SIEMENS

Industrielle Schalttechnik

SIRIUS Safety Integrated

Applikationshandbuch

Ausgabe 10/2014

Answers for industry.

SIEMENS

Industrielle Schalttechnik

SIRIUS Safety Integrated Application Manual

Applikationshandbuch

10/2014

A5E03752040010A/RS-AC/003

Rechtliche Hinweise

Warnhinweiskonzept

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.

⚠GEFAHR
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

⚠WARNUNG
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

⚠VORSICHT
bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

ACHTUNG
bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zu dieser Dokumentation zugehörige Produkt/System darf nur von für die jeweilige Aufgabenstellung **qualifiziertem Personal** gehandhabt werden unter Beachtung der für die jeweilige Aufgabenstellung zugehörigen Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise. Qualifiziertes Personal ist auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt, im Umgang mit diesen Produkten/Systemen Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Siemens-Produkten

Beachten Sie Folgendes:

⚠WARNUNG
Siemens-Produkte dürfen nur für die im Katalog und in der zugehörigen technischen Dokumentation vorgesehenen Einsatzfälle verwendet werden. Falls Fremdprodukte und -komponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Siemens empfohlen bzw. zugelassen sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Produkte setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung voraus. Die zulässigen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden. Hinweise in den zugehörigen Dokumentationen müssen beachtet werden.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Siemens AG
Division Digital Factory
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
DEUTSCHLAND

3ZX1012-0SK11-1AB1
℗ 10/2014 Änderungen vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 1

Zweck der Dokumentation

Diese Dokumentation gibt Ihnen einen Einblick in die grundlegenden Sicherheitsanforderungen in der Fertigungsindustrie. Die Dokumentation zeigt Ihnen an Hand der SIRIUS Safety Integrated Produkte einfache Schaltungsbeispiele zu Sicherheitsfunktionen aus den Applikationsbereichen:

- Stillsetzen im Notfall
- Schutztürüberwachung
- Drehzahl-/Stillstandsüberwachung
- Überwachung offener Gefahrenbereiche
- Sicheres Bedienen
- Typische Kombinationen von Sicherheitsfunktionen

Im Anschluss an die einfachen Schaltungsbeispiele finden Sie detaillierte Hintergrundinformationen zu Vorschriften und Normen sowie die Spezifikation und das Design von sicherheitsrelevanten Teilen von Steuerungen.

Zielgruppe

Diese Dokumentation enthält Information für folgende Zielgruppen:

- Entscheider
- Technologen
- Projekteure

Erforderliche Kenntnisse

Zum Verständnis dieser Dokumentation sind allgemeine Grundkenntnisse auf folgenden Gebieten erforderlich:

- Niederspannungs-Schalttechnik
- Digitale Schaltungstechnik
- Automatisierungstechnik

Gewährleistung und Haftung

Hinweis

Die Applikationsbeispiele sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten. Die Applikationsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern sollen lediglich Hilfestellung bieten bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte selbst verantwortlich. Diese Applikationsbeispiele entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen an diesen Applikationsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in diesem Applikationsbeispiel und anderen Siemens Publikationen, wie z. B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Applikationsbeispiel beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen.

Der Ausschluss gilt nicht im Falle einer vorsätzlichen oder fahrlässigen Verletzung von Leben, Körper oder Gesundheit oder bei sonstigen Schäden, sofern sie auf vorsätzlichem oder grob fahrlässigem Fehlverhalten beruhen.

Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Applikationsbeispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens Industry Sector zugestanden.

Historie

Folgende Ausgaben dieser Dokumentation wurden bisher veröffentlicht. Die Änderungen gelten gegenüber dem vorherigen Ausgabestand:

Ausgabe	Bemerkung / Änderung
09/2013	Erstausgabe
10/2013	Kleine redaktionelle Verbesserungen, defekte Weblinks repariert
03/2014	Einbindung zusätzlicher Applikationsbeispiele, inhaltliche Erweiterungen und Korrekturen
09/2014	Inhaltliche Ergänzungen und Korrekturen

Sicherheitstechnik Allgemein 2

2.1 Grundbegriffe

Redundanz

Bei Redundanz werden mehrere Bauteile für die gleiche Funktion eingesetzt, sodass eine fehlerhafte Funktion eines Bauteils durch das andere Bauteil bzw. durch die anderen Bauteile ersetzt wird. Durch den redundanten Aufbau lässt sich die Wahrscheinlichkeit eines Funktionsausfalls aufgrund von einzelnen defekten Bauteilen verringern. Diese Anforderung ist notwendig, um einen Safety Integrity Level SILCL 3 nach IEC 62061, SIL 3 nach IEC 61508 und PL e nach ISO 13849-1 zu erreichen (unter Umständen auch für SIL 2 / PL d notwendig).

Die einfachste Form für die Redundanz ist die Zweikanaligkeit. Durch den zweikanaligen Aufbau wird sichergestellt, dass bei Versagen eines Kreises, die Sicherheitsfunktion weiterhin gewährleistet ist. In einem redundanten Systemaufbau müssen auch die Teilsysteme Erfassen und Reagieren zweikanalig ausgeführt werden.

Hinweis

Alle SIRIUS-Safety-Geräte, die SILCL 3 nach IEC 62061, SIL 3 nach IEC 61508 und PL e nach ISO 13849-1 erfüllen, sind sowohl bezüglich der internen Logik als auch bezüglich der Ausgangskreise redundant aufgebaut.

Querschlusserkennung

Die Querschlusserkennung ist eine Diagnosefunktion eines Auswertegerätes, in dem bei zweikanaligen Erfassen oder Einlesen auch Kurz- und Querschlüsse zwischen den Eingangskanälen (Sensorkreisen) erkannt werden. Ein Querschluss kann beispielsweise durch das Quetschen einer Mantelleitung entstehen, was bei Geräten ohne Querschlusserkennung zur Folge haben kann, dass z. B. eine zweikanalige Not-Halt-Schaltung auch bei nur einem fehlerhaften Öffnerkontakt (Zweitfehler) keine Abschaltung auslöst.

Freigabekreis

Ein Freigabekreis stellt ein sicherheitsgerichtetes Ausgangssignal zur Verfügung. Freigabekreise wirken nach außen meist wie Schließer (funktional aber wird immer das sichere Öffnen betrachtet). Ein einzelner Freigabekreis, der intern im Sicherheitsschaltgerät redundant aufgebaut ist, kann für SIL 3 / PL e eingesetzt werden. Anmerkung: Freigabestrompfade können auch für Meldezwecke eingesetzt werden.

Rückführkreis

Ein Rückführkreis dient der Überwachung angesteuerter Aktoren (z. B. Relais oder Lastschütze) mit zwangsgeführten Kontakten bzw. Spiegelkontakten. Die Freigabekreise 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.

Automatischer Start

Bei einem automatischen Start wird das Gerät ohne manuelle Zustimmung, aber nach Prüfung des Eingangsabbildes und positivem Test des Auswertegeräts gestartet. Diese Funktion wird auch als dynamischer Betrieb bezeichnet und ist für Not-Halt-Einrichtungen unzulässig. Schutzeinrichtungen für nicht begehbare Gefahrenzonen (z. B. Positionsschalter, Lichtgitter, Schaltmatte) können mit dem automatischen Start arbeiten, wenn dadurch keine Gefahr entsteht.

Überwachter Start

Bei einem überwachten Start wird die Maschine durch Betätigung des Starttasters, nach Prüfung des Eingangsabbildes und nach positivem Test des Auswertegeräts gestartet. Der überwachte Start wertet den Signalwechsel des Starttasters aus. Somit kann die Bedienung des Starttasters nicht überlistet werden. Für PL e (ISO 13849-1) sowie SIL 3 (IEC 62061) muss bei Not-Halt der überwachte Start eingesetzt werden. Für andere Sicherheitssensoren/-funktionen hängt die Notwendigkeit des überwachten Startbefehls von der Risikobeurteilung ab.

Manueller Start

Bei einem manuellen Start wird das Gerät durch Betätigung des Starttasters, nach Prüfung des Eingangsabbildes und nach positivem Test des Sicherheitsschaltgeräts gestartet. Beim manuellen Start wird der Starttaster nicht auf korrekte Funktion überwacht, es genügt eine positive Flanke des Starttasters um zu starten.

Hinweis

Der manuelle Start ist für Not-Halt-Einrichtungen nicht zulässig.

Zweihandbedienung / Synchronität

Synchrone Sensorbetätigung ist eine spezielle Form der Gleichzeitigkeit von Sensoren. Hier ist es nicht nur erforderlich, dass Sensorkontakt 1 und 2 "in beliebigen zeitlichen Abstand" gemeinsam in den geschlossen Zustand versetzt werden, sondern hier müssen die Sensorkontakte innerhalb von 0,5 s geschlossen werden. Die Anforderung der Synchronität von Sensoren gibt es insbesondere bei Zweihandsteuerungen an Pressen. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass die Presse nur dann aktiv wird, wenn die Sensoren zeitgleich mit beiden Händen betätigt werden. Somit wird das Risiko für den Bediener, versehentlich in die Presse zu greifen, minimiert.

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 Schließerkontakte niemals gleichzeitig geschlossen sind (EN 60947-5-1).

Spiegelkontakte

Ein Spiegelkontakt ist ein Öffnerkontakt, der garantiert nicht gleichzeitig mit einem Hauptkontakt geschlossen sein kann (EN 60947-4-1).

2.2 Allgemeines

In diesem Kapitel finden Sie allgemeine und übergreifende Informationen zum Thema Sicherheitstechnik.

Details zu Vorschriften und Normen sowie zu Spezifikation und Design von sicherheitsrelevanten Teilen von Steuerungen befinden sich am Ende des Handbuchs.

2.2.1 Zielsetzung der Sicherheitstechnik

Zielsetzung der Sicherheitstechnik ist, die Gefährdung von Menschen und Umwelt durch konstruktive Maßnahmen und technische Einrichtungen so gering wie möglich zu halten, ohne dadurch die industrielle Produktion, den Einsatz von Maschinen oder die Herstellung von chemischen Produkten mehr als unbedingt notwendig einzuschränken. Durch international abgestimmte Regelwerke soll der Schutz von Mensch und Umwelt allen Ländern in gleichem Maße zuteilwerden und gleichzeitig sollen Wettbewerbsverzerrungen wegen unterschiedlicher Sicherheitsanforderungen im internationalen Handel vermieden werden.

2.2.2 Lokale Gesetze

Wichtig für Hersteller von Maschinen und Errichter von Anlagen ist, dass immer die Gesetze und Regeln des Ortes gelten, an dem die Maschine oder Anlage betrieben wird. Beispielsweise muss die Steuerung einer Maschine, die in USA betrieben werden soll, den dortigen Anforderungen genügen, auch wenn der Maschinenhersteller aus der EU stammt. Auch wenn die technischen Konzepte, mit denen Sicherheit erreicht wird, technischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen, ist es trotzdem wichtig zu beachten, ob gesetzliche Regelungen mit bestimmten Vorgaben oder Restriktionen bestehen.

2.2.3 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, ist es notwendig, dass 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 notwendig, die den in den betreffenden Normen beschriebenen Anforderungen 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 die die Freiheit von systematischen Fehlern gewährleistet werden soll. Es wird in den Normen durch unterschiedliche Begriffe ausgedrückt:

- In IEC 62061: "Safety Integrity Level" (SIL)
- In ISO 13849-1: "Performance Level" (PL)

2.2.4 Zielsetzung der Normen

Aus der Verantwortung, die Hersteller und Betreiber technischer Einrichtungen und Produkte für die Sicherheit haben, resultiert die Forderung, Anlagen, Maschinen und andere technische Einrichtungen so sicher zu machen, wie es nach dem Stand der Technik möglich ist. Dazu wird von den Wirtschaftspartnern der Stand der Technik bezüglich aller Aspekte, die für die Sicherheit von Bedeutung sind, in Normen beschrieben. Durch Einhaltung der jeweils relevanten Normen kann dann sichergestellt werden, dass der Stand der Technik erreicht ist und damit der Errichter einer Anlage oder Hersteller einer Maschine oder eines Gerätes seine Sorgfaltspflicht erfüllt hat.

Details zu Vorschriften und Normen befinden sich in Kapitel Vorschriften und Normen (Seite 123).

Hinweis

Kein Anspruch auf Vollständigkeit

Die in diesem Handbuch aufgeführten Normen, Richtlinien und Gesetze sind eine Auswahl, um wesentliche Ziele und Prinzipien zu vermitteln. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.2.5 Sicherheitsbezogene Funktionen

Die sicherheitsbezogenen Funktionen umfassen klassische und komplexere Funktionen.

Klassische Funktionen:

- Stillsetzen
- Handlungen im Notfall
- Verhindern unbeabsichtigten Anlaufs

Komplexere Funktionen:

- Zustandsabhängige Verriegelungen
- Geschwindigkeitsbegrenzung
- Positionsbegrenzung
- Kontrolliertes Stillsetzen
- Kontrolliertes Halten u. a.

2.2.6 Stillsetzen

Stillsetzen (Stopp-Kategorien der EN 60204-1)

Zum Stillsetzen einer Maschine sind in EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1) drei Stopp-Kategorien definiert, die den Steuerablauf für das Stillsetzen unabhängig von einer Notfallsituation beschreiben:

Stopp-Kategorie	Bedeutung
0	Ungesteuertes Stillsetzen durch sofortige Abschaltung der Energie zu den Maschinenantriebselementen
1	Gesteuertes Stillsetzen; Energiezufuhr wird erst dann unterbrochen, wenn Stillstand erreicht ist.
2	Gesteuertes Stillsetzen, bei dem die Energiezufuhr im Stillstand erhalten bleibt.

Hinweis

Durch das Abschalten wird nur die Zufuhr der Energie, die eine Bewegung verursachen kann, unterbrochen. Es wird nicht spannungsfrei geschaltet.

2.2.7 Handlung im Notfall

EN 60204-1 / 11.98 hat folgende mögliche Handlungen für Notfälle festgelegt und definiert (EN 60204-1 Anhang D). Die Begriffe in Klammern entsprechen der Ausführung im Schlussentwurf der Ausgabe 5.0 von IEC 60204-1.

Eine Handlung im Notfall schließt einzeln oder in Kombination ein:

- Stillsetzen im Notfall (Not-Halt)
- Ingangsetzen im Notfall (Not-Start)
- Ausschalten im Notfall (Not-Aus)
- Einschalten im Notfall (Not-Ein)

Diese Funktionen werden nach EN 60204-1 und nach ISO 13850 ausschließlich durch eine bewusste menschliche Handlung ausgelöst. Im Folgenden wird nur auf das "Ausschalten im Notfall" und auf das "Stillsetzen im Notfall" weiter eingegangen. Letzteres entspricht voll dem gleichnamigen Begriff in der EU-Maschinenrichtlinie (engl. Emergency Stop). Der Einfachheit halber werden im Folgenden die alternativen Begriffe Not-Aus und Not-Halt verwendet.

2.2.8 Not-Aus

Eine Handlung im Notfall, die dazu bestimmt ist, die Versorgung mit elektrischer Energie zu einer ganzen oder zu einem Teil einer Installation abzuschalten, falls ein Risiko für elektrischen Schlag oder ein anderes Risiko elektrischen Ursprungs besteht (aus EN 60204-1 Anhang D).

Funktionale Aspekte zum Ausschalten im Notfall sind in IEC 60364-4-46 (identisch mit HD 384-4-46 und VDE 0100 Teil 460) festgelegt. Ein Ausschalten im Notfall ist vorzusehen, wo

- Schutz gegen direktes Berühren (z. B. mit Schleifleitungen, Schleifringkörpern, Schaltgeräten in elektrischen Betriebsräumen) nur durch Abstand oder Hindernisse erreicht wird;
- Es die Möglichkeit anderer Gefährdungen oder Beschädigungen durch elektrische Energie gibt.

Weiterhin heißt es in 9.2.5.4.3 von EN 60204-1: Ein Ausschalten im Notfall wird durch Abschalten der Maschine von der Versorgung erreicht, mit der Folge eines Stopps der Kategorie 0.

Wenn für eine Maschine der Stopp der Kategorie 0 nicht zulässig ist, kann es notwendig sein, einen anderen Schutz z. B. gegen direktes Berühren vorzusehen, sodass ein Ausschalten im Notfall nicht notwendig ist.

Dies bedeutet, dass Not-Aus dort einzusetzen ist, wo die Risikoanalyse eine Gefährdung durch die elektrische Spannung / Energie ergibt und deshalb ein unverzügliches und umfassendes Abschalten der elektrischen Spannung erfordert.

2.2.9 Not-Halt

Eine Handlung im Notfall, die dazu bestimmt ist, einen Prozess oder eine Bewegung anzuhalten, der (die) Gefahr bringend wurde (aus EN 60204-1 Anhang D). Weiterhin heißt es in 9.2.5.4.2 von EN 60204-1:

Zusätzlich zu den Anforderungen für Stopp (siehe 9.2.5.3 von EN 60204-1) gelten für das Stillsetzen im Notfall folgende Anforderungen:

- Es muss gegenüber allen anderen Funktionen und Betätigungen in allen Betriebsarten Vorrang haben
- Die Energie zu den Maschinen-Antriebselementen, die einen Gefahr bringenden Zustand bzw. Gefahr bringende Zustände verursachen können, muss ohne Erzeugung anderer Gefährdungen so schnell wie möglich abgeschaltet werden (z. B. durch mechanische Anhaltevorrichtungen, die keine externe Versorgung erfordern, durch Gegenstrombremsen bei Stopp-Kategorie 1).
- Das Rücksetzen darf keinen Wiederanlauf einleiten.

Das Stillsetzen im Notfall muss entweder als ein Stopp der Kategorie 0 oder der Kategorie 1 wirken (siehe 9.2.2 von EN 60204-1). Die Kategorie für das Stillsetzen im Notfall muss anhand der Risikobeurteilung für die Maschine festgelegt werden.

Geräte für das Stillsetzen im Notfall müssen an jedem Bedienstand sowie an anderen Orten, wo die Einleitung eines Stillsetzens im Notfall erforderlich sein kann, vorhanden sein.

Um die Schutzziele der EN 60204-1 zu erfüllen, gelten folgende Anforderungen:

- Bei einem Schalten der Kontakte, auch bei einer nur kurzer Betätigung, muss das Befehlsgerät zwangsweise verrasten.
- Es darf nicht möglich sein, dass die Maschine von einem entfernten Hauptbedienstand wieder gestartet wird, ohne dass die Gefahr vorher beseitigt wurde. Die Not-Halt-Einrichtung muss "vor Ort" durch eine bewusste Handlung wieder entriegelt werden.

