsschalter 1. "1" = Tür ist geschlossen.
posSwitch2	BOOL	Signal von Positionsschalter 2. "1" = Tür ist geschlossen.
posSwitch1VS	BOOL	Wertstatus des Kanals, an dem Positionsschalter 1 angeschlossen ist.
posSwitch2VS	BOOL	Wertstatus des Kanals, an dem Positionsschalter 2 angeschlossen ist.
fdbackInterlocking	BOOL	Zustandssignal der Zuhaltung. "1" = Schutztür ist verriegelt.
interlockingVS	BOOL	Wertstatus des Kanals, an dem der Magnet zum Entriegeln der Schutztür angeschlossen ist.
machinelsOff	BOOL	Zustandssignal der Aktorik. "1" = Maschine ist abgeschaltet. Mit der positiven Flanke beginnt die Entriegelungszeit #unlockTime abzulaufen.
unlockTime	TIME	Zeit, die die Maschine bis zum sicheren Stillstand nach dem Abschalten benötigt, bevor die Schutztür entriegelt werden darf.
unlock	BOOL	Befehl zum Entriegeln der Tür. Nur möglich, wenn die Maschine abgeschaltet ist. Bewirkt kein Abschalten der Maschine.
ack	BOOL	Befehl zur Quittierung erkannter Fehler und Wiedereingliederung passivierter Kanäle.

## Ausgangsparameter

Tabelle 1-3: Ausgangsparameter Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking

Formalparameter	Datentyp	Bedeutung
release	BOOL	Freigabesignal der Sicherheitsfunktion (Schutztür ist geschlossen und verriegelt).
doorClosed	BOOL	Schutztür ist geschlossen.
doorLocked	BOOL	Schutztür ist verriegelt.
interlocking	BOOL	Ausgangssignal zum Entriegeln der Schutztür.
error	BOOL	Ein Fehler liegt.
ackReq	BOOL	Quittierung durch den Bediener ist notwendig.

### 1.2.2 Überwachung der Stellung der Schutztür

#### Hardware

Die Überwachung der Stellung der Schutztür (SF1) erfolgt durch zwei Positionsschalter SIRIUS 3SE5 ([Abbildung 1-1](#), Positionen 1 & 2), um die geforderte Sicherheit zu erreichen. Fällt ein Positionsschalter aus, wird ein Öffnen der Schutztür weiterhin durch den zweiten Positionsschalter erkannt. Ein Ausfall eines Positionsschalters wird durch die Diskrepanzüberwachung in der Steuerung festgestellt und ein erneutes Einschalten bis zur Behebung des Fehlers verhindert.

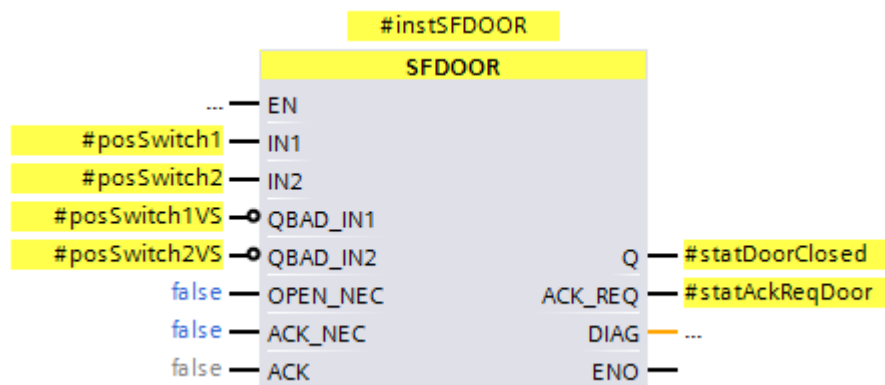
Es werden Positionsschalter mit unterschiedlicher Funktionsweise eingesetzt, um Ausfällen in Folge gemeinsamer Ursache entgegenzuwirken. Bei Positionsschalter 1 wird die Stellung der Schutztür durch einen getrennten Betätiger festgestellt, der beim Schließen der Schutztür in den Positionsschalter fährt. Positionsschalter 2 verfügt über einen Schwenkhebel, der bei geöffneter Schutztür betätigt ist. In beiden Positionsschaltern wird jeweils ein Öffnerkontakt auf das fehlersichere Eingabemodul gelegt und im Sicherheitsprogramm ausgewertet (siehe [Abbildung 2-1](#)). Querschlüsse zwischen den beiden Signalen der Positionsschalter werden durch das fehlersichere Digitaleingabemodul erkannt.

#### Software

Der Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking verwendet hierfür die in STEP 7 Safety enthaltene Anweisung SFDOOR. Die beiden Eingänge IN1 und IN2 werden auf Diskrepanz überwacht, sodass ein Drahtbruch sofort und ein Versagen einer der beiden Positionsschalter (z. B. Abfall des Positionsschalters) spätestens beim nächsten Öffnen der Schutztür erkannt werden.



Abbildung 1-4: Aufruf Anweisung SFDOOR



In diesem Anwendungsbeispiel ist kein Quittieren nach Öffnen der Schutztür notwendig, da die Schutztür nur im abgeschalteten Zustand der Maschine geöffnet werden kann.

### 1.2.3 Zuhaltfunktion der Schutztür

#### Funktionsweise Positionsschalter mit Zuhaltung SIRIUS 3SE5

Bei dem Positionsschalter mit der Position 1 (siehe [Abbildung 1-1](#)) handelt es sich um einen Positionsschalter mit Zuhaltung. Neben der Überwachung der Stellung der Schutztür kann damit die Tür während des Betriebs zugehalten und somit der Eintritt in den Gefahrenbereich verhindert werden (SF2).

Ein an der Schutztür angebrachter Betätiger fährt in den formschlüssig montierten Positionsschalter mit Zuhaltung. Der hier eingesetzte Positionsschalter mit Zuhaltung SIRIUS 3SE5 verwendet eine Federkraftverriegelung und arbeitet nach dem Ruhestromprinzip. Das bedeutet, dass im spannungsfreien Zustand die Tür zugehalten wird und durch Anlegen einer Spannung die Tür entriegelt wird.

Ist die Tür geschlossen und es liegt keine Spannung an, fährt ein Sperrmittel in den getrennten Betätiger und verhindert somit ein Öffnen der Tür. Beim Anlegen einer Spannung wird das Sperrmittel durch einen Magneten aus dem getrennten Betätiger gezogen und dadurch die Zuhaltung entriegelt.

Abbildung 1-5: Positionsschalter SIRIUS 3SE5



Die Positionsschalter SIRIUS 3SE5 sind mit einer mechanischen Fehlschließsicherung ausgestattet. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die Tür nicht verriegeln lässt, solange diese nicht geschlossen ist.

### Ansteuerung/Überwachung des Sperrmittels

Beim Verriegeln bzw. Entriegeln der Zuhaltung wird das fehlersichere Ausgabemodul angesteuert. Über einen Öffnerkontakt im Positionsschalter wird die Stellung des Sperrmittels durch die Steuerung überwacht und mit dem Ansteuerbefehl verglichen. Der Öffnerkontakt ist geschlossen, wenn die Schutztür zugehalten wird.

### Software

Um die Maschine einschalten zu können, muss die Schutztür geschlossen und verriegelt sein. Das Entriegeln der Schutztür ist erst nach Ablauf einer parametrisierten Zeit nach dem Abschalten der Maschine möglich, um somit den Bediener auch vor nachlaufenden, gefährlichen Maschinenbewegungen zu schützen.

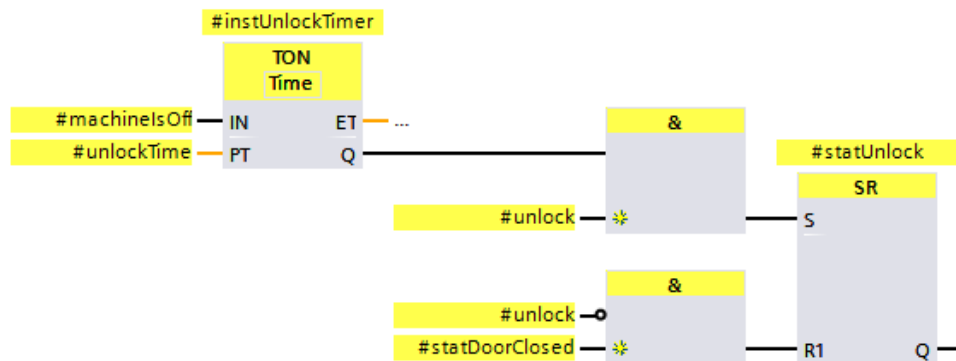
Unter folgenden Bedingungen wird die Tür entriegelt:

- Die Aktorik ist abgeschaltet ("1"-Signal an #machinelsOff).
- Die parametrisierte Zeit nach dem Abschalten der Aktorik ist abgelaufen.
- Der Befehl zum Entriegeln liegt an ("1"-Signal an #unlock).