2.2.10 Sicherheitsfunktion

Eine Sicherheitsfunktion beschreibt die Reaktion einer Maschine / Anlage bei Eintritt eines bestimmten Ereignisses (z. B. Öffnen einer Schutztür). Die Ausführung der Sicherheitsfunktion(en) erfolgt durch ein sicherheitsgerichtetes Steuerungssystem. Dieses besteht in der Regel aus drei Teilsystemen: dem Erfassen, dem Auswerten und dem Reagieren.

Erfassen (Sensoren):

- Das Erkennen einer Sicherheitsanforderung, z. B.: Not-Halt oder ein Sensor zur Überwachung eines gefährlichen Bereichs (Lichtgitter, Laserscanner, etc.) wird betätigt.

Auswerten (Auswerteeinheit):

- Das Erkennen einer Sicherheitsanforderung und das sichere Einleiten der Reaktion, z. B. Abschalten der Freigabekreise.
- Die Überwachung von Sensorik und Aktorik auf korrekte Funktion.
- Das Einleiten einer Reaktion bei erkannten Fehlern.

Reagieren (Aktoren):

- Das Abschalten der Gefährdung gemäß dem Schaltbefehl der Auswerteeinheit.

2.2.11 Betriebsartenwahlschalter

Maschinen besitzen häufig mehrere Betriebsarten, die durch einen Betriebsartenwahlschalter umgeschaltet werden. Jede Maschine muss so ausgelegt werden, dass es sich in jeder Betriebsart um eine sichere Maschine handelt. Da der Betriebsartenwahlschalter nur zwischen diesen, durch Sicherheitsfunktionen geschützten, sicheren Betriebsarten wechselt, muss der Betriebsartenwahlschalter nicht sicher ausgelegt oder in die Berechnung dieser Sicherheitsfunktionen einbezogen werden.

Die Betriebsartenwahl darf selbst keinen Maschinenbetrieb auslösen, dieser muss durch eine separate Bedienung erfolgen.

Falls eine Betriebsart das Aufheben einer Sicherheitsfunktion erfordert (z. B. für das Einrichten oder Instandsetzen), muss diese laut EN 60204-1 Kapitel 9.2.4 durch eine andere Sicherheitsfunktion ersetzt werden.

In diesem Fall empfiehlt es sich, den Betriebsartenwahlschalter elektrisch ähnlich des höchsten Sicherheitslevels aller Betriebsarten aufzubauen. Aber auch hier erfolgt kein Einbezug in die Berechnung der Sicherheitsfunktionen.

Zusätzlich gibt es für bestimmte Maschinentypen besondere Anforderungen an die Betriebsartenumschaltung. Diese werden in den C-Normen für diese Maschinentypen erwähnt und müssen angewendet werden.

Siehe auch

Ausführlicher FAQ zum Thema Betriebsartenwahl (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/89260861)

2.2.12 Anschluss von Aktoren

Hinweis

Um die in den folgenden Beispielen genannten Performance Level / Safety Integrity Level zu erreichen, müssen die gezeigten Aktoren im Rückführkreis des entsprechenden Sicherheitsschaltgerätes überwacht werden.

Hinweis

Bei kapazitiven und induktiven Verbrauchern empfehlen wir eine geeignete Schutzbeschaltung. Dadurch können elektromagnetische Störungen unterdrückt und die Kontaktlebensdauer erhöht werden.

Aktorbeschaltung bis zu PL c nach ISO 13849-1 bzw. SILCL 1 nach IEC 62061

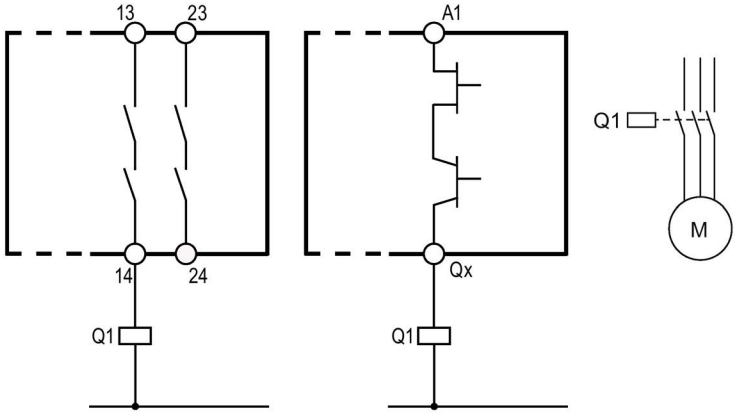


Bild 2-1 PL c nach ISO 13849-1 bzw. SILCL 1 nach IEC 62061

Aktorbeschaltung bei geschützter Verlegung bis zu PL e / Kat. 4 nach ISO 13849-1 bzw. SILCL 3 nach IEC 62061

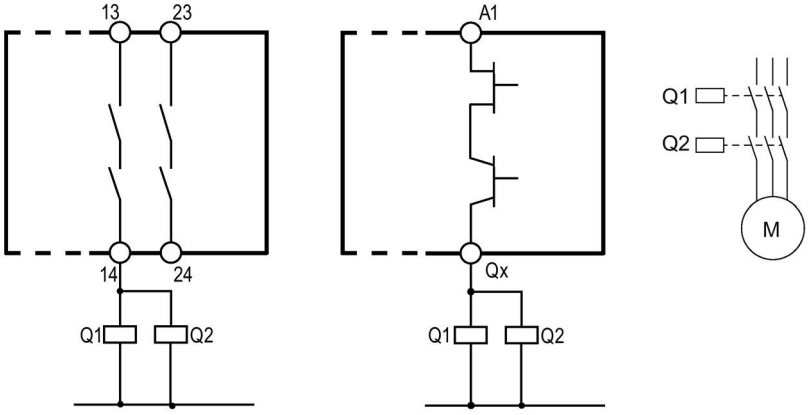


Bild 2-2 PL e nach ISO 13849-1 bzw. SILCL 3 nach IEC 62061

⚠ WARNUNG

PL e nach ISO 13849-1 bzw. SILCL 3 nach IEC 62061 kann nur mit querschluss-/P-Schlusssicherer Verlegung der Steuerleitungen vom Schaltgeräte Ausgang (z. B. 14) zu den Steuerrelais/-schützen (Q1 und Q2) erreicht werden (z. B. als separat ummantelte Leitung oder in einem eigenen Kabelkanal).

Es können Einschränkung bezüglich des erreichbaren Sicherheitslevels bei einzelnen Steuergeräten möglich sein, beachten Sie hier die Angaben im Handbuch des jeweiligen Gerätes.

Aktorbeschaltung bis zu PL e nach ISO 13849-1 bzw. SILCL 3 nach IEC 62061

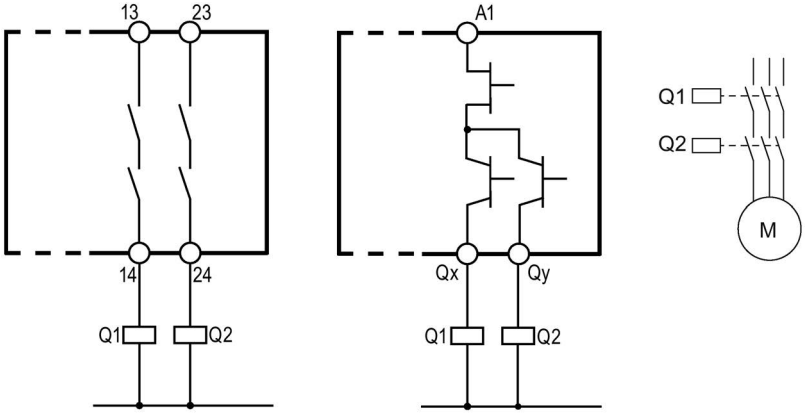


Bild 2-3 PL e nach ISO 13849-1 bzw. SILCL 3 nach IEC 62061

2.2.13 Reihenschaltung von Sensoren

Reihenschaltung von Not-Halt-Befehlsgeräten

Eine Reihenschaltung von Not-Halt-Befehlsgeräten ist bis zum höchsten Sicherheitslevel SILCL 3 nach IEC 62061, SIL 3 nach IEC 61508 und PL e nach ISO 13849-1 möglich, da angenommen wird, dass immer nur ein Not-Halt betätigt wird. Somit ist gewährleistet, dass Fehler / Defekte aufgedeckt werden können. Siehe Kapitel "Stillsetzen im Notfall" - Einleitung (Seite 26).

Reihenschaltung von Positionsschaltern

Grundsätzlich ist es möglich, Positionsschalter in Reihe zu verschalten, wenn ausgeschlossen werden kann, dass mehrere Schutztüren regelmäßig gleichzeitig geöffnet werden (da sonst keine Fehleraufdeckung erfolgen kann)

Für Sicherheitslevel gemäß SILCL 3 nach IEC 62061, SIL 3 nach IEC 61508 und PL e nach ISO 13849-1 dürfen sie jedoch nie in Reihe geschaltet werden, da immer jeder gefährliche Fehler aufgedeckt werden muss (unabhängig vom Bedienpersonal).

Siehe Kapitel "Schutztürüberwachung" - Einleitung (Seite 44).

Reihenschaltung eines Not-Halt-Befehlsgerätes und einer Schutztürüberwachung

Grundsätzlich ist es möglich, ein Not-Halt-Befehlsgerät und Positionsschalter in Reihe zu verschalten, wenn ausgeschlossen werden kann, dass beide regelmäßig gleichzeitig geöffnet/betätigt werden (da sonst keine Fehleraufdeckung erfolgen kann).
Für Sicherheitslevel gemäß SILCL 3 nach IEC 62061, SIL 3 nach IEC 61508 und PL e nach ISO 13849-1 dürfen sie jedoch nie in Reihe geschaltet werden, da immer jeder gefährliche Fehler aufgedeckt werden muss (unabhängig vom Bedienpersonal).

Siehe Kapitel "Typische Kombinationen von Sicherheitsfunktionen" - Einleitung (Seite 110).

Applikationsbeispiele 3

3.1 Einführung

Befinden sich Menschen in der Nähe von Maschinen (z. B. in der Fertigungstechnik), müssen diese durch technische Einrichtungen angemessen geschützt werden. Daraus resultiert eine Vielzahl an Sicherheitsfunktionen, die genau diesem Zweck dienen sollen. Die Umsetzung einiger der wesentlichsten Sicherheitsfunktionen wird in den nachfolgenden Kapiteln an Hand leicht verständlicher Applikationsbeispiele gezeigt. Die Beispiele sind aufgeteilt nach der Art der zur realisierenden Sicherheitsfunktion:

- Stillsetzen im Notfall
- Schutztürüberwachung
- Überwachung offener Gefahrenbereiche
- Drehzahl/Stillstandsüberwachung
- Sicheres Bedienen
- Typische Kombinationen von Sicherheitsfunktionen

Handhabung der Applikationsbeispiele

Die Handhabung der Applikationsbeispiele ist durch ihren einheitlichen Aufbau sehr einfach. Zu Beginn jedes Beispiels wird die Anwendung kurz beschrieben. Es folgt der Aufbau der Sicherheitsfunktion an Hand einfacher Übersichtsbilder.

Sensorsignale sowie die Ansteuerung der Aktorik sind durch blaue Linien angedeutet, während der Rückführkreis zur Überwachung der Aktorik durch eine gestrichelte Linie dargestellt wird.

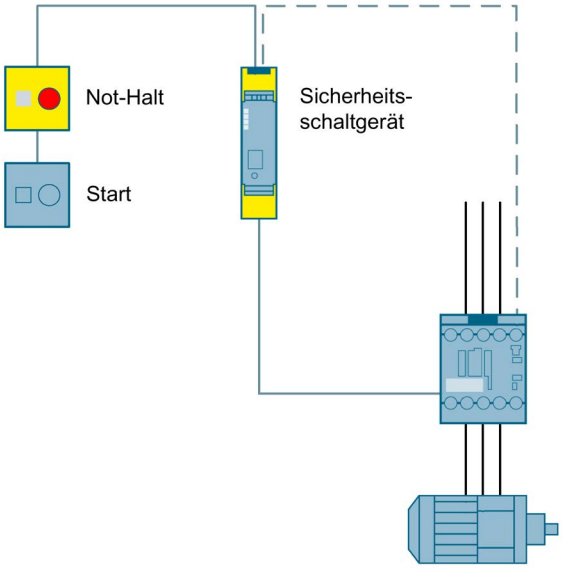
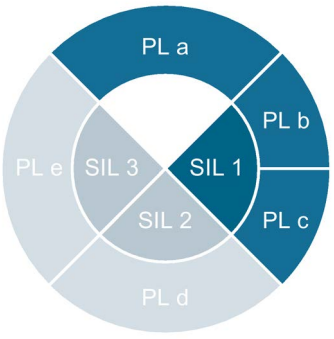
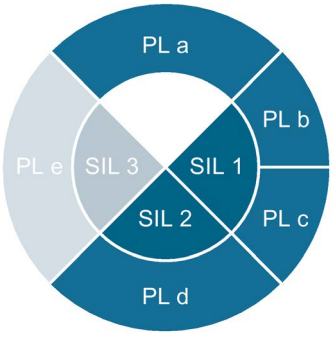
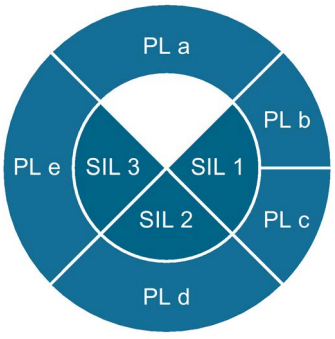


Bild 3-1 Beispieldarstellung: Aufbau einer Sicherheitsfunktion

Die genaue Funktionsweise wird ebenso erläutert wie das maximal erreichbare Sicherheitsniveau in SIL gemäß IEC 62061 sowie in PL gemäß ISO 13849-1.

Darstellung des maximal erreichbaren Sicherheitsniveaus		
		
Eignung für bis zu SIL 1 / PL c	Eignung für bis zu SIL 2 / PL d	Eignung für bis zu SIL 3 / PL e

Einige Applikationsbeispiele enthalten mehrere Sicherheitsfunktionen. Die Darstellung beschreibt dann das erreichte Sicherheitsniveau der im Titel genannten Sicherheitsfunktion. Das erreichte Sicherheitsniveau der zusätzlichen Sicherheitsfunktionen wird dann textuell erläutert.

Hinweis

Das erreichte Sicherheitsniveau hängt von der jeweiligen Umsetzung der Applikationsbeispiele ab. Insbesondere die getroffenen Annahmen z. B. bezüglich der Schalthäufigkeit oder der Fehlerausschlüsse müssen überprüft bzw. eingehalten werden.

Zum einfachen Nachbau der Applikation werden die verwendeten sicherheitsgerichteten Komponenten aufgeführt.

Die Funktionalität wurde mit den angegebenen Hardwarekomponenten getestet. Es können auch ähnliche, von dieser Liste abweichende Produkte verwendet werden. Bitte beachten Sie in einem solchen Fall, dass ggf. Änderungen bei der Verdrahtung der Hardwarekomponenten (z. B. andere Anschlussbelegung) notwendig werden.

Am Ende eines jeden Beispiels befindet sich ein Internet-Link, unter dem weiterführende Informationen zum jeweiligen Applikationsbeispiel hinterlegt sind. Dies umfasst z. B.

- Verdrahtungspläne,
- Die Projektdateien bei der Verwendung des Modularen Sicherheitssystems
- CAx-Daten der verwendeten Hardwarekomponenten

Eine detaillierte Sicherheitsberechnung mit allen Kennwerten kann der hinterlegten SET-Projektdatei bzw. dem SET-Bericht entnommen werden. Zur Verwendung der Datei benötigen Sie eine Anmeldung (http://www.siemens.de/safety-evaluation-tool).

Mit dem CAx-Download-Link können Sie bequem mit nur wenigen Klicks sämtliche Unterlagen zu den verwendeten Hardwarekomponenten herunterladen (http://www.siemens.de/cax). Hierfür ist ein Konto im Siemens Service & Support Portal oder in der Siemens Industry Mall notwendig.

Die Parametrierung der Sicherheitsschaltgeräte erfolgt über DIP-Schalter. Die jeweilige Einstellung ist den hinterlegten Schaltbildern zu entnehmen.

Hinweis

Details zu Vorschriften und Normen sowie die Spezifikation und Design von sicherheitsrelevanten Teilen von Steuerungen befinden sich am Ende des Handbuchs.

3.2 Stillsetzen im Notfall

3.2.1 Einleitung

Das Not-Halt-Befehlsgerät stellt eine weit verbreitete Komponente dar, um Menschen, Anlagen und die Umwelt vor Gefahren zu schützen und ein Stillsetzen im Notfall einzuleiten. In diesem Kapitel werden Applikationen mit Sicherheitsfunktionen aus genau diesem Anwendungsbereich beschrieben.

Typische Anwendung

Das Not-Halt-Befehlsgerät mit seinem zwangsöffnenden Kontakt wird hier durch ein Auswertegerät überwacht. Wird der Not-Halt betätigt, schaltet das Auswertegerät über sichere Ausgänge die nachgeschaltete Aktorik gemäß Stoppkategorie 0 nach EN 60204-1 ab. Vor dem Wiedereinschalten bzw. Quittieren der Not-Halt-Abschaltung mittels des Starttasters wird überprüft, ob die Kontakte des Not-Halt-Befehlsgerätes geschlossen sind und die Aktorik abgeschaltet hat.

Hinweis

- Die Sensorleitungen sind geschützt zu verlegen; als Sensoren sind ausschließlich Sicherheitssensoren mit zwangsöffnenden Kontakten zu verwenden.
- Einrichtungen, funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze zum Not-Halt sind in der EN ISO 13850 hinterlegt. Zusätzlich ist noch die Norm EN 60204-1 zu beachten.
- "Not-Halt" ist kein Mittel zur Risikominderung.
- "Not-Halt" ist eine "ergänzende Sicherheitsfunktion“ (Wenn "Not-Halt" betätigt wird, muss der Motor ausgeschaltet werden).

Unbeabsichtigte Betätigung

Häufig besteht die Anforderung, ein Not-Halt-Befehlsgerät vor unbeabsichtigter Betätigung zu schützen und so die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen. Der erste Schritt ist die richtige Platzierung des Not-Halt-Befehlsgeräts an der Maschine. Das Not-Halt-Befehlsgerät muss leicht zugänglich, ungehindert erreichbar und gefahrlos zu betätigen sein. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, einen Schutzkragen zum Schutz vor unbeabsichtigter Betätigung zu verwenden. Auch hierbei ist darauf zu achten, dass eine ungehinderte Erreichbarkeit gewährleistet ist.