Unter folgenden Bedingungen wird die Tür wieder verriegelt:

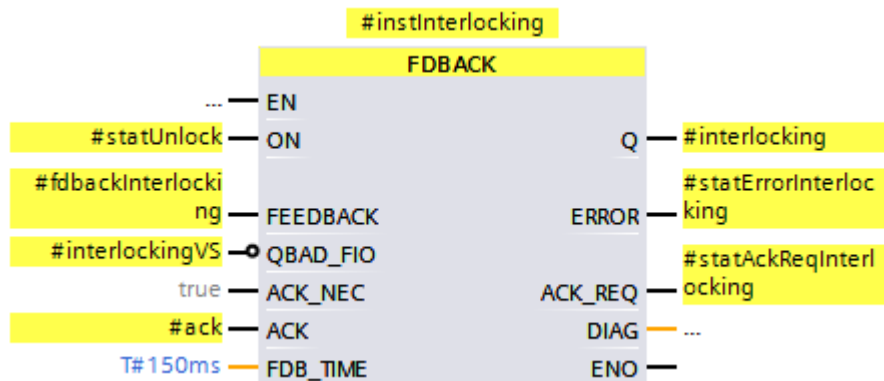
- Die Schutztür ist geschlossen ("1"-Signal an #statDoorClosed).
- Der Befehl zum Entriegeln liegt nicht an ("0"-Signal an #unlock).

Abbildung 1-6: Auswertung des Entriegelungssignals



Zur Entriegelung und Überwachung der Zuhaltung verwendet der Funktionsbaustein ProtDoorWithInterlocking die in STEP 7 Safety enthaltene Anweisung FDBACK verwendet. Liegt eine "1" am Eingang ON an, wird der Ausgang Q eingeschaltet. Innerhalb der parametrisierten Zeit FDB\_TIME muss das Signal am Eingang FEEDBACK invers zum Ausgangssignal Q schalten. Ansonsten wird Q abgeschaltet und ein Fehler am Ausgang ERROR angezeigt. Der Fehler muss über den Eingang ACK quittiert werden. Dass eine Quittierung erforderlich ist, wird über den Ausgang ACK\_REQ ausgegeben.

Abbildung 1-7: Aufruf Anweisung FDBACK



Über einen Kontakt im Positionsschalter (#fdbackInterlocking) wird überwacht, ob die Zuhaltung korrekt schaltet. Im Fehlerfall wird die Schutztür verriegelt und die Maschine sicher abgeschaltet.

#### Hinweis

Bei den Steuerungen S7-1200 und S7-1500 wird das kanalgranulare QBAD-Bit durch den Wertstatus ersetzt. Für den Wertstatus (engl. "Value status") gilt folgende Konvention:

FALSE: Es werden Ersatzwerte ausgegeben.

TRUE: Es werden Prozesswerte ausgegeben.

Der Wertstatus verhält sich invers zum QBAD-Bit und wird in das Prozessabbild der Eingänge (PAE) eingetragen.

Mehr Informationen zum Wertstatus finden Sie hier [\[5\]](#).

## 1.2.4 Ansteuerung und Überwachung der Aktorik

### Hardware

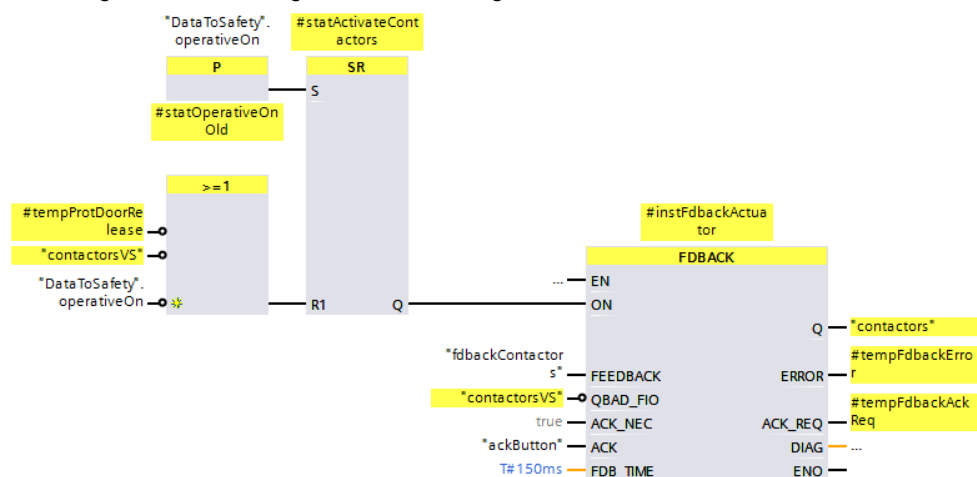
Um PL e nach ISO 13849-1 bzw. SIL 3 nach IEC 62061 zu erreichen, wird das Abschalten redundant durchgeführt. Hierbei werden zwei Schütze SIRIUS 3RT2 ([Abbildung 1-1](#), Position 3) eingesetzt und deren korrekte Funktion über die Hilfskontakte der Schütze durch die fehlersichere Steuerung überwacht.

Verschleißt eines der beiden Schütze, ist durch das zweite Schütz weiterhin sicheres Abschalten gewährleistet. Das Verschweißen eines Schützes wird beim nächsten Signalwechsel erkannt und ein erneutes Einschalten bis zur Behebung des Fehlers verhindert.

### Software

Hierfür wird die in STEP 7 Safety enthaltene Anweisung FDBACK im Funktionsbaustein MainSafety aufgerufen. Liegt eine "1" am Eingang ON an, wird der Ausgang Q eingeschaltet. Innerhalb der parametrisierten Zeit FDB\_TIME muss das Signal am Eingang FEEDBACK invers zum Ausgangssignal Q schalten. Ansonsten wird Q abgeschaltet und ein Fehler am Ausgang ERROR angezeigt. Der Fehler muss über den Eingang ACK quittiert werden. Dass eine Quittierung erforderlich ist, wird über den Ausgang ACK\_REQ ausgegeben.

Abbildung 1-8: Ansteuerung und Überwachung der Aktorik



Um die Maschine einzuschalten, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die Schutztür muss geschlossen und verriegelt sein (Freigabesignal von ProtDoorWithInterlocking).
- Es darf kein Fehler in der Rückführkreisüberwachung der Schütze oder dem fehlersicheren Digitalausgabemodul vorliegen.
- Das Signal zum Einschalten muss eine positive Flanke liefern.

## 1.3 Verwendete Komponenten

Dieses Anwendungsbeispiel wurde mit diesen Hard- und Softwarekomponenten erstellt:

Tabelle 1-4: Verwendete Komponenten

Komponente	Anz.	Artikelnummer	Hinweis
Stromversorgung	1	6EP1332-4BA00	PM 190 W
Fehlersichere S7-CPU	1	6ES7516-3FN01-0AB0	CPU 1516F-3 PN/DP
SIMATIC Memory Card	1	6ES7954-8LF01-0AA0	SMC 24MB
Digitales Eingabe-/Ausgabemodul	1	6ES7523-1BL00-0AA0	DI 16/DQ 16x24VDC
Fehlersicheres digitales Eingabemodul	1	6ES7526-2BF00-0AB0	
Fehlersicheres digitales Ausgabemodul	1	6ES7526-2BF00-0AB0	
Profilschiene S7-1500	1	6ES7590-1AE80-0AA0	Länge: 482 mm
Positionsschalter mit Zuhaltung	1	3SE5322-0SD21	Federkraftverriegelt mit Hilfsentriegelung
Getrennter Betätiger	1	3SE5000-0AV01	Standard-Betätiger
Positionsschalter	1	3SE5112-0KH01	Mit Schwenkhebel
Drucktaster	3	3SU1	2S, 1Ö
Knebelschalter	1		1S
Schütz	2	3RT2015-1BB42	S00, DC24V, 1Ö
SIMATIC STEP 7 Professional	1	6ES7822-1AA05-0YA5	V15.1
STEP 7 Safety Advanced	1	6ES7833-1FA15-0YA5	V15.1

Dieses Anwendungsbeispiel besteht aus den folgenden Komponenten:

Tabelle 1-5: Beispieldokumente und Projekte

Komponente	Hinweis
21063946_ProtDoor-Interlocking_DOC_V41_de.pdf	Dieses Dokument
21063946_ProtDoor-Interlocking_PROJ_V41.zip	Diese gepackte Datei enthält das TIA Portal-Projekt
21063946_ProtDoor-Interlocking_SET_V41.set	Bewertung der Sicherheitsfunktionen als SET-Projekt





## 2.2 Konfiguration

Das mitgelieferte TIA Portal-Projekt bedarf keiner weiteren Konfiguration. Sollten Sie das Anwendungsbeispiel mit anderen Komponenten nachbauen, werden in diesem Kapitel die wichtigsten Einstellungen gezeigt.