Hinweis

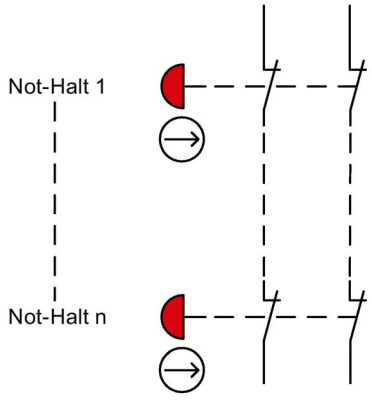
Die SIEMENS SIRIUS Not-Halt-Befehlsgeräte mit Schutzkragen entsprechen den Anforderungen der EN ISO 13850 "Sicherheit von Maschinen - Not-Halt - Gestaltungsleitsätze".

Spezielle Anforderungen an Schutzkragen existieren bisher noch nicht, da diese in keiner Norm zur Funktionalen Sicherheit explizit erwähnt werden. Es liegt häufig im Ermessen des speziellen Gutachters diese für eine bestimmte Maschine zu akzeptieren.

Bedingungen bei Reihenschaltung

Not-Halt-Befehlsgeräte dürfen bis PL e (nach ISO 13849-1) bzw. SIL 3 (nach IEC 62061) nur dann in Reihe geschaltet werden, wenn das Versagen und gleichzeitige Drücken der Not-Halt-Befehlsgeräte ausgeschlossen werden kann.

Wenn mehrere Not-Halt-Befehlsgeräte elektrisch in Reihe geschaltet sind, dann stellt jedes sicherheitsgerichtete Abschalten über ein Not-Halt-Befehlsgerät eine einzelne ergänzende Sicherheitsfunktion dar. Wenn baugleiche Not-Halt-Befehlsgeräte verwendet werden, dann reicht es, exemplarisch eine ergänzende Sicherheitsfunktion stellvertretend für alle ergänzenden Sicherheitsfunktionen zu betrachten.



Siehe auch

Erläuterung zur Reihenschaltung von Not-Halt Befehlsgeräten (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/35444028 /)

3.2.2 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Einkanalige Not-Halt-Abschaltung eines Motors durch ein Sicherheitsschaltgerät 3SK1 und Leistungsschütz.

Aufbau

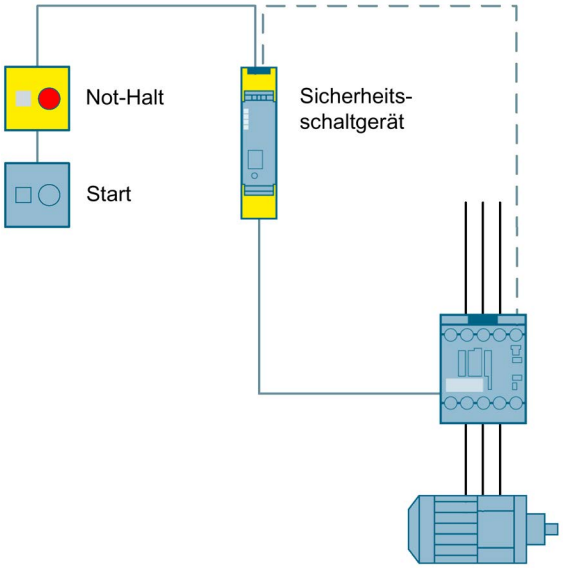
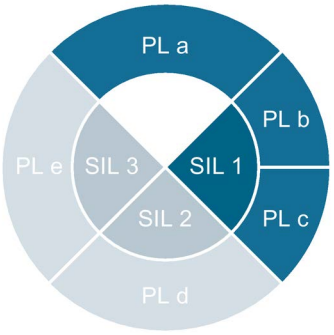


Bild 3-2 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Das Sicherheitsschaltgerät überwacht das Not-Halt-Befehlsgerät. Bei Betätigen des Not-Halt-Befehlsgeräts öffnet das Sicherheitsschaltgerät die Freigabekreise und schaltet das Leistungsschütz sicherheitsgerichtet ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
3SB3 (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73134129)

3.2.3 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Einkanalige Not-Halt-Abschaltung eines Motors durch ein parametrierbares Modulares Sicherheitssystem 3RK3 und Leistungsschütz.

Aufbau

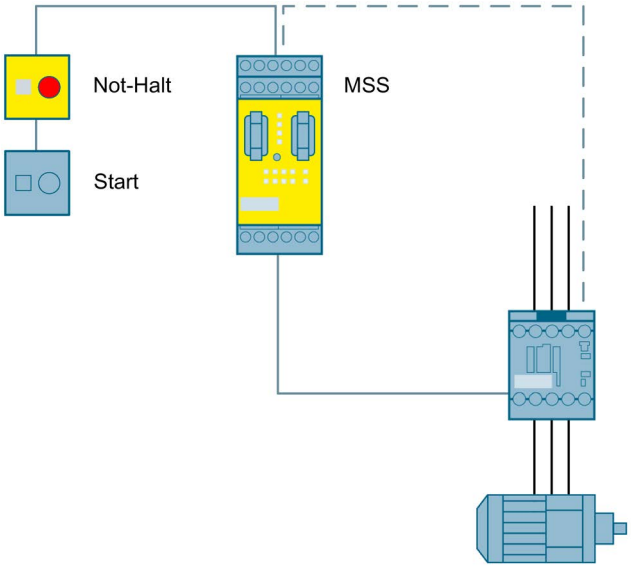
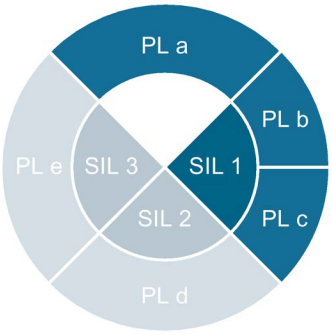


Bild 3-3 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Das Modulare Sicherheitssystem überwacht das Not-Halt-Befehlsgerät. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgeräts öffnet das Modulare Sicherheitssystem die Freigabekreise und schaltet das Leistungsschütz sicherheitsgerichtet ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponente

Not-Halt-Befehlsgerät	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
3SB3 (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69064058)

3.2.4 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zweikanalige Not-Halt-Abschaltung eines Motors durch ein Sicherheitsschaltgerät 3SK1 und Leistungsschütze.

Aufbau

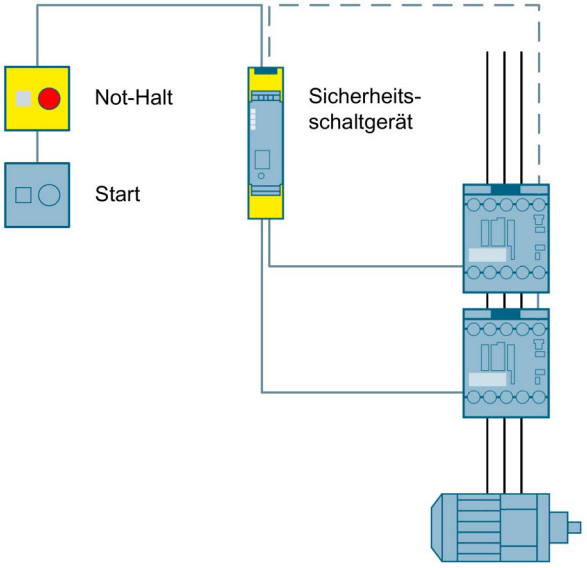
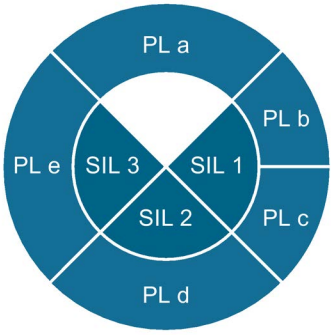


Bild 3-4 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Das Sicherheitsschaltgerät überwacht das Not-Halt-Befehlsgerät zweikanalig. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgeräts öffnet das Sicherheitsschaltgerät die Freigabekreise und schaltet die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73136378)

3.2.5 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zweikanalige Not-Halt-Abschaltung eines Motors durch ein parametrierbares Modulares Sicherheitssystem 3RK3 und Leistungsschütze.

Aufbau

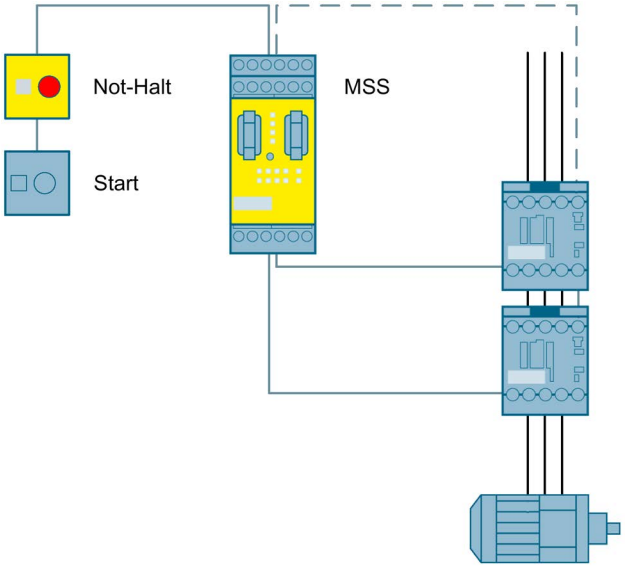
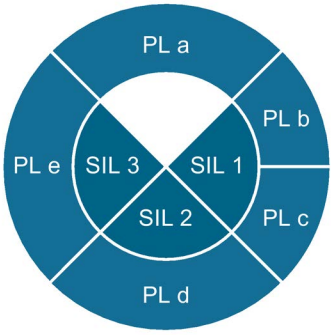


Bild 3-5 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Das Modulare Sicherheitssystem überwacht das Not-Halt-Befehlsgerät zweikanalig. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgeräts öffnet das Modulare Sicherheitssystem die Freigabekreise und schaltet die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69064698)

3.2.6 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit fehlersicheren Motorstartern und einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Um eine Maschine auch im Notfall sicher abschalten zu können, wird ein Not-Halt-Befehlsgerät angebracht und durch ein Sicherheitsschaltgerät überwacht. Das sichere Abschalten erfolgt über fehlersichere Motorstarter.

Aufbau

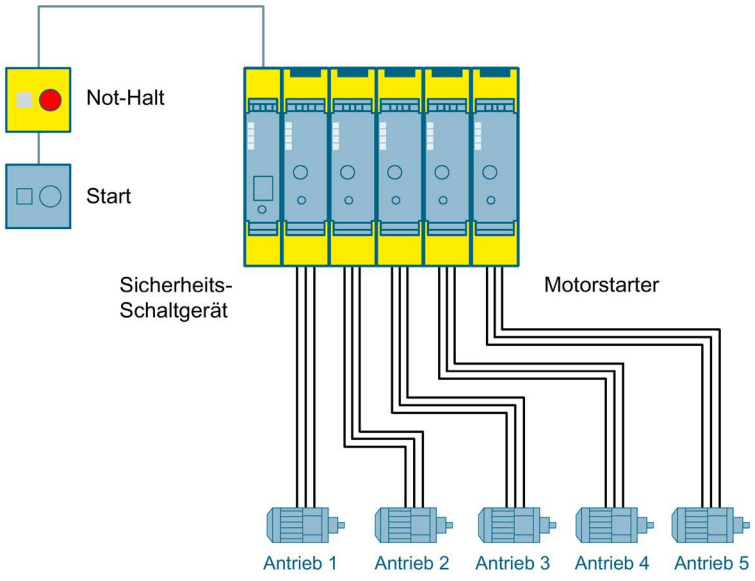
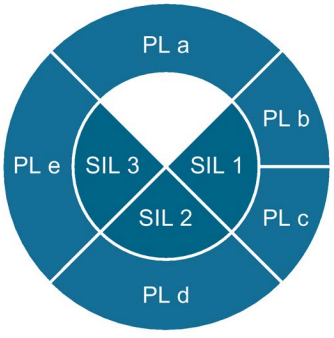


Bild 3-6 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit fehlersicheren Motorstartern und einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Das Sicherheitsschaltgerät überwacht das Not-Halt-Befehlsgerät. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgerätes schaltet das Sicherheitsschaltgerät über die Geräteverbinder die fehlersicheren Motorstarter ab. Die Motorstarter schalten daraufhin die Last sicher ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Hinweis

In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass die Gefährdung nur von jeweils einem der Antriebe ausgeht, jedoch beim Not-Halt eine Gruppe von Antrieben abgeschaltet wird. Aus diesem Grund wird in der Sicherheitsbewertung nur ein einzelner Motorstarter betrachtet und dies exemplarisch verwendet.

Besteht die Gefährdung durch die Bewegung mehrerer Antriebe, so müssen in der Sicherheitsbewertung alle Motorstarter berücksichtigt werden, die an dieser Gefahr beteiligt sind.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Sicherheitsschaltgerät	Motorstarter Failsafe
		
3SB3 (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3RM1 (http://www.siemens.de/motorstarter/3rm1)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/88411471)

Ausführlicher FAQ zum Thema: Sicheres Abschalten mit den Motorstartern 3RM1 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/67478946)

3.2.7 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit fehlersicheren Motorstartern und einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Um eine Maschine auch im Notfall sicher abschalten zu können, wird ein Not-Halt-Befehlsgerät angebracht und durch ein Modulares Sicherheitssystem überwacht. Das sichere Abschalten erfolgt über fehlersichere Motorstarter.

Aufbau

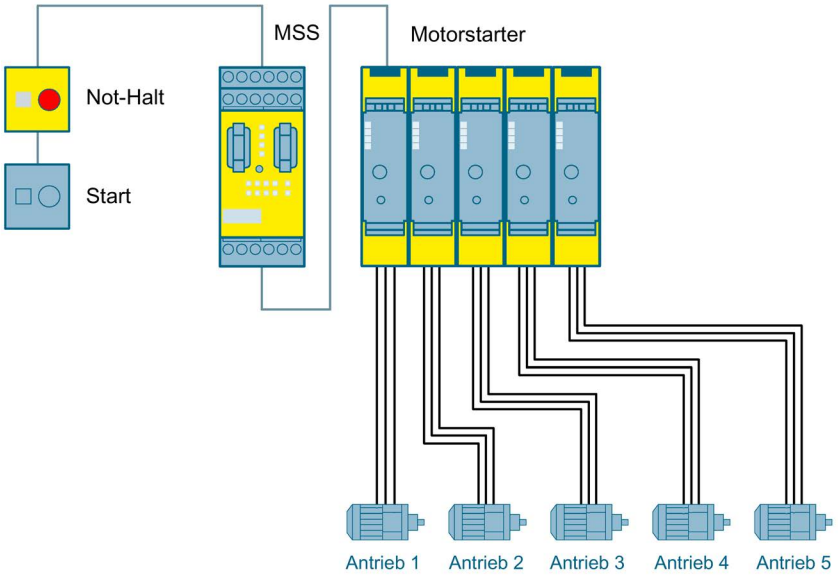
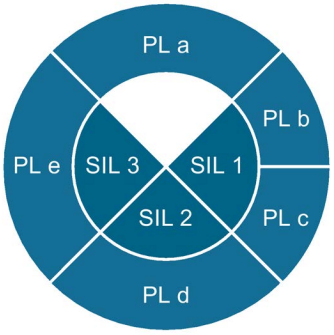


Bild 3-7 Not-Halt-Abschaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit fehlersicheren Motorstartern und einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Das Modulare Sicherheitssystem überwacht das Not-Halt-Befehlsgerät. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgerätes schaltet das Modulare Sicherheitssystem die fehlersicheren Motorstarter ab. Die Motorstarter schalten daraufhin die Last sicher ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Hinweis

In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass die Gefährdung nur von jeweils einem der Antriebe ausgeht, jedoch beim Not-Halt eine Gruppe von Antrieben abgeschaltet wird. Aus diesem Grund wird in der Sicherheitsbewertung nur ein einzelner Motorstarter betrachtet und dies exemplarisch verwendet.

Besteht die Gefährdung durch die Bewegung mehrerer Antriebe, so müssen in der Sicherheitsbewertung alle Motorstarter berücksichtigt werden, die an dieser Gefahr beteiligt sind.

Hinweis

Dieses Beispiel gilt für den Aufbau innerhalb eines Schaltschranks. Befinden sich Logik und Aktorik nicht im selben Schaltschrank, sind weitere Vorkehrungen zu treffen, wie zum Beispiel eine querschlusssichere Verlegung des Abschaltsignals.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Modulares Sicherheitssystem	Motorstarter Failsafe
		
3SB3 (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	3RM1 (http://www.siemens.de/motorstarter/3rm1)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/88822643)

Ausführlicher FAQ zum Thema: Sicheres Abschalten mit den Motorstartern 3RM1
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/67478946)

3.2.8 Not-Halt-Abschaltung über AS-i bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Überwachung mehrerer Not-Halt-Befehlsgeräte über AS-i mit einem Modularen Sicherheitssystem 3RK3.

Aufbau

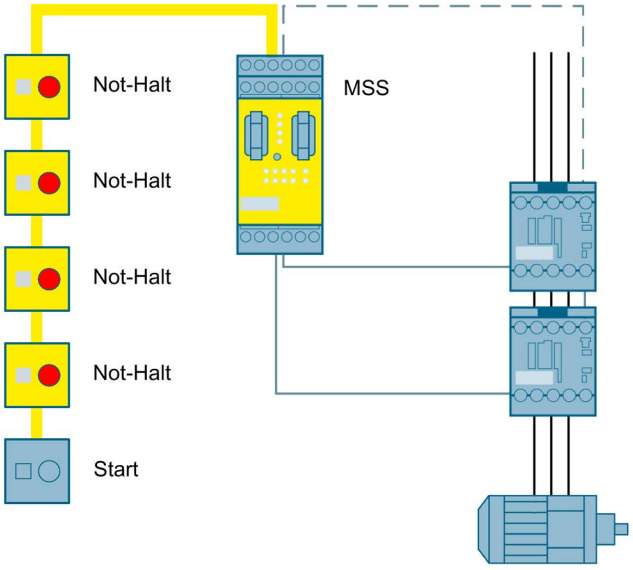
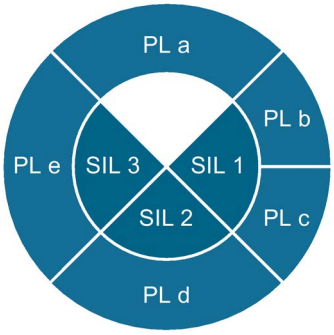


Bild 3-8 Not-Halt-Abschaltung über AS-i bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Das Modulare Sicherheitssystem überwacht jedes der an AS-i angeschlossenen zweikanaligen Not-Halt-Befehlsgeräte. Bei Betätigung eines der Not-Halt-Befehlsgeräte öffnet das Modulare Sicherheitssystem die Freigabekreise und schaltet die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Hinweis

Zusätzlich zu den sicherheitsgerichteten Komponenten werden zum Betrieb eines AS-i-Netzwerks ein AS-i-Master sowie ein AS-i-Netzteil benötigt.