**ACHTUNG** Die nachfolgend gezeigten Einstellungen tragen mit dazu bei, die geforderte Sicherheit zu erfüllen. Änderungen an den Einstellungen können zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

### 2.2.1 Konfiguration der F-DI

#### Kurzschlussstest

Die Kurzschlussstests für die verwendeten Kanäle 0 und 8 sind aktiviert.

Abbildung 2-2: Kurzschlussstests für Geberversorgung 0 aktivieren

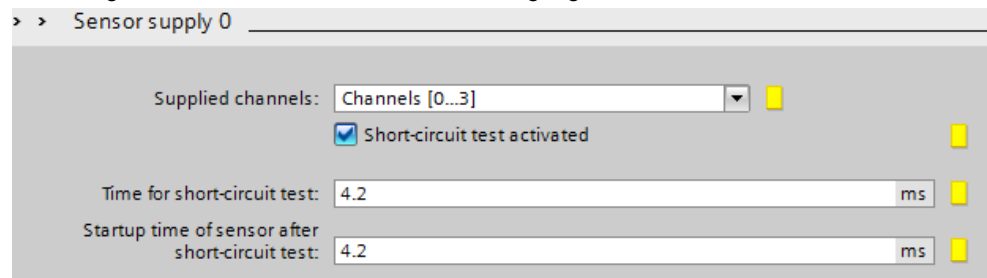
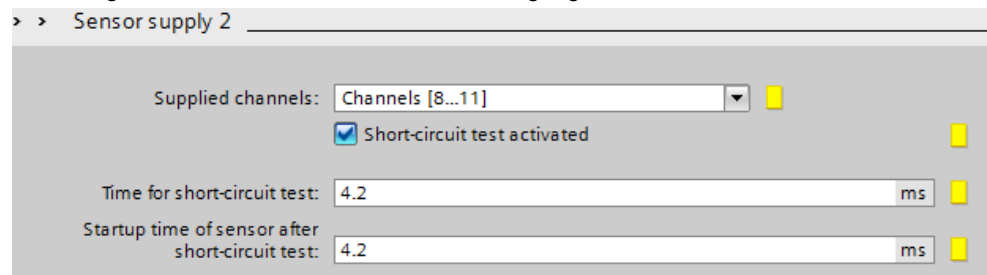


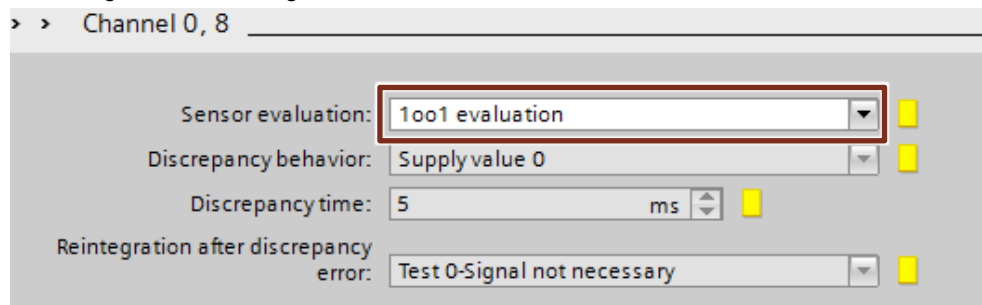
Abbildung 2-3: Kurzschlussstests für Geberversorgung 2 aktivieren



## Kanalparameter

Die Überwachung der Stellung der Schutztür erfolgt über das Kanalpaar 0, 8. Die Auswertung der Geber muss auf "1oo1 (1v1)-Auswertung" ("1oo1 evaluation") gestellt werden, da die Diskrepanzauswertung im Funktionsbaustein SFDOOR erfolgt.

Abbildung 2-4: Auswertung der Geber



Da die beiden Positionsschalter oft an unterschiedlichen Stellen der Schutztür angebracht sind (z. B. Scharnierschalter), lösen diese gegebenenfalls nicht gleichzeitig aus. Eine hohe Diskrepanzzeit ist daher notwendig.

Eine Auswertung von Diskrepanzen durch die Hardware (1oo2 (2v2)-Auswertung) ist daher nicht geeignet, da sie Diskrepanzen zulässt, solange diese nicht länger als die eingestellte Diskrepanzzeit andauern.

Bei der Diskrepanzüberwachung durch den Funktionsbaustein SFDOOR ist die Diskrepanzzeit unendlich, aber jede Diskrepanz wird als Fehler erkannt.

Die nachfolgende Tabelle erläutert die Unterschiede bei der Auswertung von Diskrepanzen:

Tabelle 2-1: Unterschiede bei der Diskrepanzauswertung

	Situation	Auswertung durch Hardware	Auswertung durch SFDOOR
1.	Beide Kanäle öffnen innerhalb der eingestellten Diskrepanzzeit.	Maschine schaltet ab, kein Fehler.	Maschine schaltet ab, kein Fehler.
2.	Kanal 1 öffnet, Kanal 2 folgt nach Ablauf der eingestellten Diskrepanzzeit.	Maschine schaltet ab, Fehler wird erkannt und muss quittiert werden.	Maschine schaltet ab, kein Fehler.
3.	Kanal 1 öffnet, Kanal 2 bleibt geschlossen, Kanal 1 schließt innerhalb der eingestellten Diskrepanzzeit.	Maschine schaltet ab, kein Fehler.	Maschine schaltet ab, Fehler wird erkannt und muss quittiert werden.

### Hinweis

Diskrepanzen sowohl durch die Hardware als auch durch den Funktionsbaustein auszuwerten ist nicht möglich, da bei aktivierter 1oo2 (2v2)-Auswertung der Zugriff auf die einzelnen Kanäle im Programm nicht zugelassen ist.

## 2.2.2 Konfiguration der F-DQ

### Kanalparameter

Die Drahtbruchererkennung für die Ansteuerung der Schütze kann aktiviert werden, für die Ansteuerung der Zuhaltung muss sie deaktiviert werden.

Abbildung 2-5: Kanalparameter Zuhaltung

The screenshot shows the 'Channel 1' configuration window. It is divided into three main sections: 'Diagnostics', 'Output parameters', and 'Monitoring parameters'. In the 'Diagnostics' section, the 'Wire break' checkbox is unchecked and highlighted with a red rectangle. In the 'Output parameters' section, the 'Channel activated' checkbox is checked, and the 'Channel failure acknowledge' dropdown is set to 'Manual'. In the 'Monitoring parameters' section, the 'Max. readback time dark test' is set to 1.0 ms, the 'Disable dark test for 48 hours' checkbox is unchecked, the 'Max. readback time switch on test' is set to 0.8 ms, and the 'Activated light test' checkbox is checked. Each parameter has a yellow square icon to its right.

Section	Parameter	Value / State
Diagnostics	Wire break	Unchecked
Output parameters	Channel activated	Checked
	Channel failure acknowledge	Manual
Monitoring parameters	Max. readback time dark test	1.0 ms
	Disable dark test for 48 hours	Unchecked
	Max. readback time switch on test	0.8 ms
	Activated light test	Checked

## 2.3 Inbetriebnahme

### 2.3.1 Vorbereitung

1. Laden Sie sich die Projektdatei "21063946\_ProtDoor-Interlocking\_PROJ\_V41.zip" runter. Den Downloadlink finden Sie unter [V2](#).
2. Speichern Sie die zip-Datei in einem beliebigen Verzeichnis auf Ihrem Computer und entpacken Sie diese.
3. Stellen Sie die IP-Adresse des PG/PCs ein, sodass sich das PG/PC im selben Subnetz wie die CPU befindet.
4. Verbinden Sie mit einem Ethernet-Kabel das/den PG/PC mit der Ethernet-Schnittstelle der CPU S7-1516F.