Siehe auch

MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73133559)

3.3 Schutztürüberwachung

3.3.1 Einleitung

Dieses Kapitel beschreibt Applikationen mit trennenden Schutzeinrichtungen in Form einer Schutztür. 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, sowie eine Gefahr bringende Maschinenfunktion zu verhindern, wenn die Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist. Die Überwachung der Schutzeinrichtung kann sowohl mit mechanischen Positions- bzw. Sicherheitsschaltern erfolgen, als auch mit berührungslosen Sicherheitsschaltern auf magnetischer oder RFID-Basis.

Häufig wird im Zusammenhang eine Schutztürüberwachung auch eine Zuhaltung der Schutztür realisiert. Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung dienen dazu, Gefahrenbereiche vor ungewolltem Betreten zu sichern. Das hat meistens zwei Gründe:

1. Zum Schutz des Menschen vor nachlaufenden gefährlichen Maschinenbewegungen, hohen Temperaturen etc. Hier gibt die ISO 14119 bzw. EN 1088 Leitsätze zur Gestaltung und Auswahl von Verriegelungseinrichtungen. In dieser Norm wird gefordert, dass erst nach dem Stoppen der gefährlichen Maschinenbewegung der Gefahrenbereich zugänglich sein darf.
2. Eine Zuhaltung kann aus Gründen der Prozesssicherheit sinnvoll sein. Dieser Fall tritt ein, wenn die Gefahr nach dem Öffnen der Schutzeinrichtung gestoppt wird, aber dadurch Schäden an der Maschine oder dem Werkstück entstehen können. Hier wird erst die Maschine in eine geordnete Halteposition gefahren, bevor der Zugang frei gegeben wird.

Positionsschalter

Die Positionsschalter werden normalerweise als zwangsbetätigter Schalter an Schutztüren eingesetzt. Wird die Schutztür geöffnet, so wird der Positionsschalter betätigt und der Schalter wird zuverlässig geöffnet (siehe Grundbegriffe (Seite 11): "Zwangsöffnung").

Mechanische Sicherheitsschalter (mit getrenntem Betätiger)

Im Gegensatz zu den Positionsschaltern können Sicherheitsschalter nicht einfach überlistet werden. Der Sicherheitsschalter lässt sich nur mit dem zugehörigen codierten Betätiger schalten.

Mechanische Sicherheitsschalter (Scharnierschalter)

Die Scharnierschalter werden dort eingesetzt, wo aus Sicherheitsgründen die Stellung von schwenkbaren Schutzeinrichtungen wie Türen und Klappen überwacht werden müssen.

Mechanische Sicherheitsschalter (mit Zuhaltung)

Die Sicherheitsschalter mit Zuhaltung sind besondere sicherheitstechnische Geräte, die ein zufälliges oder absichtliches Öffnen von Schutztüren, Schutzgittern oder anderen Abdeckungen verhindert, solange noch ein gefährlicher Zustand besteht. (z.B. Nachlauf der Maschine). Unabhängig von der Zuhaltung wird auch eine Positionserfassung mithilfe eines getrennten Betätigers durch diese Art von Schaltern ausgeführt.

Berührungslose Sicherheitsschalter (Magnetschalter)

Magnetschalter bestehen aus einem codierten Schaltmagnet und einem Schaltelement. Sie sind zum Anbau an bewegliche Schutzeinrichtungen vorgesehen und sind durch ihre geschlossene Bauform besonders geeignet für Bereiche, die durch hohe Verschmutzung, Reinigungs- oder Desinfektionsmittel belastet sind.

Berührungslose Sicherheitsschalter (RFID)

Die RFID-Sicherheitsschalter bestehen aus einem codierten RFID-Schalter und einem baugleichen RFID-Betätiger und sind vielfältig einsetzbar, besonders für Bereiche mit extremen Umweltbedingungen. Dank des elektronischen Wirkprinzips sind die Schalter auch ideal für Metall verarbeitende Maschinen. Die Schalter haben einen größeren Schaltabstand gegenüber mechanischen Schaltern und bieten eine bessere Montagetoleranz sowie umfangreiche Diagnosemöglichkeiten. Sie bieten außerdem einen maximalen Manipulationsschutz durch individuelle Codierung von Schalter und Betätiger.

Typische Anwendung

Die Schutztür wird mit SIRIUS Positionsschaltern mit zwangsöffnenden Kontakten durch ein Auswertegerät überwacht. Wird diese Schutztür geöffnet, schaltet das Auswertegerät über sichere Ausgänge die nachgeschalteten Aktoren gemäß Stoppkategorie 0 nach EN 60204-1 ab. Wird die Schutztür geschlossen, erfolgt beim automatischen Start nach Überprüfung der Positionsschalter und der nachgeschalteten Aktoren das Wiedereinschalten. Beim manuellen Start geschieht dies erst nach Betätigen des Starttasters.

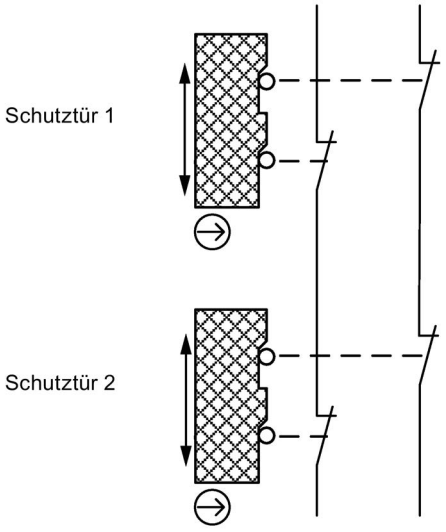
Hinweis

- Positionsschalter sind so anzuordnen, dass sie beim An- und Überfahren nicht beschädigt werden. Deshalb dürfen sie nicht als mechanischer Anschlag verwendet werden.
- Sensorleitungen sind geschützt zu verlegen; als Sensoren sind ausschließlich Sicherheitssensoren mit zwangsöffnenden Kontakten zu verwenden.
- Die Zuhaltung stellt eine einzelne, separate Sicherheitsfunktion neben der Sicherheitsfunktion der Überwachung der Schutztür mittels Positionsschalter dar. Die Ansteuerung kann eine geforderte Sicherheitsintegrität haben, die um eine Stufe niedriger ist, als die Risikobewertung für die Überwachung der Schutztür ergeben hat. (Begründung: Die Wahrscheinlichkeit, dass beide Sicherheitsfunktionen zum gleichen Zeitpunkt versagen, kann quasi ausgeschlossen werden. Beispiel:
  Die Schutztürüberwachung wird in PL d bzw. SIL 2 gefordert, die Ansteuerung der Zuhaltung kann in PL c bzw. SIL 1 realisiert werden

---

Bedingungen bei Reihenschaltung

Positionsschalter dürfen bis PL d (nach ISO 13849-1) bzw. SIL 2 (nach IEC 62061) nur dann in Reihe geschaltet werden, wenn ausgeschlossen werden kann, dass nicht mehrere Schutztüren regelmäßig gleichzeitig geöffnet werden (da sonst keine Fehleraufdeckung erfolgen kann). Eine Reihenschaltung in PL e (nach ISO 13849-1) bzw. SIL 3 (nach IEC62061) ist nicht möglich.



Mögliche Kombination zur Positionserfassung und erreichbare Sicherheitslevel

Die Applikationsbeispiele in diesem Kapitel können nur einen Bruchteil der möglichen Kombination von Erfassungsgeräten zur Positionserfassung abdecken. Die nachfolgenden Tabellen zeigen auf einfache Art und Weise, welches Sicherheitslevel durch welche Art der Positionserfassung maximal erreicht werden kann.

Tabelle 3- 1 **Sichere Positionsüberwachung mit mechanischen Schaltern**

Auswertegeräte 			Positions-schalter 	Sicherheits-schalter Scharnier-schalter 	Sicherheits-schalter mit getrenntem Betätiger 	Sicherheitsschalter mit optionaler Zu-haltungsfunktion 
Erreichbarer Sicherheitslevel mit EINEM Positionsschalter	**Überwachung eines Öffnerkontaktes**		SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c
	Überwachung von 2 Öffnerkontakten oder 1 Öffner- + 1 Schließer-Kontakt		SIL 1 / PL c	SIL 2 / PL d	SIL 2 / PL d	SIL 2 / PL d
Erreichbarer Sicherheitslevel mit ZWEI Positionsschal-tern	Positionsschalter		SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Sicherheitsschalter Scharnierschalter		SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Sicherheitsschalter mit getrenntem Betätiger		SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Sicherheitsschalter mit optionaler Zuhaltungs-funktion		SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e

Beispiel 1:

Durch die Kombination zweier mechanischer Sicherheitsschalter (mit getrenntem Betätiger) kann ein Sicherheitslevel von bis zu PL e bzw. SIL 3 erreicht werden.

Beispiel 2:

Bei der Verwendung eines mechanischen Sicherheitsschalters (Scharnierschalter) kann ein Sicherheitslevel von bis zu PL d bzw. SIL 2 erreicht werden.

Tabelle 3- 2 Sichere Schutztürzuhaltung

Sichere Auswertegeräte	Sicherheitsschalter	
	Sicherheitsschalter mit Zuhaltung 	Sicherheitsschalter mit Zuhaltung 
 Modulares Sicherheits-system 3RK3	SIL 2 / PL d	SIL 3 / PL e
 Sicherheitsschaltgerät 3TK2845	SIL 2 / PL d	SIL 3 / PL e

Hinweis

Generell muss zur Verwendung dieser Positionsschalter eine zwangsläufige Betätigung durch die Konstruktion der Schutzeinrichtung sichergestellt werden. Nur unter dieser Bedingung sind die in der Tabelle genannten Werte zulässig.

Hinweis

Unter Berücksichtigung von gewissen Fehlerausschlüssen (z. B. Bruch des Betätigers), ist der Einsatz nur eines Scharnierschalters oder eines Schalters mit getrenntem Betätiger bis zu SIL 2 bzw. PL d, wie in der Tabelle beschrieben, möglich. Da der Maschinenhersteller den Beweis des Fehlerausschlusses erbringen muss, kann seitens des Komponentenherstellers keine endgültige Bewertung der getroffenen Maßnahmen erfolgen.

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Schreiben unter folgendem Link: http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/35443942.

Hinweis

Bei einem zweikanaligen Aufbau mit elektromechanischen Sensoren kann SIL 3 bzw. PL e nur bei Versorgung der Sensoren durch die Auswerteeinheit erreicht werden. Nur dadurch ist ein ausreichende Diagnose möglich.

Tabelle 3- 3 **Sichere Positionsüberwachung mit berührungslosen Sicherheitsschaltern**

Sichere Auswertegeräte	**Erfassungsgeräte Berührungslose Sicherheitsschalter**	
	Magnetschalter 3SE66 / 3SE67 	RFID-Sicherheitsschalter 3SE63 
 Sicherheitschaltgerät 3SK1	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
 Modulares Sicherheits-system 3RK3	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e

Hinweis

Die erreichbaren Sicherheitslevels hängen auch von der Art des verwendeten Sicherheits-Auswertegerätes ab (insbesondere dessen Diagnosefähigkeit).

Siehe auch

Überwachung und Zuhaltung einer Schutztür mit Modularem Sicherheitssystem (MSS) (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/62837891)

Erreichbare Sicherheitslevel unter Einsatz nur eines SIRIUS Positionsschalter mit oder ohne Zuhaltung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/35443942)

3.3.2 Schutztürüberwachung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

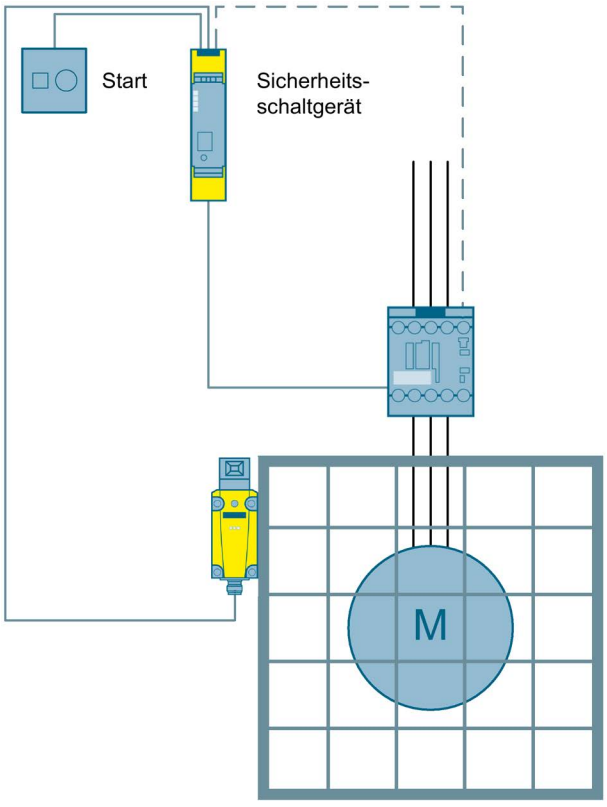
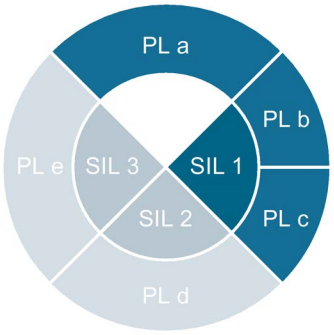


Bild 3-9 Schutztürüberwachung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Über den Kontakt des Sicherheitsschalters wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür löst das Sicherheitsschaltgerät aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch das Leistungsschütz sicherheitsgerichtet abgeschaltet wird. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73135973)

3.3.3 Schutztürüberwachung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

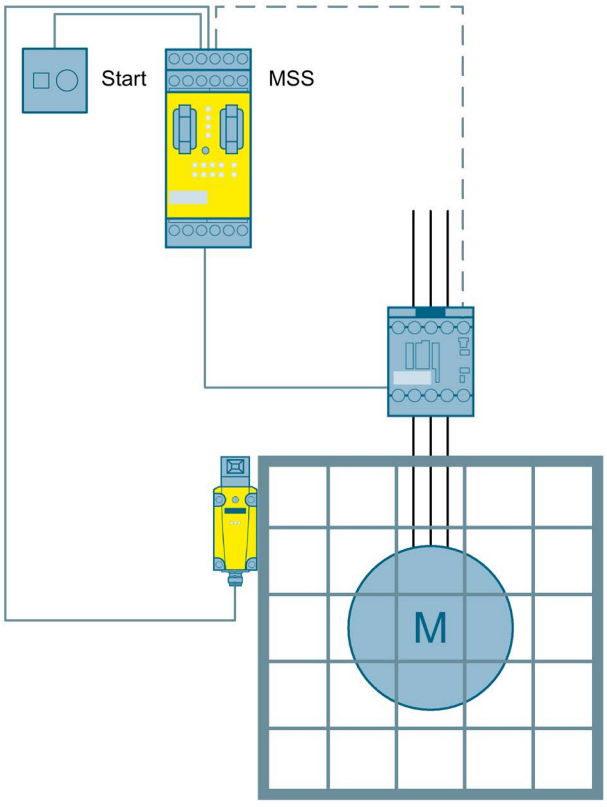
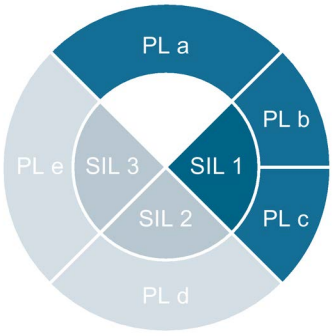


Bild 3-10 Schutztürüberwachung bis SIL 1 bzw. PL c mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Über den Kontakt des Sicherheitsschalters wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür löst das Modulare Sicherheitssystem aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch das Leistungsschütz sicherheitsgerichtet abgeschaltet wird. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69064060)

3.3.4 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

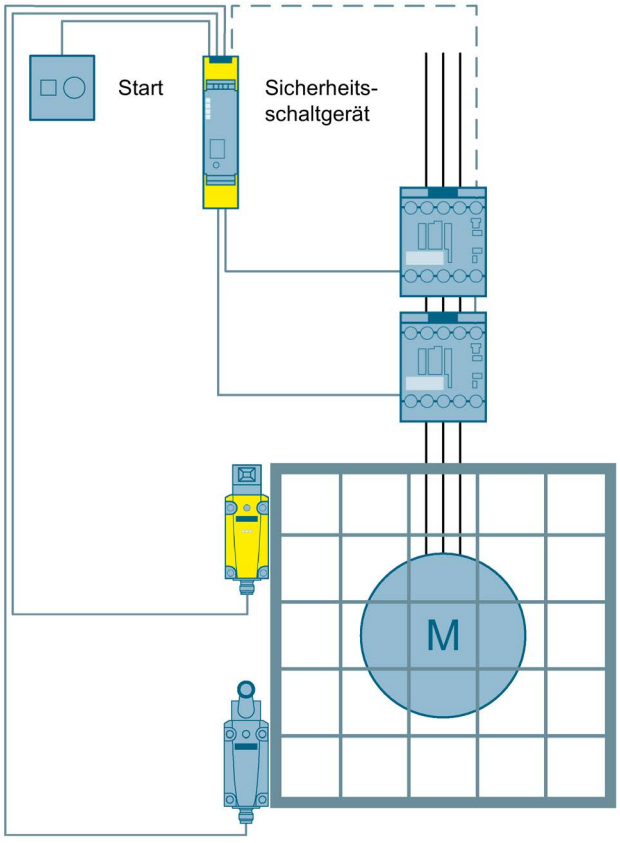
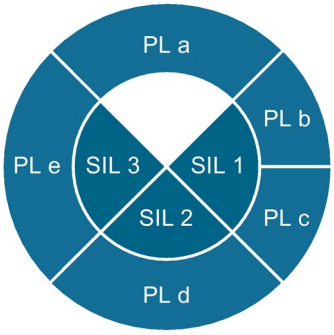


Bild 3-11 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Über zwei Sicherheitsschalter wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür löst das Sicherheitsschaltgerät aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Positionsschalter		Sicherheitsschaltgerät	Schütz
			
2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)		3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73135309)

3.3.5 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

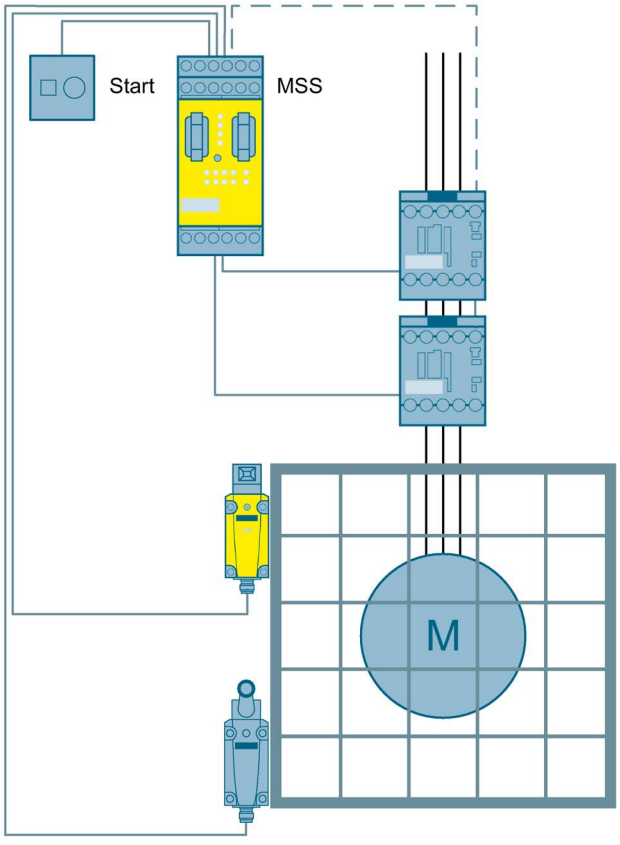
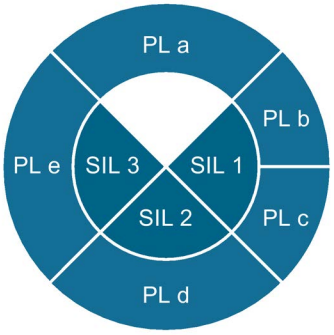


Bild 3-12 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Über zwei Sicherheitsschalter wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür löst das Modulare Sicherheitssystem aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Positionsschalter		Modulares Sicherheitssystem	Schütz
			
2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)		3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69064861)

3.3.6 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem fehlersicheren Motorstarter und einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

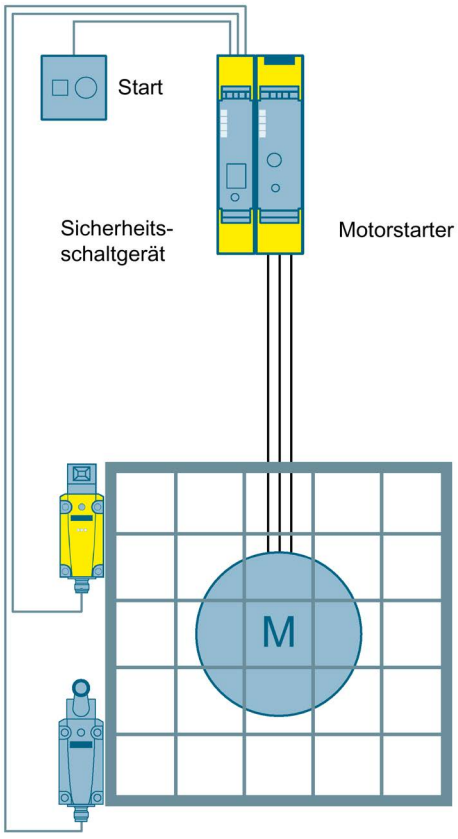
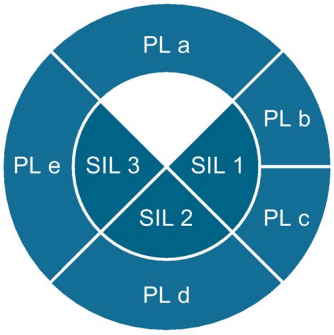


Bild 3-13 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem fehlersicheren Motorstarter und einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Über den Kontakt des Sicherheitsschalters wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür löst das Sicherheitsschaltgerät aus und schaltet über den Geräteverbinder den fehlersicheren Motorstarter ab. Der Motorstarter schaltet daraufhin die Last sicher ab. Ist die Tür geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter		Sicherheitsschaltgerät	Motorstarter Failsafe
			
2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)		3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3RM1 (http://www.siemens.de/motorstarter/3rm1)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/88822953)

Ausführlicher FAQ zum Thema: Sicheres Abschalten mit den Motorstartern 3RM1
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/67478946)

3.3.7 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem fehlersicheren Motorstarter und einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

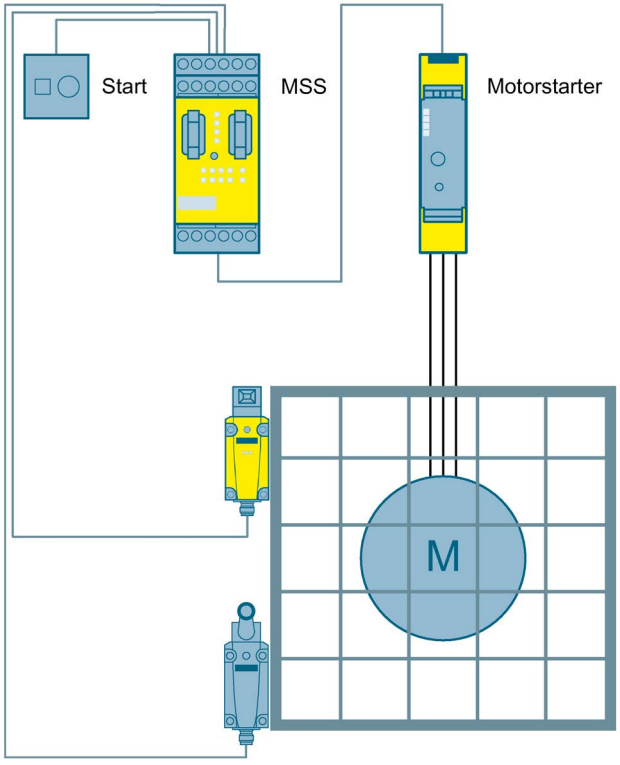
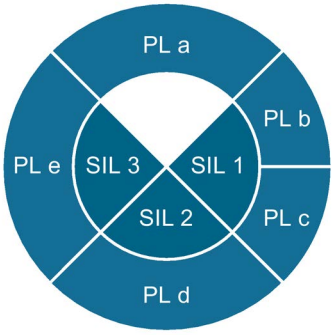


Bild 3-14 Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem fehlersicheren Motorstarter und einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Über den Kontakt des Sicherheitsschalters wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür, löst das Modulare Sicherheitssystem aus und schaltet den Motorstarter sicher ab. Der Motorstarter schaltet daraufhin die Last sicher ab. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Hinweis

Dieses Beispiel gilt für den Aufbau innerhalb eines Schaltschranks. Befinden sich Logik und Aktorik nicht im selben Schaltschrank, sind weitere Vorkehrungen zu treffen, wie zum Beispiel eine querschlusssichere Verlegung des Abschaltsignals.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter		Modulares Sicherheitssystem	Motorstarter Failsafe
			
2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)		3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	3RM1 (http://www.siemens.de/motorstarter/3rm1)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/88822778)

Ausführlicher FAQ zum Thema: Sicheres Abschalten mit den Motorstartern 3RM1
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/67478946)

3.3.8 Schutztürüberwachung über AS-i bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Überwachung mehrerer Schutztüren und Ansteuerung der Aktorik über AS-i mit einem Modularen Sicherheitssystem.

Aufbau

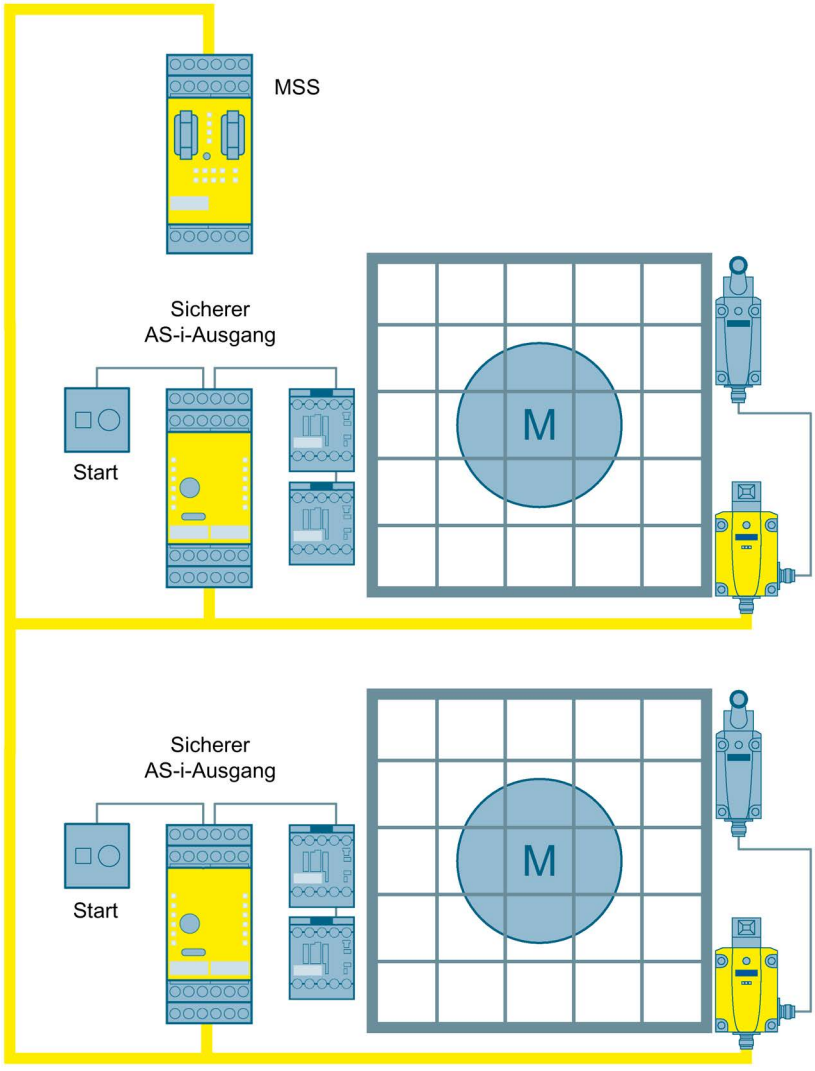
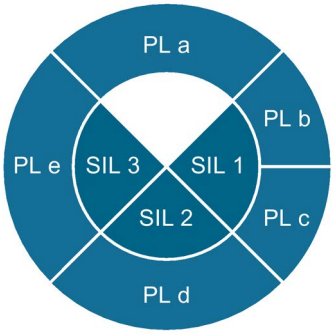


Bild 3-15 Schutztürüberwachung über AS-i bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Das Modulare Sicherheitssystem überwacht die am AS-i angeschlossenen Sicherheitsschalter und sendet Statussignale in Form von simulierten AS-i Slaves über den AS-i Bus. Diese simulierten Slaves werden von den sicheren AS-i Ausgängen überwacht. Beim Öffnen einer der Schutztüren unterbricht das Modulare Sicherheitssystem das jeweilige Statussignal. Der sichere AS-i Ausgang öffnet daraufhin die Freigabekreise und die Leistungsschütze schalten sicherheitsgerichtet ab.



Die Signale vom Starttaster und den Hilfskontakten der Schütze werden vom sicheren AS-i Ausgang über den AS-i Bus an das Modulare Sicherheitssystem geschickt und dort ausgewertet. Ist die jeweilige Schutztür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Positionsssschalter		Modulares Sicherheitssystem	Sicherer AS-i Ausgang	Schütz
				
2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)		3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	3RK1405 (http://www.siemens.de/as-interface)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Hinweis

Zusätzlich zu den sicherheitsgerichteten Komponenten werden zum Betrieb eines AS-i-Netzwerks ein AS-i-Master sowie ein AS-i-Netzteil benötigt.

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73135311)

3.3.9 Schutztürüberwachung mittels RFID-Schalter bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

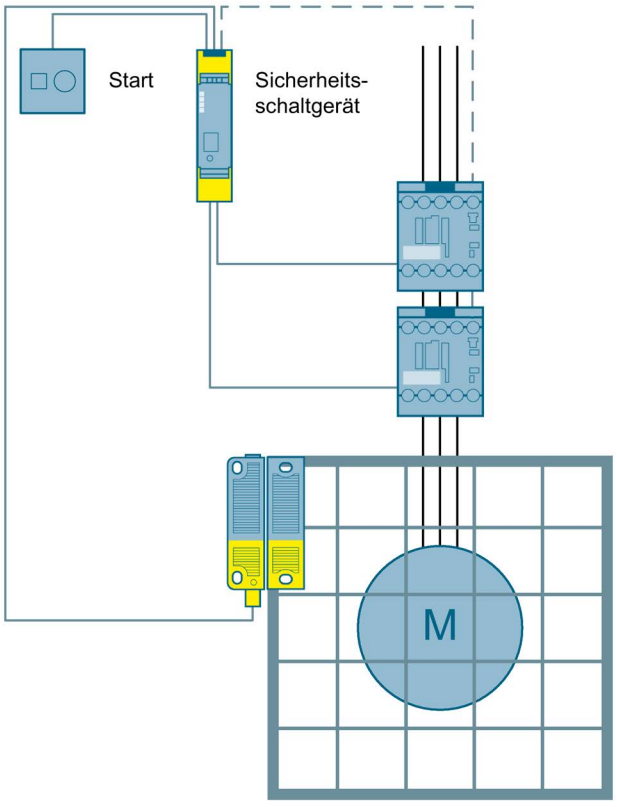
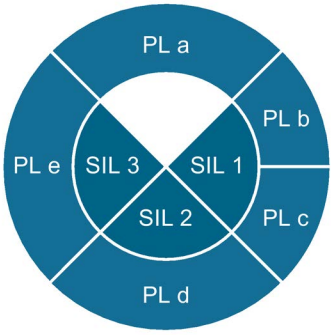


Bild 3-16 Schutztürüberwachung mittels RFID-Schalter bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Über den berührungslosen Sicherheitsschalter wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür löst das Sicherheitsschaltgerät aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.

Der berührungslose Sicherheitsschalter 3SE6315 ist intern zweikanalig aufgebaut und verfügt über eine eigene Diagnosefähigkeit. Deshalb und aufgrund seiner auf RFID-Technik basierenden, manipulationsfreien Beschaffenheit wird kein redundanter Sicherheitsschalter benötigt, um bis zu PL e nach ISO 13849-1 bzw. SIL 3 nach IEC 62061 zu erreichen.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Berührungsloser Sicherheitsschalter	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
3SE6315 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73134150)

3.3.10 Schutztürüberwachung mittels RFID-Schalter bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet.

Aufbau

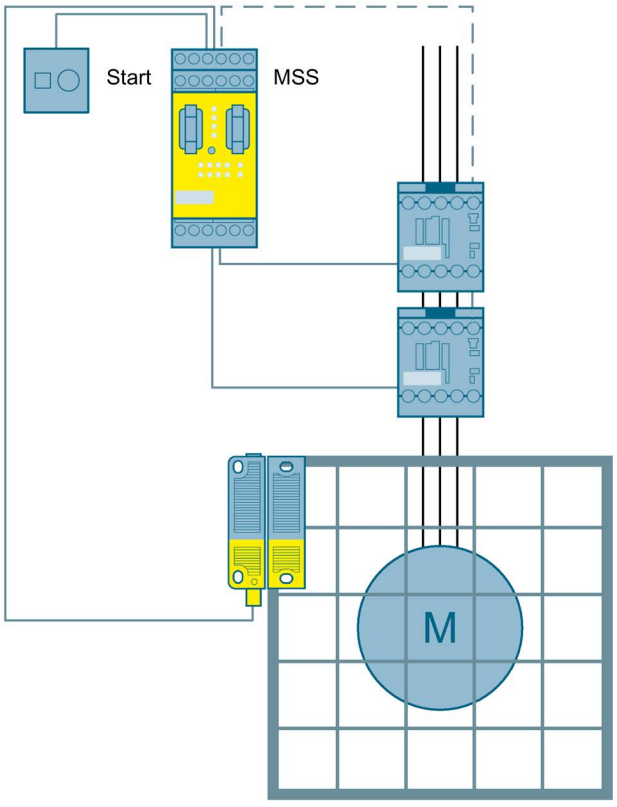
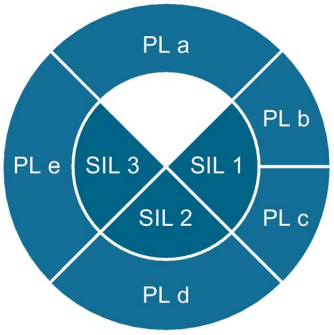


Bild 3-17 Schutztürüberwachung mittels RFID-Schalter bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Über den berührungslosen Sicherheitsschalter wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Beim Öffnen der überwachten Tür löst das Modulare Sicherheitssystem aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Der berührungslose Sicherheitsschalter 3SE6315 ist intern zweikanalig aufgebaut und verfügt über eine eigene Diagnosefähigkeit. Deshalb und aufgrund seiner auf RFID-Technik basierenden, manipulationsfreien Beschaffenheit wird kein redundanter Sicherheitsschalter benötigt, um bis zu PL e nach ISO 13849-1 bzw. SIL 3 nach IEC 62061 zu erreichen.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Berührungsloser Sicherheitsschalter	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
3SE6315 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69064862)

3.3.11 Schutztürüberwachung mit Zuhaltung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet. Geht von der Maschine auch nach Abschaltung für eine gewisse Zeit noch eine Gefahr aus, kann der Zugang durch eine Zuhaltung solange verhindert werden.

Aufbau

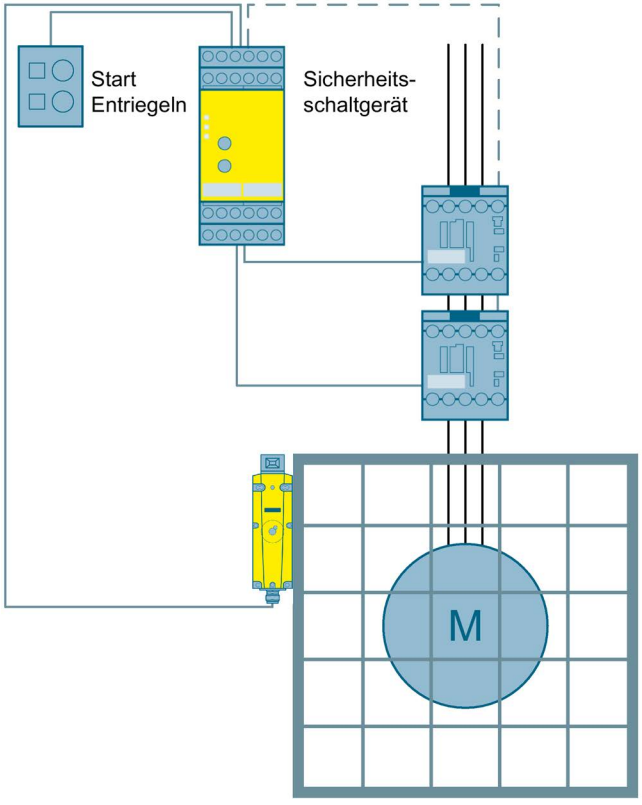
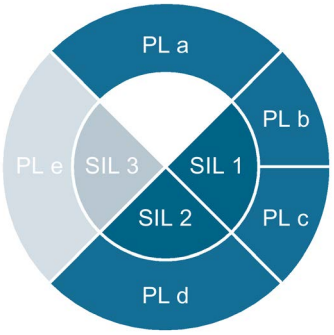


Bild 3-18 Schutztürüberwachung mit Zuhaltung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Über einen Sicherheitsschalter wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Zusätzlich wird über den Sicherheitsschalter die Tür verriegelt. Wird der Befehl zum Entriegeln der Tür gegeben, löst das Sicherheitsschaltgerät aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Nach Ablauf einer eingestellten Zeit wird die Zuhaltung entriegelt. Ist die Tür geschlossen und verriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sowohl die Sicherheitsfunktion „Schutztürüberwachung“ als auch die Sicherheitsfunktion "Schutztürzuhaltung“ sind bis SIL 2 bzw. PL d ausgelegt.