Für dieses Anwendungsbeispiel wurde folgende IP-Adresse verwendet:

#### **CPU S7-1516F**

IP-Adresse: 192.168.0.30

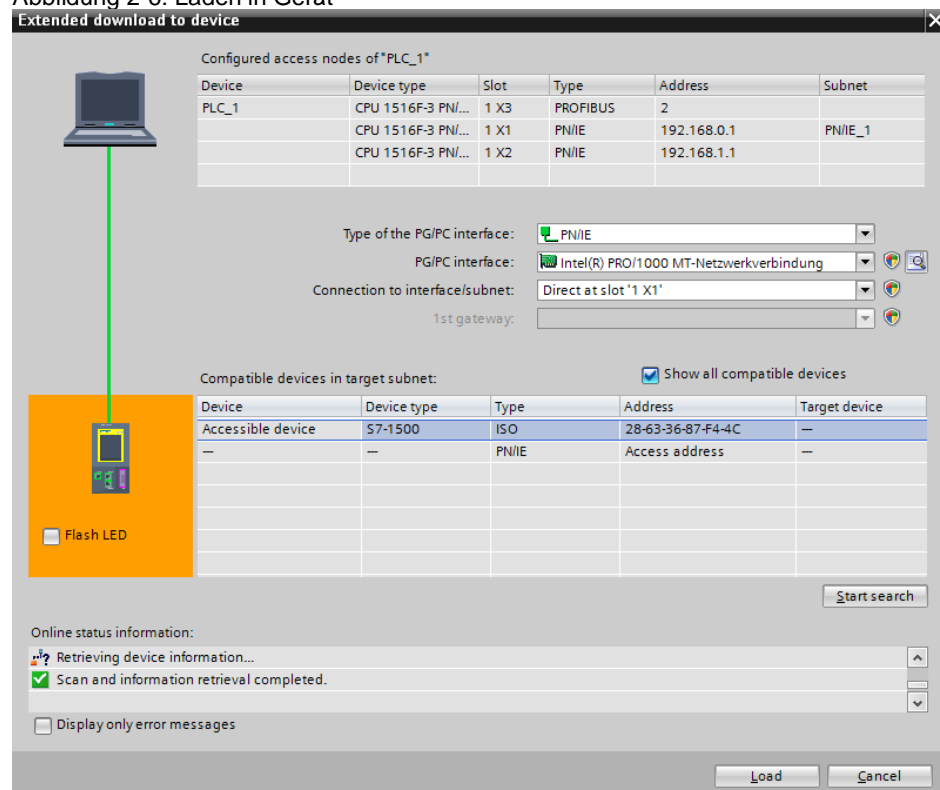
Subnetz-Maske: 255.255.255.0

### 2.3.2 S7-Projekt in die CPU S7-1516F laden

1. Öffnen Sie "TIA Portal".
2. Wechseln Sie in die Projektansicht.
3. Klicken Sie in der Menüleiste im TIA Portal auf "Projekt > Öffnen" ("Project > Open").
4. Klicken Sie "Durchsuchen" ("Browse") und öffnen Sie das entpackte Projekt.
5. Stellen Sie die CPU S7-1516F auf STOP.
6. Klicken Sie mit der rechten Maustaste im Projektbaum auf "PLC\_1 [CPU1516F-3 PN/DP]" und dann auf "Laden in Gerät > Hardware und Software (nur Änderungen)" ("Download to device > Hardware and Software (only changes)").
7. Wählen Sie die jeweilige Schnittstelle aus und klicken Sie auf "Suche starten" ("Start search").



Abbildung 2-6: Laden in Gerät



- Wählen Sie die CPU anhand der MAC-Adresse aus und klicken Sie anschließend auf "Laden" ("Load").

**Hinweis**

Die IP-Adresse und der Gerätenamen werden beim Laden des Projekts in die CPU automatisch zugewiesen.

- Bestätigen Sie den Dialog indem Sie auf "Laden" ("Load") klicken.
- Klicken Sie auf "Fertig" ("Finish"), wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist.

### 2.3.3 PROFIsafe-Adressen zuweisen

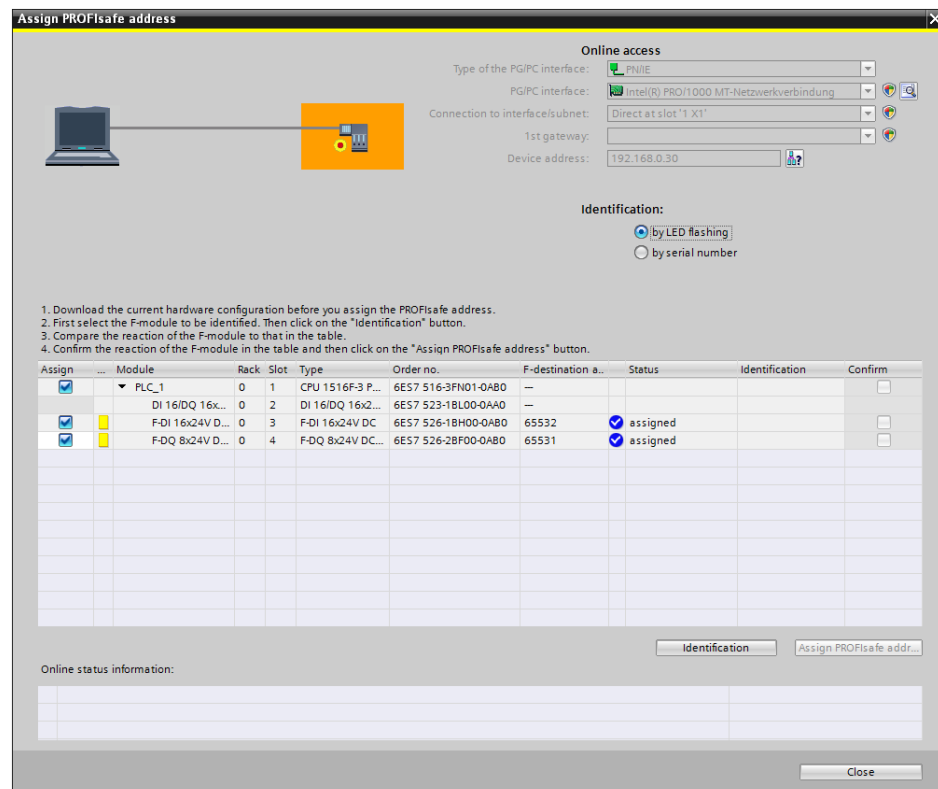
Um die sichere Kommunikation zwischen der F-CPU und den fehlersicheren Modulen zu realisieren, müssen den Modulen noch PROFIsafe-Adressen zugewiesen werden.

#### Hinweis

Da die PROFIsafe-Adresse in dem elektronischen Kodierelement gespeichert wird, sind die nachfolgenden Schritte nur dann notwendig, wenn dem Kodierelement zuvor noch keine oder eine andere PROFIsafe-Adressen zugewiesen wurde.

1. Öffnen Sie "Geräte & Netze" ("Devices & networks") aus dem Projektbaum.
2. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die F-CPU und wählen Sie die Aktion "PROFIsafe-Adresse zuweisen" ("Assign PROFIsafe address").
3. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen des ersten fehlersicheren Moduls und klicken Sie auf die Schaltfläche "Identifikation" ("Identification").
4. Wenn die LEDs der F-DI gleichzeitig im Sekundentakt grün blinken, aktivieren Sie das Kontrollkästchen "Bestätigen" ("Confirm").
5. Klicken Sie anschließend auf die Schaltfläche "PROFIsafe-Adresse zuweisen" ("Assign PROFIsafe address") und bestätigen Sie den Dialog mit "Ja".

Abbildung 2-7: PROFIsafe-Adressen zuweisen



6. Wiederholen Sie die Schritte für die weiteren fehlersicheren Module.
7. Schließen Sie das Fenster.

**Hinweis**

Alle roten LEDs der fehlersicheren Module sollten nach der Zuweisung der PROFIsafe-Adresse erlöschen. Ist dies nicht der Fall, liegt womöglich ein Fehler in der Verdrahtung vor.

8. Stellen Sie die CPU S7-1516F nun auf RUN.

## 2.4 Bedienung der Applikation

### Maschine starten

Tabelle 2-2: Maschine starten

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	Schließen Sie die Schutztür.	
2.	Betätigen Sie den Knebelschalter, um die Schutztür zu verriegeln.	Die Spannungsversorgung am Magneten wird getrennt und das Sperrmittel fährt in den Betätiger.
3.	Drücken Sie ggf. den Quittiertaster.	Nach dem Anlauf der Maschine ist ein Quittieren notwendig.
4.	Drücken Sie den Starttaster.	Die Maschine startet.