Unter Berücksichtigung von Fehlerausschlüssen ist der Einsatz von nur einem Sicherheitsschalter mit oder ohne Zuhaltung bis SIL 2 bzw. PL d zulässig. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem unten aufgeführten Schreiben.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter mit Zuhaltung	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3TK2845 (http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/de/sicherheitstechnik/3TK28)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73136328)

Schreiben zum Einsatz von Sicherheitsschaltern bis SIL 2 bzw. PL d
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/35443942)

3.3.12 Schutztürüberwachung mit Zuhaltung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet. Geht von der Maschine auch nach Abschaltung für eine gewisse Zeit noch eine Gefahr aus, kann der Zugang durch eine Zuhaltung solange verhindert werden.

Aufbau

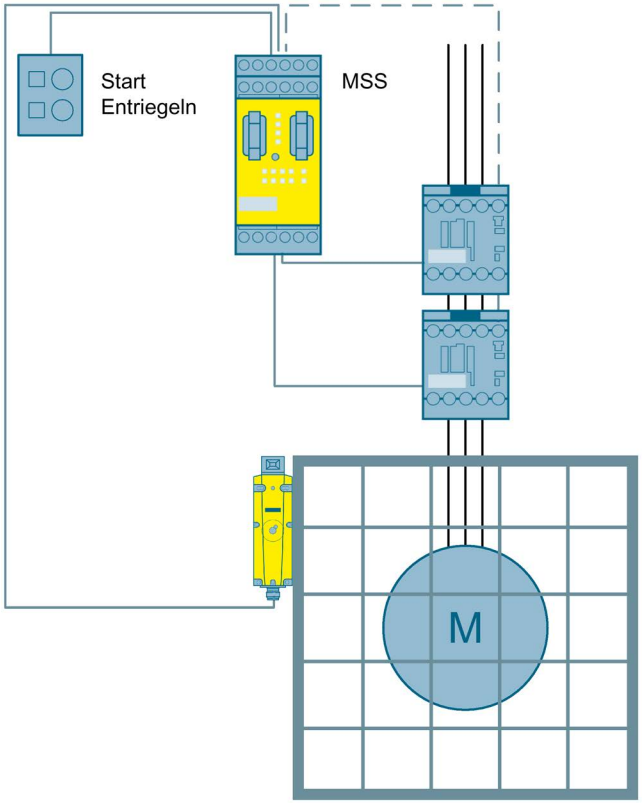
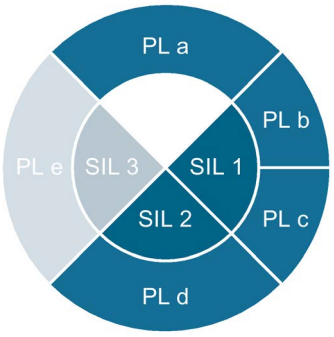


Bild 3-19 Schutztürüberwachung mit Zuhaltung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Über einen Sicherheitsschalter wird die Stellung einer Schutztür überwacht. Zusätzlich wird über den Sicherheitsschalter die Tür verriegelt. Wird der Befehl zum Entriegeln der Tür gegeben, löst das Sicherheitsschaltgerät aus und öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Nach Ablauf einer eingestellten Zeit wird die Zuhaltung entriegelt. Ist die Tür geschlossen und verriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sowohl die Sicherheitsfunktion "Schutztürüberwachung" als auch die Sicherheitsfunktion "Schutztürzuhaltung" sind bis SIL 2 bzw. PL d ausgelegt.

Unter Berücksichtigung von Fehlerausschlüssen ist der Einsatz von nur einem Sicherheitsschalter mit oder ohne Zuhaltung bis SIL 2 bzw. PL d zulässig. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem unten aufgeführten Schreiben.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter mit Zuhaltung	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73137468)

Schreiben zum Einsatz von Sicherheitsschaltern bis SIL 2 bzw. PL d
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/35443942)

3.4 Überwachung offener Gefahrenbereiche

3.4.1 Einleitung

Innerhalb eines industriellen Betriebs existieren oftmals Bereiche, die für Menschen aufgrund der hohen Gefährdung, für bestimmte Zeiten nicht zugänglich sein dürfen. So dürfen sich beispielsweise keine Körperteile im Innenraum einer Presse während der Abwärtsbewegung befinden. Solche Überwachungen werden oftmals mit Lichtvorhängen realisiert.

Zu bestimmten Zeiten kann eine beabsichtigte Unterdrückung der Schutzfunktion gefordert sein. Muting ist eine beabsichtigte, temporäre Unterdrückung der Schutzfunktion. Dieser sogenannte Mutingbetrieb wird von Mutingsensoren ausgelöst (z. B. während des Materialtransports in den Gefahrenbereich).

Hinweis

Lichtvorhänge können ihre Schutzwirkung nur erfüllen, wenn sie mit ausreichendem Sicherheitsabstand montiert werden. Die Berechnungsformeln für den Sicherheitsabstand sind abhängig von der Art der Absicherung. Anbausituationen und Berechnungsformeln finden sich in der Norm EN 13855 ("Anordnung von Schutzeinrichtungen in Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen").

3.4.2 Zugangsüberwachung durch einen Lichtvorhang bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Um den Zugang zu einem offenen Gefahrenbereich zu überwachen, können sogenannte berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen, wie zum Beispiel ein Lichtvorhang, eingesetzt werden. Bei Unterbrechung des Lichtwegs wird ein Abschaltsignal ausgelöst.

Aufbau

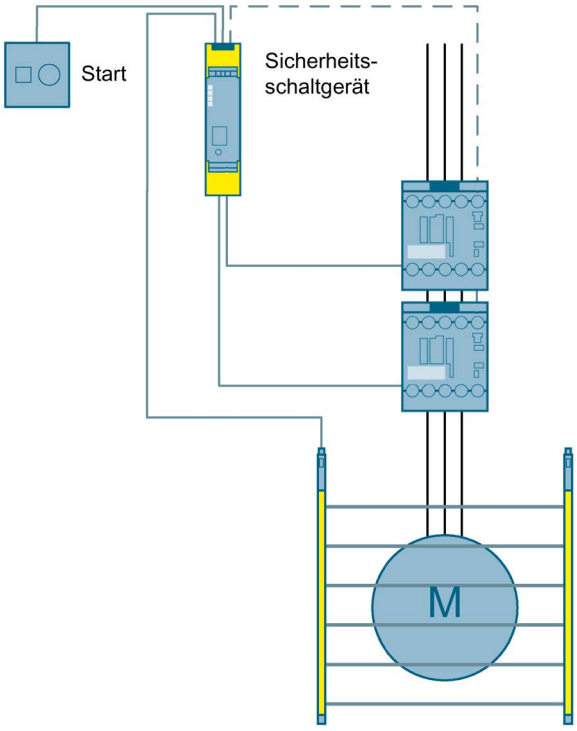
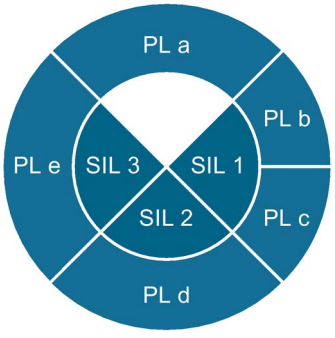


Bild 3-20 Zugangsüberwachung durch einen Lichtvorhang bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Der Lichtvorhang besteht aus einer Sende- und einer Empfangseinheit. Zwischen den beiden liegt das Schutzfeld. Ist der Lichtweg nicht unterbrochen, führen die Ausgänge OSSD1 und OSSD2 Spannung und werden von dem Sicherheitsschaltgerät ausgewertet. Bei einer Unterbrechung des Lichtwegs schalten die beiden Ausgänge ab und das Sicherheitsschaltgerät öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist der Lichtweg ununterbrochen und der Rückführkreis geschlossen, kann wieder eingeschaltet werden. Abhängig von der Applikation kann dies automatisch oder durch einen Starttaster geschehen.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Lichtvorhang	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
SICK C4000	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73136329)

3.4.3 Zugangsüberwachung durch einen Lichtvorhang bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Um den Zugang zu einem offenen Gefahrenbereich zu überwachen, können sogenannte berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen, wie zum Beispiel ein Lichtvorhang, eingesetzt werden. Bei Unterbrechung des Lichtwegs wird ein Abschaltsignal ausgelöst.

Aufbau

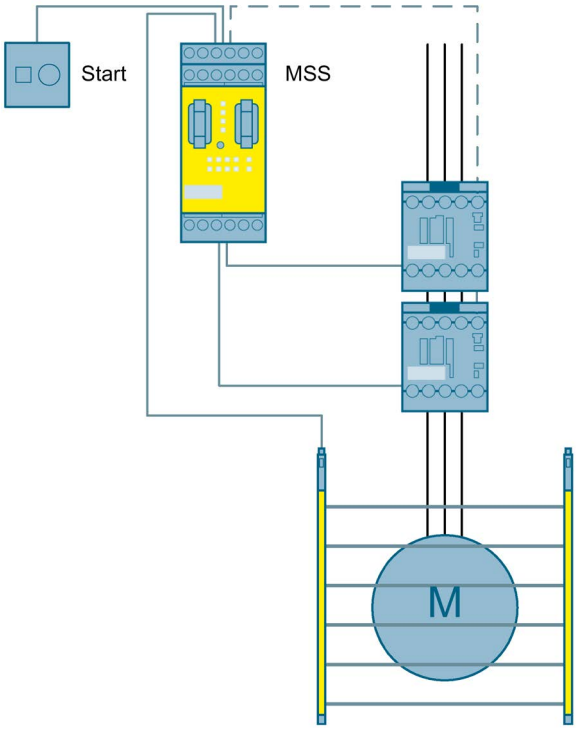
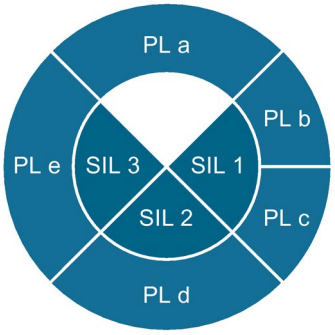


Bild 3-21 Zugangsüberwachung durch einen Lichtvorhang bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Der Lichtvorhang besteht aus einer Sende- und einer Empfangseinheit. Zwischen den beiden liegt das Schutzfeld. Ist der Lichtweg nicht unterbrochen, führen die Ausgänge OSSD1 und OSSD2 Spannung und werden von dem Modularen Sicherheitssystem ausgewertet. Bei einer Unterbrechung des Lichtwegs schalten die beiden Ausgänge ab und das Modulare Sicherheitssystem öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist der Lichtweg ununterbrochen und der Rückführkreis geschlossen, kann wieder eingeschaltet werden. Abhängig von der Applikation kann dies automatisch oder durch einen Starttaster geschehen.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Lichtvorhang	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
SICK C4000	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69064070)

3.4.4 Zugangsüberwachung durch eine Schaltmatte bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Um den Zugang zu einem offenen Gefahrenbereich zu überwachen, können Schaltmatten eingesetzt werden, die bei Betreten ein Abschaltsignal auslösen.

Aufbau

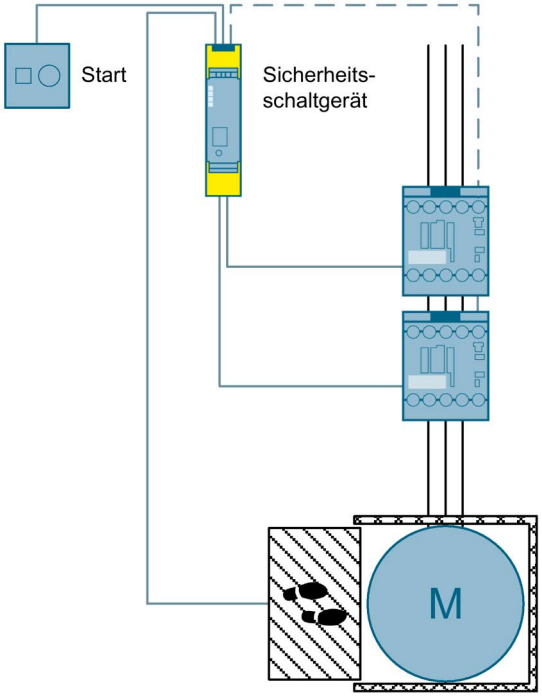
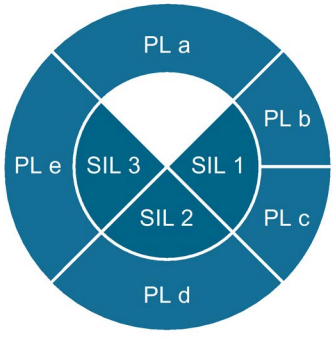


Bild 3-22 Zugangsüberwachung durch eine Schaltmatte bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Mit dem Sicherheitsschaltgerät 3SK1 können Schaltmatten beruhend auf dem Öffnerprinzip (bzw. Öffner-Schließer) ausgewertet werden. Bei diesem Prinzip wird der zweikanalige Sensorkreis bei Betreten unterbrochen. Das Sicherheitsschaltgerät öffnet daraufhin die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist die Schaltmatte frei und der Rückführkreis geschlossen, kann wieder eingeschaltet werden. Abhängig von der Applikation kann dies automatisch oder durch einen Starttaster geschehen.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Schaltmatte	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/77262359)

3.4.5 Zugangsüberwachung durch eine Schaltmatte bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Um den Zugang zu einem offenen Gefahrenbereich zu überwachen, können Schaltmatten eingesetzt werden, die bei Betreten ein Abschaltsignal auslösen.

Aufbau

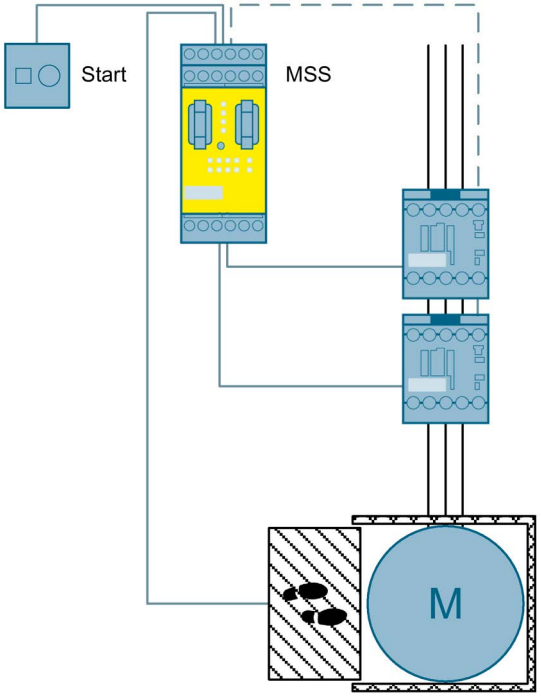
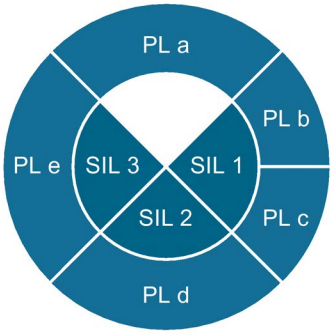


Bild 3-23 Zugangsüberwachung durch eine Schaltmatte bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Schaltmatten können entweder auf dem Öffnerprinzip oder dem Querschlussprinzip beruhen. Beim Öffnerprinzip wird der zweikanalige Sensorkreis bei Betreten unterbrochen. Hingegen wird beim Querschlussprinzip ein Querschluss zwischen den beiden Sensorkreisen beim Betreten ausgelöst. In beiden Fällen wird das Signal vom Modularen Sicherheitssystem ausgewertet. Das Modulare Sicherheitssystem öffnet daraufhin die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist die Schaltmatte frei und der Rückführkreis geschlossen, kann wieder eingeschaltet werden. Abhängig von der Applikation kann dies automatisch oder durch einen Starttaster geschehen.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Schaltmatte	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/77262361)

3.4.6 Bereichsüberwachung durch einen Laserscanner bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Um ganze Bereiche auf unbefugten Zutritt zu überwachen, werden häufig Laserscanner eingesetzt. Diese überwachen großflächig einen Gefahrenbereich und lösen bei Erkennung von Objekten ein Abschaltsignal aus.

Aufbau

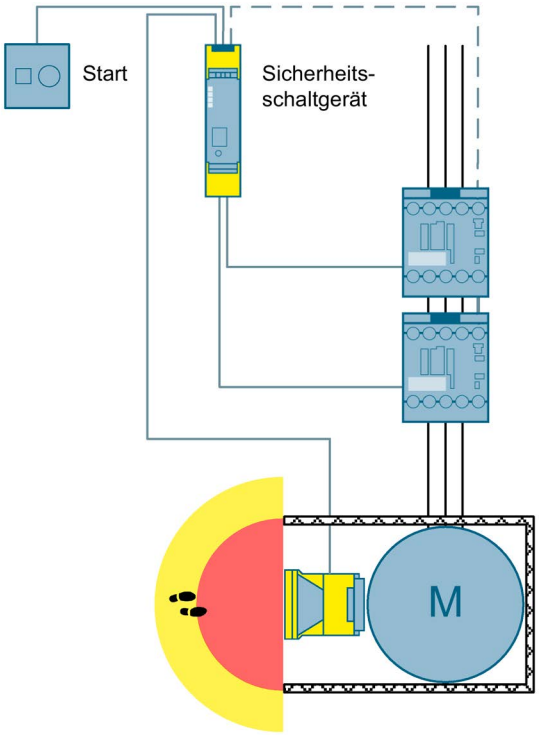
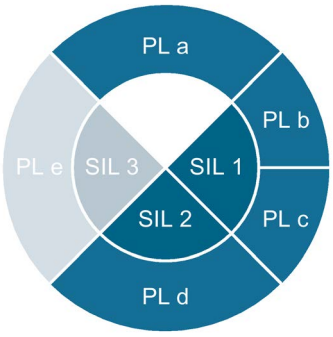


Bild 3-24 Bereichsüberwachung durch einen Laserscanner bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Der Laserscanner überwacht großflächig einen Sicherheitsbereich. Dieser kann in der Regel in einen Warnbereich und einen Gefahrenbereich eingeteilt werden. Bei Eintritt in den Warnbereich wird eine Warnung zum Beispiel durch eine Meldeleuchte ausgegeben. Hingegen wird bei Eintritt in den Sicherheitsbereich die Maschine abgeschaltet.



Dabei führen während des Betriebs die Ausgänge OSSD1 und OSSD2 Spannung und werden von dem Sicherheitsschaltgerät ausgewertet. Bei einer Unterbrechung des Lichtwegs schalten die beiden Ausgänge ab und das Sicherheitsschaltgerät öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist der Lichtweg ununterbrochen und der Rückführkreis geschlossen, kann wieder eingeschaltet werden. Abhängig von der Applikation kann dies automatisch oder durch einen Starttaster geschehen.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Laserscanner	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
SICK S3000	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/77262367)

3.4.7 Bereichsüberwachung durch einen Laserscanner bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Um ganze Bereiche auf unbefugten Zutritt zu überwachen, werden häufig Laserscanner eingesetzt. Diese überwachen großflächig einen Gefahrenbereich und lösen bei Erkennung von Objekten ein Abschaltsignal aus.

Aufbau

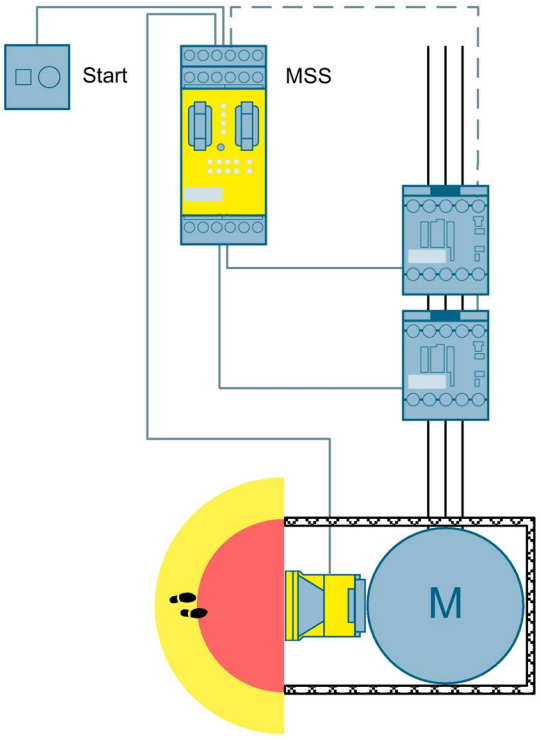
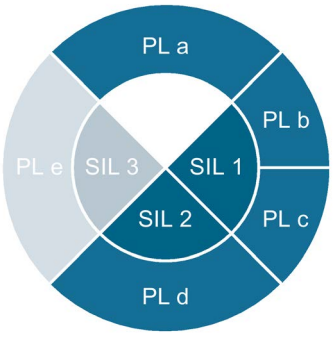


Bild 3-25 Bereichsüberwachung durch einen Laserscanner bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Der Laserscanner überwacht großflächig einen Gefahrenbereich. Dieser kann in der Regel in einen Warnbereich und einen Sicherheitsbereich eingeteilt werden. Bei Eintritt in den Warnbereich wird eine Warnung zum Beispiel durch eine Meldeleuchte ausgegeben. Hingegen wird bei Eintritt in den Sicherheitsbereich die Maschine abgeschaltet.



Dabei führen während des Betriebs die Ausgänge OSSD1 und OSSD2 Spannung und werden von dem Sicherheitsschaltgerät ausgewertet. Bei einer Unterbrechung des Lichtwegs schalten die beiden Ausgänge ab und das Sicherheitsschaltgerät öffnet die Freigabekreise, wodurch die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet werden. Ist der Lichtweg ununterbrochen und der Rückführkreis geschlossen, kann wieder eingeschaltet werden. Abhängig von der Applikation kann dies automatisch oder durch einen Starttaster geschehen.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Laserscanner	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
SICK S3000	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/77284304)

3.5 Sichere Drehzahl- und Stillstandsüberwachung

3.5.1 Einleitung

In Maschinen, bei denen die Maschinenbewegung bzw. die sich bewegenden Teile eine Gefährdung für Mensch und Maschine ausgehen kann, wird häufig eine Drehzahl- oder Stillstandsüberwachung eingesetzt.

Oftmals sind diese Applikationen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen (Schutztür) und Schutztürzuhaltung realisiert.

Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung dienen dazu, Gefahrenbereiche vor ungewolltem Betreten zu sichern. Das hat meistens zwei Gründe:

1. Zum Schutz des Menschen vor nachlaufenden gefährlichen Maschinenbewegungen, hohen Temperaturen etc. Hier gibt die ISO 14119 bzw. EN 1088 Leitsätze zur Gestaltung und Auswahl von Verriegelungseinrichtungen. In dieser Norm wird gefordert, dass erst nach dem Stoppen der gefährlichen Maschinenbewegung der Gefahrenbereich zugänglich sein darf.
2. Eine Zuhaltung kann aus Gründen der Prozesssicherheit sinnvoll sein. Dieser Fall tritt ein, wenn die Gefahr nach dem Öffnen der Schutzeinrichtung gestoppt wird, aber dadurch Schäden an der Maschine oder dem Werkstück entstehen können. Hier wird erst die Maschine in eine geordnete Halteposition gefahren, bevor der Zugang frei gegeben wird.

Bei der Drehzahlüberwachung wird eine Schutztürzuhaltung z. B. erst dann entriegelt, wenn das sich bewegende Teil zum Stillstand gekommen ist, oder bei einer sicheren Drehzahl läuft.

Im Gegensatz zur Drehzahlüberwachung wird bei der Stillstandüberwachung z. B. die Schutztürzuhaltung nur dann entriegelt, wenn der Stillstand erreicht wurde.

3.5.2 Sichere Drehzahlüberwachung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Sicherheitsschaltgerät und Drehzahlüberwachungsrelais

Anwendung

Um sicherzustellen, dass selbst im Falle eines Fehlers, die Drehzahl eines Motors begrenzt und somit der Menschen vor möglichen abfallenden Werkzeugteilen geschützt wird, wird die Drehzahl mithilfe von zwei Drehzahlüberwachungsrelais und einem Sicherheitsschaltgerät überwacht.

Aufbau

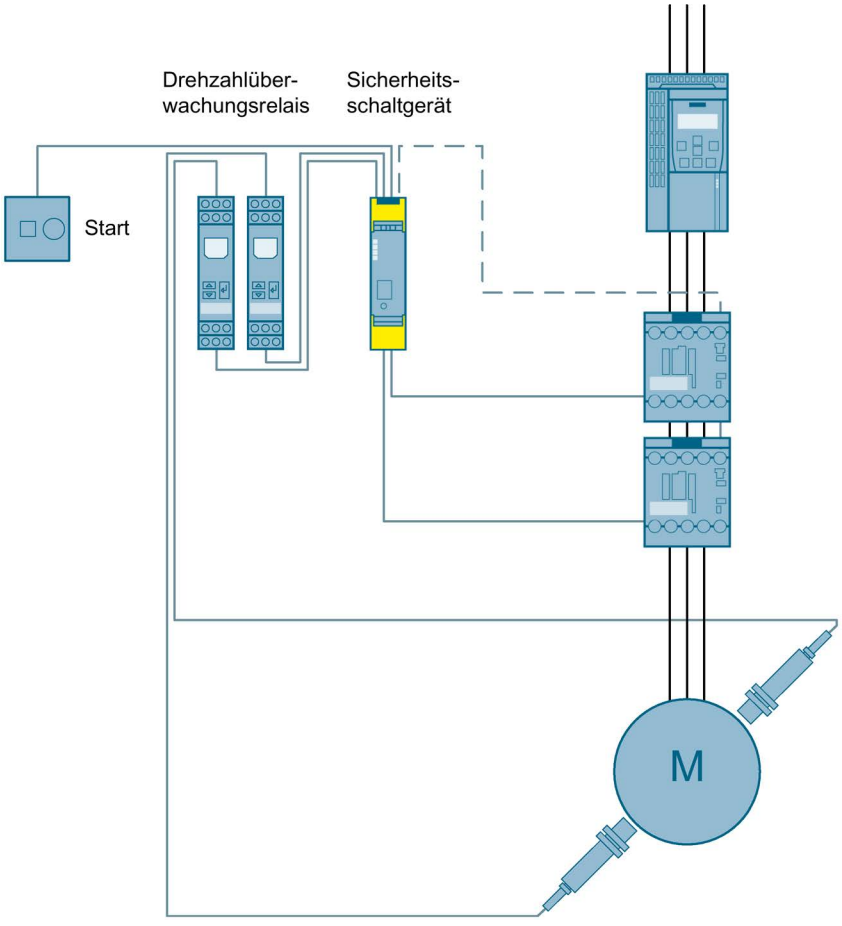
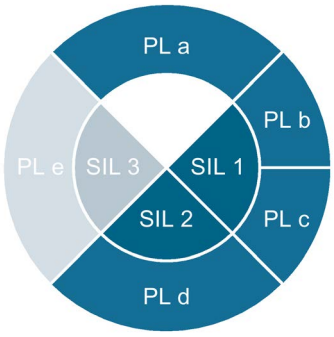


Bild 3-26 Sichere Drehzahlüberwachung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Sicherheitsschaltgerät und Drehzahlüberwachungsrelais

Funktionsweise

Durch den redundanten Einsatz von zwei Standard-Drehzahlüberwachungsrelais ist es möglich, bis zu SIL 2 bzw. PL d zu erreichen. Dabei wird an den beiden Drehzahlüberwachungsrelais eine bestimmte Drehzahlgrenze bzw. ein bestimmter Drehzahlbereich (Ober- und Untergrenze) eingestellt. Diese überwachen die Drehzahl des Motors kontinuierlich und geben das Einhalten bzw. Überschreiten der Drehzahlgrenze bzw. des Drehzahlbereichs über Relaiskontakte aus.



Das Sicherheitsschaltgerät wiederum überwacht die Signale der Drehzahlüberwachungsrelais auf Diskrepanz sowie Querschluss.
Überschreitet die Drehzahl des Motors die Drehzahlgrenze bzw. verlässt den Drehzahlbereich, wird der Motor sofort sicherheitsgerichtet abgeschaltet.
Ist die Drehzahl des Motors wieder unter die Drehzahlgrenze gefallen bzw. befindet sich innerhalb des Drehzahlbereichs oder im Stillstand und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.

Hinweis

Werden zwei redundante Überwachungsrelais im Sensorkreis zur Erfassung von Prozessgrößen verwendet, kann es gegebenenfalls dazu führen, dass ein Überwachungsrelais eine Grenzwertüberschreitung vor dem Anderen erkennt. Ursächlich dafür können Einstell- und Messabweichungen der Geräte und der externen Sensoren sein.

In dem oben aufgeführten Beispiel könnte bei einem kontinuierlichen Anstieg der Drehzahl ein Überwachungsrelais die Grenzwertüberschreitung kurz vor dem Zweiten erkennen. In diesem Fall wird die Energieversorgung des Antriebs abgeschaltet. Die Drehzahl sinkt unmittelbar. Aufgrund des notwendigen Kreuzvergleichs der Eingänge in der sicherheitsgerichteten Auswertung bleibt ein Diskrepanzfehler anstehen. Ein Wiedereinschalten der Applikation ist erst nach einem Null-Durchgang beider Kanäle möglich. In diesem Fall müssen die Überwachungsrelais überprüft und manuell zurückgesetzt werden.

Dieses Verhalten kann bei der Überwachung von langsam ansteigenden Prozessgrößen auftreten. Möglichkeiten zur Vermeidung eines Diskrepanzfehlers sind z.B.:

- Empirische Ermittlung der Einstellparameter zur Synchronisation der Überwachungsrelais
- Identischer Aufbau der externen Sensoren (Sensoren gleichen Typs, gleiche Kabellängen etc.)

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Drehzahlüberwachungsrelais	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
		
2x 3UG4651 (http://www.siemens.de/sirius-ueberwachen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69065516)

Schreiben zum Einsatz von Sicherheitsschaltern bis SIL 2 bzw. PL d
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/35443942)

3.5.3 Sichere Drehzahlüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Drehzahlwächter

Anwendung

Um sicherzustellen, dass selbst im Falle eines Fehlers, die Drehzahl eines Motors begrenzt und somit der Menschen vor möglichen abfallenden Werkzeugteilen geschützt wird, wird die Drehzahl mithilfe eines Drehzahlwächters überwacht.

Aufbau

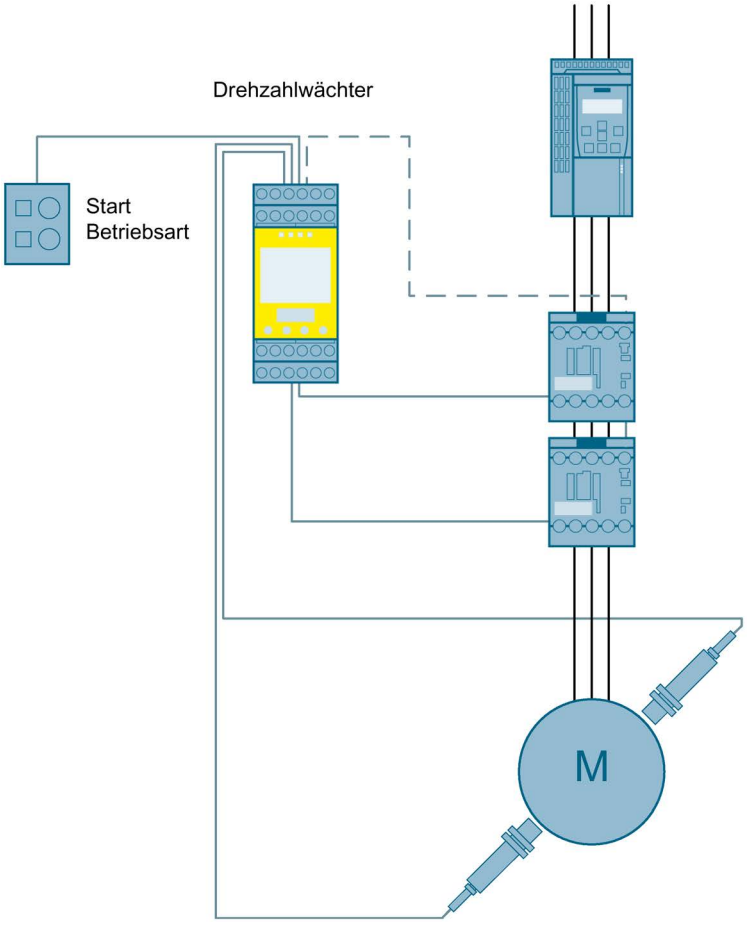
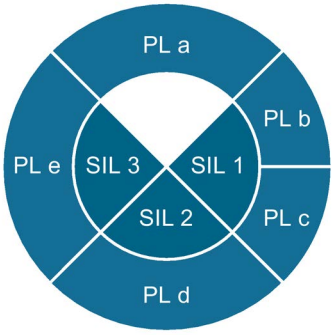


Bild 3-27 Sichere Drehzahlüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Drehzahlwächter

Funktionsweise

Am Drehzahlwächter wird eine bestimmte Drehzahlgrenze bzw. ein bestimmter Drehzahlbereich (Ober- und Untergrenze) eingestellt.
Über einen Betriebsartenschalter kann zwischen Einricht- und Automatikbetrieb mit individuellen Drehzahlbereichen gewechselt werden.
Bei Über- oder Unterschreitung des jeweiligen Drehzahlfensters werden die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet.

Sobald die Aktorik abgeschaltet hat und der Rückführkreis geschlossen ist, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Drehzahlwächter	Schütz
	
3TK2810-1 (http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/de/sicherheitstechnik/3TK28)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69065043)

3.5.4 Sichere Stillstandsüberwachung inkl. Schutztürzuhaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Das Modulare Sicherheitssystem überwacht eine Schutztür. Der Stillstandswächter stellt sicher, dass während des Betriebs des Motors kein Zugang zu den sich bewegenden, gefahrbringenden Maschinenteilen, gestattet wird.

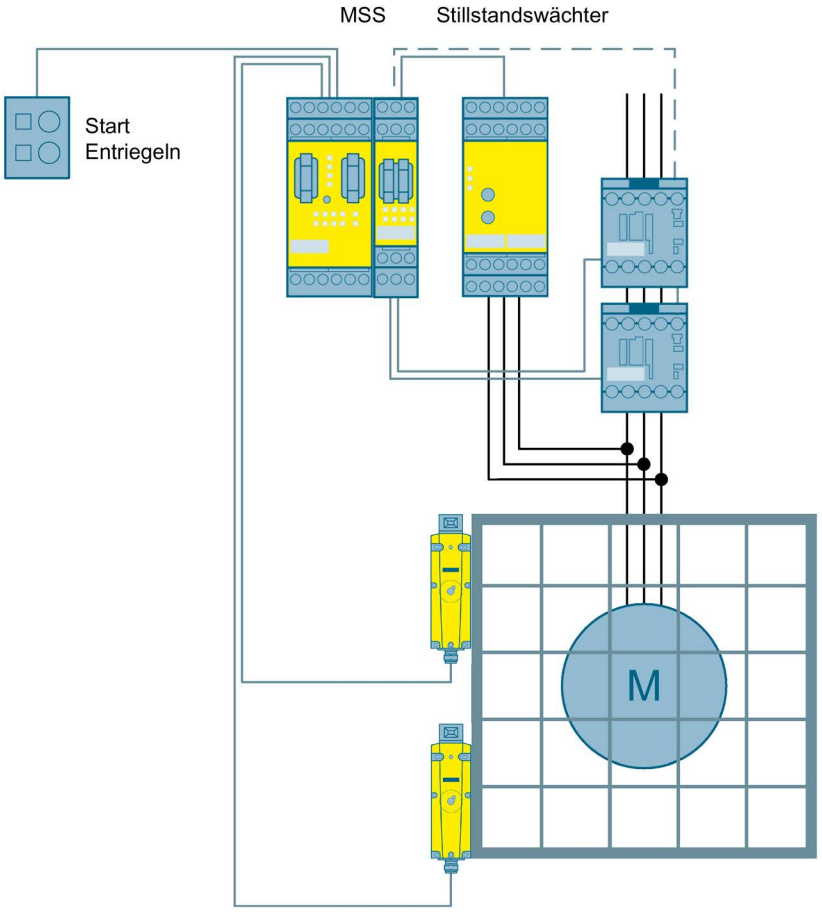
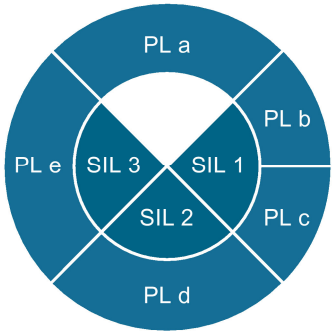


Bild 3-28 Sichere Stillstandsüberwachung inkl. Schutztürzuhaltung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Der sichere Stillstandswächter 3TK2810-0 misst eine durch Restmagnetisierung induzierte Spannung des auslaufenden Motors an drei Klemmen der Ständerwicklung. Geht die Induktionsspannung gegen 0, bedeutet dies für das Gerät Motorstillstand und die Ausgangsrelais werden aktiviert.