### Schutztür entriegeln und öffnen

Tabelle 2-3: Schutztür entriegeln und öffnen

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	Drücken Sie den Stopptaster	Die Maschine schaltet ab und läuft aus.
2.	Warten Sie die parametrisierte Verzögerungszeit zum Entriegeln der Schutztür ab.	
3.	Betätigen Sie den Knebelschalter, um die Schutztür zu entriegeln.	Der Magnet wird mit Spannung versorgt und fährt das Sperrmittel aus dem Betätiger.
4.	Öffnen Sie die Schutztür.	

### Diskrepanzfehler quittieren

Sollte der Funktionsbaustein zur Überwachung der Stellung der Schutztür einen Diskrepanzfehler zwischen den beiden Positionsschaltern erkennen (z. B. durch Prellen eines Kontakts oder bei Drahtbruch in einem Kanal), wird die Maschine sofort abgeschaltet und ein Wiederanlauf verhindert. Gehen Sie wie folgt vor, um nach Behebung des Fehlers diesen zu quittieren.

Tabelle 2-4: Diskrepanzfehler quittieren

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	Betätigen Sie den Knebelschalter, um die Schutztür zu entriegeln.	Der Magnet wird mit Spannung versorgt und fährt das Sperrmittel aus dem Betätiger.
2.	Öffnen Sie die Schutztür, sodass beide Positionsschalter betätigt werden.	Beide Kanäle melden "0".
3.	Schließen Sie die Schutztür.	Beide Kanäle melden "1", der Fehler wird quittiert.
4.	Betätigen Sie den Knebelschalter, um die Schutztür zu verriegeln.	Die Spannungsversorgung am Magneten wird getrennt und das Sperrmittel fährt in den Betätiger.
5.	Drücken Sie den Quittiertaster.	Dies ist nur notwendig, wenn der Diskrepanzfehler im verriegelten Zustand aufgetreten ist.
6.	Drücken Sie den Starttaster	Die Maschine startet.

### Andere Fehler der Sicherheitsfunktion quittieren

Tritt ein anderer Fehler in der Sicherheitsfunktion auf, wird die Maschine sofort abgeschaltet und ein Wiederanlauf verhindert. Gehen Sie wie folgt vor, um den Fehler zu quittieren.

Mögliche Fehler, die auf diese Weise quittiert werden, sind unter anderem:

- Querschuss zwischen den beiden Kanälen der Positionsschalter
- Fremdspannung auf den fehlersicheren Ausgängen
- Ziehen eines fehlersicheren Moduls
- Verschweißen eines Schützes

Tabelle 2-5: Andere Fehler der Sicherheitsfunktion quittieren

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	Überprüfen Sie die LEDs an den fehlersicheren Modulen. Leuchtet eine rote LED, wurde ein Fehler in der Hardware erkannt. Suchen Sie mittels der Online-Diagnose in TIA Portal nach dem Fehler.	
2.	Leuchten alle LEDs grün, wurde ein Fehler durch das Sicherheitsprogramm erkannt. Beobachten Sie die Variablen-tabelle, um den Fehler zu finden.	Die Variablen #fault und #ackReq der Anweisungen des Bausteins ProtDoorWithInterlocking können bei der Suche helfen.
3.	Beseitigen Sie den Fehler.	
4.	Schließen Sie die Schutztür.	
5.	Betätigen Sie den Knebelschalter, um die Schutztür zu verriegeln.	Die Spannungsversorgung am Magneten wird getrennt und das Sperrmittel fährt in den Betätiger.
6.	Drücken Sie den Quittiertaster.	Passivierte Kanäle der fehlersicheren Module werden wiedereingegliedert. Erkannte Fehler des Sicherheitsprogramms werden quittiert.
7.	Drücken Sie den Starttaster.	Die Maschine startet.

## **3 Wissenswertes**

### **3.1 Grundlagen**

#### **3.1.1 Grundbegriffe**

##### **Querschluss**

Die Querschlusserkennung ist eine Diagnosefunktion eines Auswertegerätes, wodurch Kurz- bzw. Querschlüsse zwischen zwei Eingangskanälen (Sensorkreisen) erkannt werden.

Ein Querschluss kann z. B. durch das Quetschen einer Mantelleitung entstehen. Ohne Querschlusserkennung würde dies zur Folge haben, dass z. B. eine zweikanalige Not-Halt-Schaltung auch bei nur einem fehlerhaften Öffnerkontakt (Zweitfehler) keine Abschaltung auslöst.

##### **Rückführkreis**

Ein Rückführkreis überwacht die angesteuerten Aktoren (z. B. Relais oder Schütze) mit zwangsgeführten Kontakten bzw. Spiegelkontakten. Die Ausgänge können nur bei geschlossenem Rückführkreis aktiviert werden. Bei Verwendung eines redundanten Abschaltpfades muss der Rückführkreis beider Aktoren ausgewertet werden. Diese dürfen dafür auch in Reihe geschaltet werden.

##### **Zwangsöffnung**

Zwangsöffnende Schalter sind derart aufgebaut, dass die Betätigung des Schalters zwangsläufig ein Öffnen der Kontakte bewirkt. Verschweißte Kontakte werden durch die Betätigung aufgebrochen (EN 60947-5-1).

##### **Zwangsgeführte Kontakte**

Bei einer Komponente mit zwangsgeführten Kontakten ist garantiert, dass die Öffner- und Schließkontakte niemals gleichzeitig geschlossen sind (EN 60947-5-1).

#### **3.1.2 Funktionale Sicherheit**

Die Sicherheit ist aus Sicht des zu schützenden Gutes unteilbar. Da die Ursachen von Gefährdungen und damit auch die technischen Maßnahmen zu ihrer Vermeidung aber sehr unterschiedlich sein können, unterscheidet man verschiedene Arten der Sicherheit, z. B. durch Angabe der jeweiligen Ursache möglicher Gefährdungen. So spricht man von "elektrischer Sicherheit", wenn der Schutz vor den Gefährdungen durch die Elektrizität zum Ausdruck gebracht werden soll, oder von "funktionaler Sicherheit", wenn die Sicherheit von der korrekten Funktion abhängt.

Um funktionale Sicherheit einer Maschine oder Anlage zu erreichen, müssen die sicherheitsrelevanten Teile der Schutzeinrichtungen und Steuereinrichtungen korrekt funktionieren und sich im Fehlerfall so verhalten, dass die Anlage in einem sicheren Zustand bleibt oder in einen sicheren Zustand gebracht wird.



Dazu ist die Verwendung besonders qualifizierter Technik erforderlich, die den Anforderungen betroffener Normen genügt. Die Anforderungen zur Erzielung funktionaler Sicherheit basieren auf den folgenden grundlegenden Zielen:

- Vermeidung systematischer Fehler
- Beherrschung systematischer Fehler
- Beherrschung zufälliger Fehler oder Ausfälle

Das Maß für die erreichte funktionale Sicherheit ist die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle, die Fehlertoleranz und die Qualität, durch welche die Freiheit von systematischen Fehlern gewährleistet werden soll. Es wird in den Normen durch unterschiedliche Begriffe ausgedrückt:

- In ISO 13849-1: "Performance Level" (PL)
- In IEC 62061: "Sicherheits-Integritätslevel" (SIL)

Mehr Informationen zu funktionaler Sicherheit finden Sie hier:

[www.siemens.de/safety-integrated](http://www.siemens.de/safety-integrated)

#### 3.1.3 Trennende Schutzeinrichtungen

Die am häufigsten eingesetzte Lösung im Bereich von Anlagen und Maschinen ist die Absicherung von Gefahrenbereichen mit mechanisch trennenden Schutzeinrichtungen oder Zugangsklappen. Hier gilt es das unbefugte Betreten von Anlagenbereichen zu überwachen und eine gefährbringende Maschinenfunktion zu verhindern, wenn die Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist. Leitsätze zur Gestaltung und Auswahl von Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen finden Sie in der EN ISO 14119.

Die Überwachung der Schutzeinrichtung kann sowohl mit mechanischen Positions- bzw. Sicherheitsschaltern als auch mit berührungslosen Sicherheitsschaltern auf magnetischer oder RFID-Basis erfolgen.

#### Wichtige Anforderungen an Positionsschalter

Die nachfolgende Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

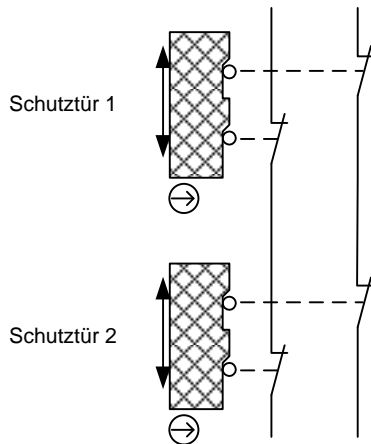
- Positionsschalter sind so anzuordnen, dass sie beim An- und Überfahren nicht beschädigt werden. Deshalb dürfen Positionsschalter nicht als mechanischer Anschlag verwendet werden.
- Als Sensoren sind ausschließlich Sensoren mit zwangsöffnenden Kontakten zu verwenden.
- Sensorleitungen sind geschützt zu verlegen.
- Es werden stets die Öffnerkontakte oder eine Kombination aus Öffner- und Schließerkontakten der Positionsschalter ausgewertet.
- Ein automatischer Wiederanlauf der Maschine nach dem Schließen der Schutztür ist nur dann zulässig, wenn ausgeschlossen werden kann, dass sich bei geschlossener Schutztür eine Person im Gefahrenbereich aufhält (z. B. bei Wartungsklappen oder Schutzhauben).
- Es wird empfohlen, Positionsschalter mit unterschiedlichen Funktionsweisen einzusetzen (z. B. mit getrenntem Betätigen und Schwenkhebel), um Ausfällen in Folge gemeinsamer Ursache entgegenzuwirken (CCF).

#### Reihenschaltung von Positionsschaltern

Positionsschalter dürfen bis PL d (nach ISO 13849-1) bzw. bis SIL 2 (nach IEC 62061) nur dann in Reihe geschaltet werden, wenn ausgeschlossen werden kann, dass mehrere Schutztüren regelmäßig gleichzeitig geöffnet werden (da sonst keine Fehler aufgedeckt werden können).

Eine Reihenschaltung in PL e (nach ISO 13849-1) bzw. SIL 3 (nach IEC 62061) ist nicht möglich.

Abbildung 3-1: Reihenschaltung von Positionsschaltern



#### Zuhaltung von Schutztüren

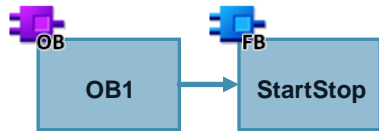
Häufig wird im Zusammenhang zur Schutztür-Überwachung auch eine Zuhaltung der Schutztür realisiert. Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung sichern Gefahrenbereiche vor ungewolltem Betreten. Das hat meistens zwei Gründe:

1. Um Menschen vor nachlaufenden, gefährlichen Maschinenbewegungen, hohen Temperaturen etc. zu schützen, indem der Gefahrenbereich, erst nachdem die gefährlichen Maschinenbewegungen gestoppt sind, zugänglich ist.
2. Aufgrund der Prozesssicherheit. Dieser Fall tritt ein, wenn nach dem Öffnen der Schutzeinrichtung keine Gefahr besteht, aber dadurch Schäden an der Maschine oder dem Werkstück entstehen können. Hier wird erst die Maschine in eine geordnete Halteposition gefahren, bevor der Zugang freigegeben wird.

## 3.2 Details Funktionsweise

### 3.2.1 Standard-Anwenderprogramm

Abbildung 3-2 Standard-Anwenderprogramm



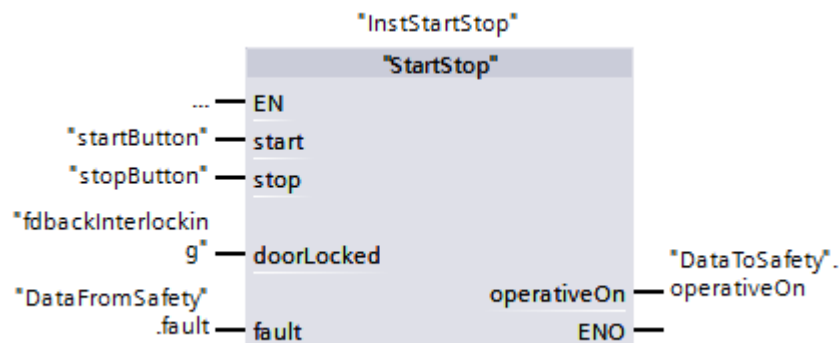
#### Operatives Ein- und Ausschalten der Maschine

Der Funktionsbaustein StartStop stellt das operative (nicht-sicherheitsgerichtete) Schalten der Maschine dar. Hier wird das Einschaltsignal erzeugt, das im Sicherheitsprogramm umgesetzt wird. Da die Maschine sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden muss, erfolgt das letztendliche Setzen und Rücksetzen der fehlersicheren Ausgänge im Sicherheitsprogramm.

Der Funktionsbaustein wertet aus:

- Starttaster
- Stopptaster
- Zustand der Zuhaltung
- Mögliche erkannte Fehler

Abbildung 3-3: Aufruf Funktionsbaustein StartStop



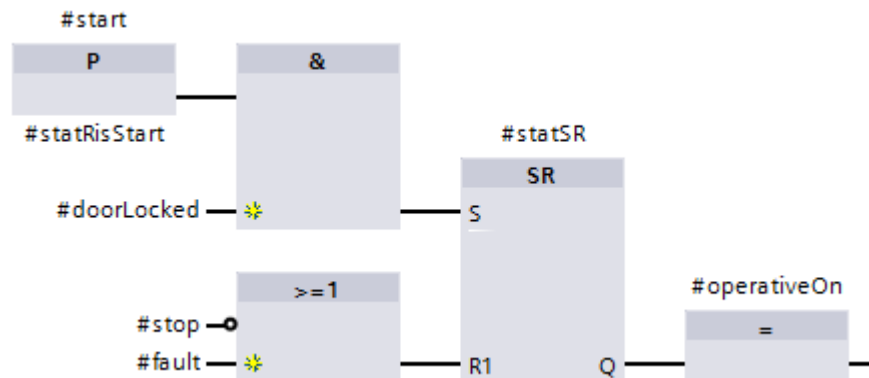
Um ein Einschaltsignal zu erzeugen, muss die Schutztür verriegelt sein und der Starttaster gedrückt werden. Wird der Stopptaster betätigt oder ein Fehler erkannt, wird das Einschaltsignal zurückgesetzt.

Durch das Auswerten des Zustands der Zuhaltung wird verhindert, dass ein Einschaltsignal erzeugt wird, obwohl die Tür nicht verriegelt ist und die Maschine dadurch beim Verriegeln der Tür ohne eine erneute Betätigung des Starttasters sofort starten würde.

Durch die Fehlschließsicherung des Positionsschalters lässt sich die Tür nicht verriegeln, solange diese nicht geschlossen ist. Aus diesem Grund wird die Stellung der Schutztür hier nicht explizit ausgewertet.

Die Überwachung der Zuhaltung erfolgt im Sicherheitsprogramm.

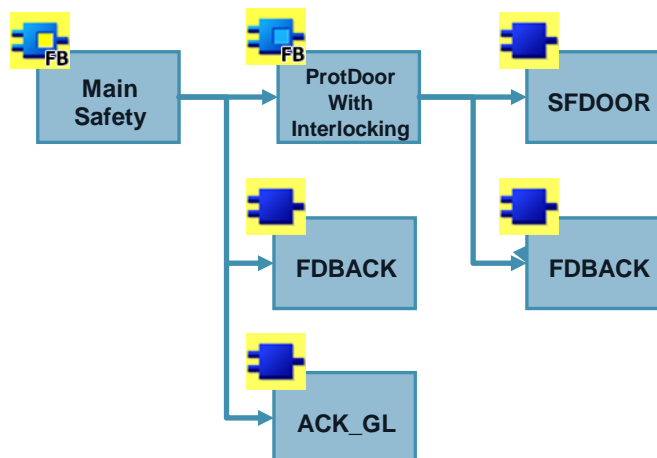
Abbildung 3-4: Funktionsbaustein StartStop



### 3.2.2 Sicherheitsprogramm

#### Überblick

Abbildung 3-5: Sicherheitsprogramm

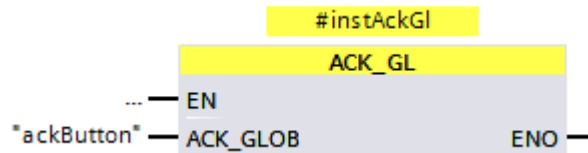


Der Funktionsbaustein MainSafety wird zyklisch durch eine F-Ablaufgruppe aufgerufen. Darin sind alle weiteren sicherheitsgerichteten Programmteile enthalten.

### Wiedereingliederung passivierter Kanäle

Hierfür wird die in STEP 7 Safety enthaltene Anweisung ACK\_GL verwendet. Sie erzeugt eine Quittierung zur gleichzeitigen Wiedereingliederung aller F-Peripherie/-Kanäle der F-Peripherie einer F-Ablaufgruppe nach Kommunikationsfehlern bzw. F-Peripherie-/Kanalfehlern.

Abbildung 3-6: Aufruf ACK\_GL



Beispiele für Ereignisse, die zur Passivierung führen:

- Drahtbruch an der F-DQ
- Fehlende Spannungsversorgung an der F-DI

#### Hinweis

Tritt ein Fehler in der Hardware auf (z. B. erkannter Drahtbruch), kann es abhängig vom Fehler ein paar Sekunden dauern, bis die Beseitigung des Fehlers durch das Modul erkannt wird. Erst danach hat die Quittierung eine Auswirkung.

### 3.2.3 Datenaustausch zwischen Standard-Anwenderprogramm und Sicherheitsprogramm

Um Daten zwischen dem Standard-Anwenderprogramm und dem Sicherheitsprogramm auszutauschen, werden zwei globale Datenbausteine verwendet:

- DataToSafety
- DataFromSafety

Der Datenbaustein DataToSafety wird vom Standard-Anwenderprogramm geschrieben und vom Sicherheitsprogramm gelesen. Der Datenbaustein DataFromSafety wird vom Sicherheitsprogramm geschrieben und vom Standard-Anwenderprogramm gelesen.

#### Hinweis

Mehr Informationen zum Datenaustausch zwischen dem Standard-Anwenderprogramm und dem Sicherheitsprogramm finden Sie im Handbuch "SIMATIC Safety - Projektieren und Programmieren":

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/54110126>



### 3.3 Bewertung der Sicherheitsfunktion

#### 3.3.1 Normen

Zur Bewertung der Sicherheitsfunktion wurden folgende Fassungen der Normen herangezogen:

Tabelle 3-1: Normen

Fassung	Nachfolgend genannt
EN ISO 13849-1:2015	ISO 13849-1
EN ISO 13849-2:2012	ISO 13849-2
EN 62061:2005 + A2:2015	IEC 62061
EN ISO 14119:2013	ISO 14119

#### 3.3.2 Sicherheitsfunktionen

In diesem Anwendungsbeispiel werden folgende Sicherheitsfunktionen realisiert.

Tabelle 3-2: Beschreibung der Sicherheitsfunktionen

Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Anforderung
SF1	Wird die Schutztür geöffnet, wird die Maschine sicher abgeschaltet.	PL e bzw. SIL 3
SF2	Die Schutztür wird so lange zugehalten, bis die Maschine stillsteht.	PL d bzw. SIL 2

Die Überwachung der Stellung der Schutztür (SF1) wird nach SIL 3 bzw. PL e ausgelegt. Laut der Norm EN ISO 14119 "Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl" ist in der Regel der geforderte PL<sub>r</sub> bzw. SIL der Zuhaltfunktion (SF2) niedriger, als der, der Überwachung der Stellung der Schutztür. Aus diesem Grund wird die Zuhaltfunktion in diesem Beispiel bis SIL 2 bzw. PL d ausgelegt.

Im Folgenden wird die Sicherheitsfunktion SF2 nach den Normen ISO 13849-1 und IEC 62061 bewertet.

Da die Sicherheitsfunktion SF1 in einem anderen Anwendungsbeispiel ausführlich behandelt wird, wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen. Dieses Anwendungsbeispiel finden Sie unter [V7](#).

Das mitgelieferte SET-Projekt enthält die Bewertung beider Sicherheitsfunktionen.

### 3.3.3 Bewertung nach ISO 13849-1

Nachfolgend wird eine Bewertung nach EN ISO 13849-1 mit dem Safety Evaluation Tool (SET) durchgeführt:

<http://siemens.de/safety-evaluation-tool>

#### Bewertung "Erfassen"

In diesem Anwendungsbeispiel wird der sichere Zustand zur Freigabe der Schutztür nicht durch Sensoren festgestellt, sondern kann zeitlich abgeschätzt werden, wenn das Nachlaufen der gefahrbringenden Bewegung stets dasselbe ist. Die Freigabe der Schutztür erfolgt daher über eine Zeitverzögerung nach dem Abschalten der Aktorik, die im Sicherheitsprogramm ausgewertet wird. Nach der Freigabe der Schutztür, kann diese durch den Bediener entsperrt werden.

Das Teilsystem "Erfassen" ist daher für dieses Anwendungsbeispiel nicht relevant.

#### Bewertung "Auswerten"

Im Teilsystem "Auswerten" sind die fehlersichere Steuerung und das F-DQ-Modul zum Ansteuern der Zuhaltung beteiligt. Die Stellung des Zuhaltmagneten wird über eine Standard-DI in die Steuerung zurückgelesen. Als reine Diagnosefunktion muss die Standard-DI in der Bewertung allerdings nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 3-3: Berechnung Teilsystem "Auswerten"

Komponente	PFH <sub>D</sub>	PL	Festlegung
CPU 1516F-3PN/DP inkl. PROFIsafe	$2,00 \cdot 10^{-9}$	PL e	SIEMENS AG
ET 200MP F-DQ	$2,00 \cdot 10^{-9}$	PL e	
<b>Gesamt</b>	<b><math>4,00 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b>PL e</b>	

#### Bewertung "Reagieren"

Für die SF2 stellt der Positionsschalter mit Zuhaltung SIRIUS 3SE5 das Teilsystem "Reagieren" dar. Die korrekte Funktion der Zuhaltung wird mittels eines Öffnerkontakts im Positionsschalter durch die Steuerung überwacht. Ein Fehler in der Ansteuerung der Zuhaltung wird durch die dynamische Rückführkreisüberwachung unmittelbar erkannt und führt zum Abschalten der Maschine.

Die Wahrscheinlichkeit, dass im selben Moment dieses Fehlers der Bediener versucht den Gefahrenbereich zu betreten, ist vernachlässigbar gering (siehe auch Kapitel 8.4 ISO 14119).

Die MTTF<sub>D</sub> des Positionsschalters beträgt 45.662,10 Jahre, was durch die ISO 13849-1 auf 100 Jahre begrenzt wird.

Die MTBF des Digitaleingabemoduls, auf das der Öffnerkontakt des Positionsschalters verschaltet ist, beträgt 90,98 Jahre. Wird konservativ jeder Fehler als gefährlich betrachtet, kann eine MTTF<sub>D</sub> von 90,98 Jahren angenommen werden. Die MTTF<sub>D</sub> des Testkanals ist damit größer als die Hälfte der MTTF<sub>D</sub> des Funktionskanals.

Die Architektur entspricht demnach einer Kategorie 2 nach ISO 13849-1.  
Der Bruch des Sperrmittels wird ausgeschlossen (siehe auch Kapitel 8.5 ISO 14119).

Die sicherheitsrelevanten Parameter der Komponente werden durch den Hersteller erbracht. Die resultierende Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls wie auch das SILCL ist abhängig von den tatsächlichen Betätigungszyklen und der Art der Installation der Komponente, die durch den Anwender vervollständigt werden müssen.

Tabelle 3-4: Parameter "Reagieren"

Parameter	Wert	Begründung	Festlegung
<b>B10</b> Schaltspiele	1.000.000	Herstellerangabe	SIEMENS AG
<b>Anteil gefährbringender Ausfälle</b>	0,20 (20%)	Herstellerangabe	
<b>T1</b> Gebrauchsdauer	175.000 h (20 Jahre)	Herstellerangabe	
<b>Architektur</b>	Kategorie 2	Einkanaliges System mit Testeinrichtung	Anwender
<b>Betätigungen/ Testintervall</b>	3/Tag	Annahme	
<b>CCF-Maßnahmen</b> (Punkte) Anfälligkeit gegenüber Ausfällen in Folge gemeinsamer Ursache	≥ 65	Ausreichende Maßnahmen gegen CCF nach ISO 13849-1 Tabelle F.1 müssen getroffen werden	
<b>DC</b> Diagnosedeckungsgrad	≥ 0,90 (90%)	Dynamische Überwachung der Zuhaltung unter Berücksichtigung des Fehlerausschlusses	

Tabelle 3-5: Ergebnis "Reagieren"

PFH <sub>d</sub>	Erreichter PL
$2,29 \cdot 10^{-7}$	PL d

### Ergebnis der Bewertung nach ISO 13849-1

Tabelle 3-6: Ergebnis der Bewertung nach ISO 13849-1

Teilsystem	PFH <sub>d</sub>	Erreichter PL
Auswerten	$4,00 \cdot 10^{-9}$	PL d
Reagieren	$2,29 \cdot 10^{-7}$	PL e
<b>Gesamt</b>	$2,33 \cdot 10^{-7}$	<b>PL d</b>
	<b>PL d</b>	

### 3.3.4 Bewertung nach IEC 62061

Nachfolgend wird eine Bewertung nach IEC 62061 mit dem Safety Evaluation Tool (SET) durchgeführt:

<http://siemens.de/safety-evaluation-tool>

#### Bewertung "Erfassen"

In diesem Anwendungsbeispiel wird der sichere Zustand zur Freigabe der Schutztür nicht durch Sensoren festgestellt, sondern kann zeitlich abgeschätzt werden, wenn das Nachlaufen der gefahrbringenden Bewegung stets dasselbe ist. Die Freigabe der Schutztür erfolgt daher über eine Zeitverzögerung nach dem Abschalten der Aktorik, die im Sicherheitsprogramm ausgewertet wird. Nach der Freigabe der Schutztür, kann diese durch den Bediener entsperrt werden.

Das Teilsystem "Erfassen" ist daher für diese Sicherheitsfunktion nicht relevant.

#### Bewertung "Auswerten"

Im Teilsystem "Auswerten" sind die fehlersichere Steuerung und das F-DQ-Modul zum Ansteuern der Zuhaltung beteiligt. Die Stellung des Sperrmittels wird über einen Standard-DI in die Steuerung zurückgelesen. Als reine Diagnosefunktion muss das Standard-DI-Modul in der Bewertung allerdings nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 3-7: Berechnung Teilsystem "Auswerten"

Komponente	PFH <sub>b</sub>	SILCL	Festlegung
CPU 1516F-3PN/DP inkl. PROFIsafe	$2,00 \cdot 10^{-9}$	SILCL 3	SIEMENS AG
ET 200MP F-DQ	$2,00 \cdot 10^{-9}$	SILCL 3	
<b>Gesamt</b>	<b><math>4,00 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b>SILCL 3</b>	

#### Bewertung "Reagieren"

Für die SF2 stellt der Positionsschalter mit Zuhaltung SIRIUS 3SE5 das Teilsystem "Reagieren" dar. Die korrekte Funktion der Zuhaltung wird mittels eines Öffnerkontakts im Positionsschalter durch die Steuerung überwacht. Es handelt sich dabei um eine Basis-Teilsystemarchitektur C nach IEC 62061: Nullfehlertoleranz mit Diagnosefunktion.

Bei einem 1-kanaligen Aufbau (Hardware-Fehlertoleranz = 0) und  $DC \geq 90\%$  kann ein SILCL 2 bzw. 3 nur mit zusätzlichen Maßnahmen erreicht werden. D.h. es muss ein definierter sicherer Zustand der Maschine nach einer Fehlererkennung durch eine entsprechende Fehlerreaktion eingeleitet werden. Ein Fehler in der Ansteuerung der Zuhaltung wird durch die dynamische Rückführkreisüberwachung unmittelbar erkannt und führt zum Abschalten der Maschine.

Die Wahrscheinlichkeit, dass im selben Moment dieses Fehlers der Bediener versucht den Gefahrenbereich zu betreten, ist vernachlässigbar gering (siehe auch Kapitel 8.4 ISO 14119).

Der Bruch des Sperrmittels wird ausgeschlossen (siehe auch Kapitel 8.5 ISO 14119).

Die sicherheitsrelevanten Parameter der Komponente werden durch den Hersteller erbracht. Die resultierende Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls wie auch das SILCL ist abhängig von den tatsächlichen Betätigungszyklen und der Art der Installation der Komponente, die durch den Anwender vervollständigt werden müssen.

Tabelle 3-8: Parameter "Reagieren"

Parameter	Wert	Begründung	Festlegung
<b>B10</b> Schaltspiele	1.000.000	Herstellerangabe	SIEMENS AG
<b>Anteil gefahrbringender Ausfälle</b>	0,20 (20%)	Herstellerangabe	
<b>T1</b> Gebrauchsdauer	175.000 h (20 Jahre)	Herstellerangabe	
<b>Teilsystem- architektur</b>	C	Nullfehlertoleranz mit Diagnosefunktion	Anwender
<b>Betätigungen/ Testintervall</b>	3/Tag	Annahme	
<b>Strukturelle Einschränkung</b>	Ja	Aufgrund des Fehlerausschlusses gelten Strukturelle Einschränkungen	
<b>DC</b> Diagnosedeckungs- grad	≥ 0,90 (90%)	Dynamische Überwachung der Zuhaltung unter Berücksichtigung des Fehlerausschlusses	

Tabelle 3-9: Ergebnis "Reagieren"

PFH <sub>D</sub>	Erreichter SILCL
$2,50 \cdot 10^{-10}$	SILCL 2

### Ergebnis der Bewertung nach IEC 62061

Tabelle 3-10: Ergebnis der Bewertung nach IEC 62061

Teilsystem	PFH <sub>D</sub>	Erreichter SIL
Auswerten	$4,00 \cdot 10^{-9}$	SILCL 3
Reagieren	$2,50 \cdot 10^{-10}$	SILCL 2
<b>Gesamt</b>	<b><math>4,25 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b>SILCL 2</b>
	<b>SIL 2</b>	

## 4 Anhang

### 4.1 Service und Support

#### Industry Online Support

Sie haben Fragen oder brauchen Unterstützung?

Über den Industry Online Support greifen Sie rund um die Uhr auf das gesamte Service und Support Know-how sowie auf unsere Dienstleistungen zu.

Der Industry Online Support ist die zentrale Adresse für Informationen zu unseren Produkten, Lösungen und Services.

Produktinformationen, Handbücher, Downloads, FAQs und Anwendungsbeispiele – alle Informationen sind mit wenigen Mausklicks erreichbar:

<https://support.industry.siemens.com>

#### Technical Support

Der Technical Support von Siemens Industry unterstützt Sie schnell und kompetent bei allen technischen Anfragen mit einer Vielzahl maßgeschneiderter Angebote – von der Basisunterstützung bis hin zu individuellen Supportverträgen.

Anfragen an den Technical Support stellen Sie per Web-Formular:

[www.siemens.de/industry/supportrequest](http://www.siemens.de/industry/supportrequest)

#### Serviceangebot

Unser Serviceangebot umfasst u. a. folgende Services:

- Produkttrainings
- Plant Data Services
- Ersatzteilservices
- Reparaturservices
- Vor-Ort und Instandhaltungsservices
- Retrofit- und Modernisierungsservices
- Serviceprogramme und Verträge

Ausführliche Informationen zu unserem Serviceangebot finden Sie im Servicekatalog:

<https://support.industry.siemens.com/cs/sc>

#### Industry Online Support App

Mit der App "Siemens Industry Online Support" erhalten Sie auch unterwegs die optimale Unterstützung. Die App ist für Apple iOS, Android und Windows Phone verfügbar.

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/sc/2067>

## 4.2 Links und Literatur

Tabelle 4-1: Links und Literatur

	Thema
\1\	Siemens Industry Online Support <a href="http://support.industry.siemens.com">http://support.industry.siemens.com</a>
\2\	Downloadseite des Beitrages <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/21063946">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/21063946</a>
\3\	Funktionale Sicherheit bei Siemens <a href="http://www.siemens.de/safety-integrated">www.siemens.de/safety-integrated</a>
\4\	Safety Evaluation Tool (SET) <a href="http://siemens.com/safety-evaluation-tool">http://siemens.com/safety-evaluation-tool</a>
\5\	SIMATIC Safety - Projektieren und Programmieren <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/54110126">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/54110126</a>
\6\	SIRIUS Positionsschalter Produktwebseite <a href="https://www.siemens.de/sirius-erfassen">https://www.siemens.de/sirius-erfassen</a>
\7\	Überwachung der Stellung einer Schutztür bis SIL 3 / PL e <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/21331363">https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/21331363</a>

## 4.3 Änderungsdokumentation

Tabelle 4-2: Änderungsdokumentation

Version	Datum	Änderung
V1.0	02/2005	Erste Ausgabe
V2.0	11/2007	Aktualisierung der Inhalte bezüglich: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware und Software</li> <li>• Leistungsdaten</li> <li>• Screenshots</li> </ul> Bewertung der Anwendung nach den neuen Normen IEC 62061 und ISO 13849-1
V3.0	11/2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migration nach TIA Portal V13 SP1</li> <li>• Austausch der Komponenten durch S7-1500 und ET 200SP</li> <li>• Bewertung der Zuhaltfunktion nach ISO 13849-1 und IEC 62061</li> </ul>
V4.0	06/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochrüsten auf TIA Portal V14</li> <li>• Austausch der dezentralen Peripherie durch zentrale Module</li> </ul>
V4.1	07/2019	Update TIA Portal V15.1