Das Modulare Sicherheitssystem überwacht dieses Signal vom Stillstandswächter sowie die beiden Sicherheitsschalter.

Wird Motorstillstand erkannt und der Taster zum Entriegeln betätigt, wird die Zuhaltung entriegelt und die Schutztür kann geöffnet werden. Gleichzeitig werden die Schütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet und somit ein unerwarteter Wiederanlauf des Motors verhindert.

Ist die Tür verriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.

Der Not-Halt stellt eine zusätzliche Sicherheitsfunktion dar, die hier nicht weiter betrachtet wird.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter mit Zuhaltung	Stillstandswächter	Modulares Sicherheitssystem	Erweiterungsmodul	Schütz
				
2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3TK2810-0 (http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/de/sicherheitstechnik/3TK28)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69065515)

3.5.5 Sichere Drehzahl-, Schutztür- und Zuhaltungsüberwachung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Modularen Sicherheitssystem und Drehzahlüberwachungsrelais

Anwendung

Das Modulare Sicherheitssystem stellt mithilfe der Drehzahlüberwachungsrelais sicher, dass ab einer einstellbaren Drehzahl, kein Zugang zu den sich bewegenden, gefahrbringenden Maschinenteilen, gestattet wird.

Aufbau

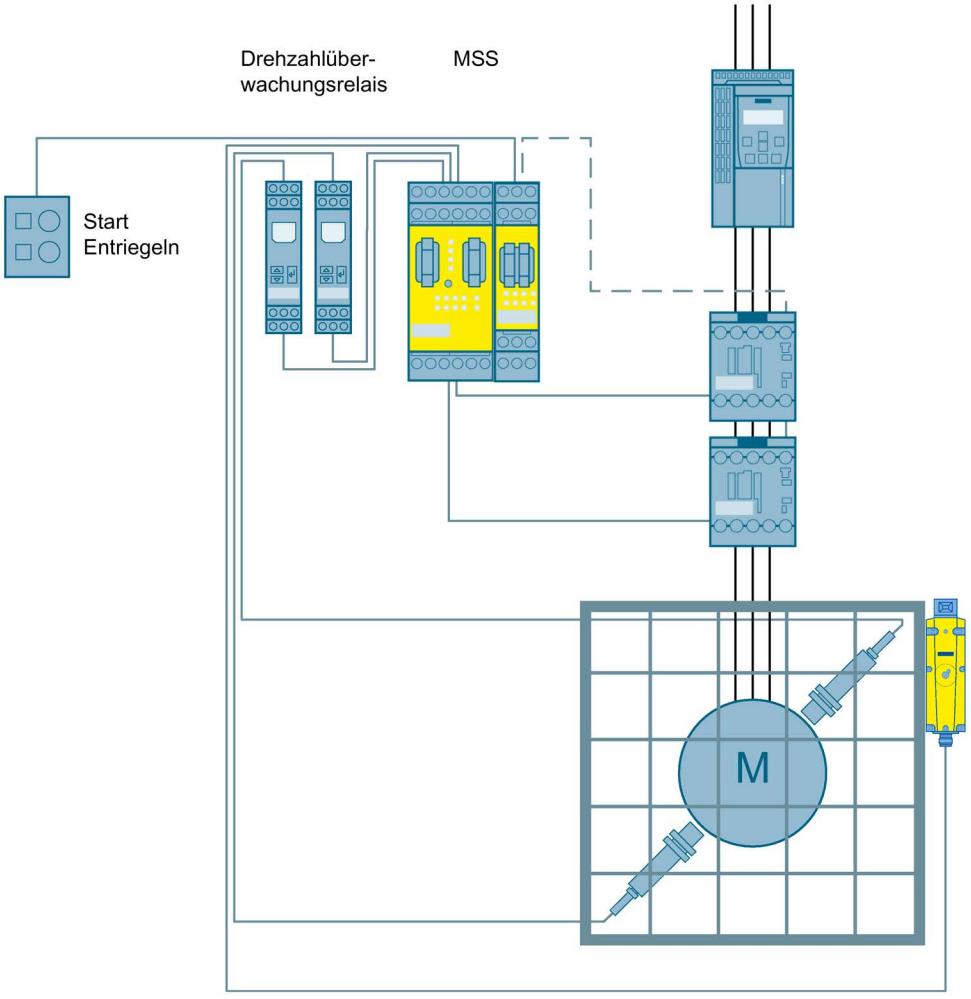
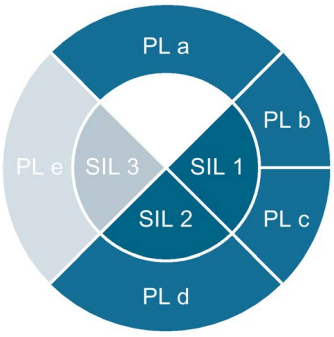


Bild 3-29 Sichere Drehzahl-, Schutztür- und Zuhaltungsüberwachung bis SIL 2 bzw. PL d mit einem Modularen Sicherheitssystem und Drehzahlüberwachungsrelais

Funktionsweise

Durch den redundanten Einsatz von zwei Standard-Drehzahlüberwachungsrelais ist es möglich, bis zu SIL 2 bzw. PL d zu erreichen. Dabei wird an den Drehzahlüberwachungsrelais ein sicheres Drehzahlfenster eingestellt. Solange sich die Drehzahl außerhalb dieses sicheren Drehzahlfensters befindet, wird der Zugang zu den sich bewegenden, gefahrbringenden Maschinenteilen durch eine Schutztür mit Zuhaltung verhindert. Das Modulare Sicherheitssystem überwacht die Signale der Drehzahlüberwachungsrelais sowie die beiden Sicherheitsschalter.



Solange sich die Drehzahl des Motors innerhalb des sicheren Drehzahlfensters befindet, kann durch Betätigen des Entriegeln-Tasters die Zuhaltung entriegelt und die Schutztür geöffnet werden. Überschreitet die Drehzahl des Motors das sichere Drehzahlfenster, während die Tür geöffnet ist, wird der Motor sofort sicherheitsgerichtet abgeschaltet. Ist die Tür verriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.

In diesem Beispiel ist die Sicherheitsfunktion „Schutztürüberwachung“ sowie die Sicherheitsfunktion "Schutztürzuhaltung" bis SIL 2 bzw. PL d ausgelegt.

Unter Berücksichtigung von Fehlerausschlüssen ist der Einsatz von nur einem Sicherheitsschalter mit oder ohne Zuhaltung bis SIL 2 bzw. PL d zulässig. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem unten aufgeführten Schreiben.

Hinweis

Werden zwei redundante Überwachungsrelais im Sensorkreis zur Erfassung von Prozessgrößen verwendet, kann es gegebenenfalls dazu führen, dass ein Überwachungsrelais eine Grenzwertüberschreitung vor dem Anderen erkennt. Ursächlich dafür können Einstell- und Messabweichungen der Geräte und der externen Sensoren sein.

In dem oben aufgeführten Beispiel könnte bei einem kontinuierlichen Anstieg der Drehzahl ein Überwachungsrelais die Grenzwertüberschreitung kurz vor dem Zweiten erkennen. In diesem Fall wird die Energieversorgung des Antriebs abgeschaltet. Die Drehzahl sinkt unmittelbar. Aufgrund des notwendigen Kreuzvergleichs der Eingänge in der sicherheitsgerichteten Auswertung bleibt ein Diskrepanzfehler anstehen. Ein Wiedereinschalten der Applikation ist erst nach einem Null-Durchgang beider Kanäle möglich. In diesem Fall müssen die Überwachungsrelais überprüft und manuell zurückgesetzt werden.

Dieses Verhalten kann bei der Überwachung von langsam ansteigenden Prozessgrößen auftreten. Möglichkeiten zur Vermeidung eines Diskrepanzfehlers sind z. B.:

- Empirische Ermittlung der Einstellparameter zur Synchronisation der Überwachungsrelais
- Identischer Aufbau der externen Sensoren (Sensoren gleichen Typs, gleiche Kabellängen etc.)

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter mit Zuhaltung	Drehzahlüberwachungs-relais	Modulares Sicherheitssystem	Erweiterungsmodul	Schütz
				
3SE5 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	2x 3UG4651 (http://www.siemens.de/sirius-ueberwachen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/77284310)

Schreiben zum Einsatz von Sicherheitsschaltern bis SIL 2 bzw. PL d
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/35443942)

3.5.6 Sichere Drehzahl-, Schutztür- und Zuhaltungsüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Drehzahlwächter

Anwendung

Der Drehzahlwächter stellt sicher, dass ab einer einstellbaren Drehzahl, kein Zugang zu den sich bewegenden, gefahrbringenden Maschinenteilen, gestattet wird.

Aufbau

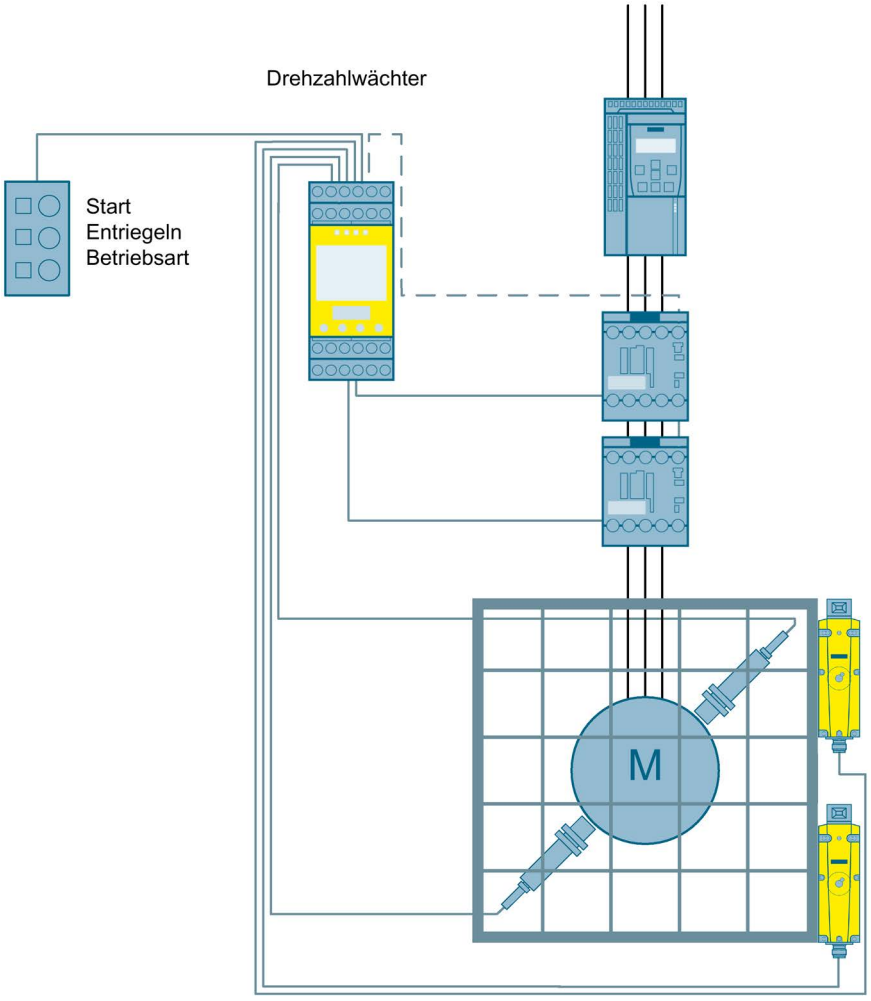
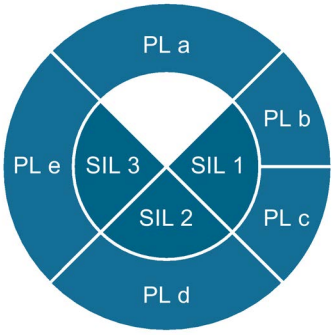


Bild 3-30 Sichere Drehzahl-, Schutztür- und Zuhaltungsüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Drehzahlwächter

Funktionsweise

Am Drehzahlwächter wird ein sicheres Drehzahlfenster eingestellt. Solange sich die Drehzahl außerhalb dieses sicheren Drehzahlfensters befindet, wird der Zugang zu den sich bewegenden, gefahrbringenden Maschinenteilen durch eine Schutztür mit Zuhaltung verhindert. Gleichzeitig überwacht der Drehzahlwächter die Stellung der Schutztür.



Über einen Betriebsartenschalter kann zwischen Einricht- und Automatikbetrieb mit individuellen Drehzahlfenstern gewechselt werden. Über zwei Relaisausgänge werden ein erkannter Stillstand und das Einhalten des eingestellten Drehzahlfensters ausgegeben

Im Automatikbetrieb bleibt die Schutztür verriegelt, solange kein Stillstand erkannt wird. Bei Über- oder Unterschreitung des Automatik-Drehzahlfensters werden die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet abgeschaltet.
Im Einrichtbetrieb ist die Schutztür dauerhaft freigegeben. Bei Über- oder Unterschreitung des Einricht-Drehzahlfensters werden die Leistungsschütze abgeschaltet.

Bei geöffneter Schutztür stellt der Drehzahlwächter sicher, dass der Motor nicht eingeschaltet werden kann. Ist die Tür geschlossen und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Sicherheitsschalter mit Zuhaltung	Drehzahlwächter	Schütz
		
2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3TK2810-1 (http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/de/sicherheitstechnik/3TK28)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/77284316)

3.6 Sicheres Bedienen

3.6.1 Einleitung

Muss ein Bediener in einem gefährlichen Bereich einer Maschine hantieren, z. B. beim Einlegen oder Entnehmen von Werkstücken bei Pressen, Stanzen oder ähnlichen Maschinen, müssen Sicherheitsfunktionen für das sichere Bedienen der Maschine umgesetzt werden. Das Starten der gefahrbringenden Bewegung darf z. B. erst erfolgen, wenn sich kein Körperteil des Bedieners im Gefahrenbereich aufhält. Eine Möglichkeit, dies zu gewährleisten, ist der Einsatz einer Zweihandbedienung. Hier muss der Bediener mit beiden Händen jeweils einen Taster annährend gleichzeitig betätigen, um die Maschine bzw. die gefahrbringende Bewegung zu starten. Das Loslassen der Taster führt zum Stopp der Maschine bzw. der Bewegung.

Das folgende Kapitel enthält Applikationsbeispiele mit Zweihandbedienung zum sicheren Bedienen einer Maschine.

Hinweis

Die Auswahl einer Zweihandschaltung als eine geeignete Sicherheitseinrichtung hängt von der Risikobeurteilung ab.

3.6.2 Zweihandbedienung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zweihandbedienpulte bestehen aus zwei Tastern, die simultan betätigt werden müssen, um eine Maschine zu betreiben. Dadurch wird verhindert, dass der Bediener während des Betriebs in den Gefahrenbereich greifen kann.

Aufbau

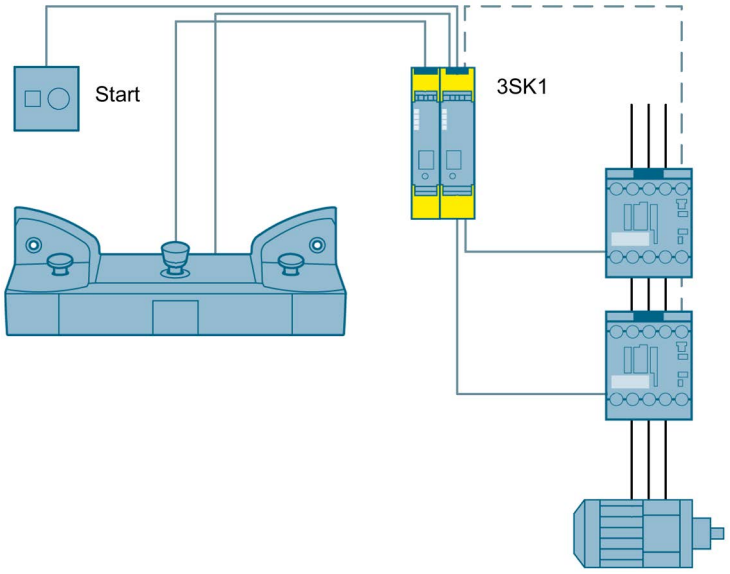


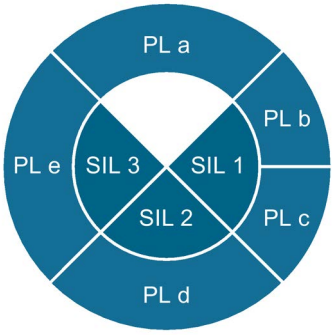
Bild 3-31 Zweihandbedienung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Durch die Bedingung der simultanen Betätigung beider Taststellen ist der Bediener an das Zweihandbedienpult gebunden und kann so nicht in den Gefahrenbereich greifen. Das Sicherheitsschaltgerät schaltet die Freigabekreise nur, wenn beide Signale innerhalb von 500 ms anliegen und der Rückführkreis geschlossen ist.

Bei Loslassen einer der beiden Taster schaltet das Sicherheitsschaltgerät die Maschine sofort sicherheitsgerichtet ab.

Nach Betätigung des Not-Halts muss durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Zweihandbedienpult	Sicherheitsschaltgerät	Eingangserweiterung	Schütz
			
3SB38 (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/74562494)

3.6.3 Zweihandbedienung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zweihandbedienpulte bestehen aus zwei Tastern, die simultan betätigt werden müssen, um eine Maschine zu betreiben. Dadurch wird verhindert, dass der Bediener während des Betriebs in den Gefahrenbereich greifen kann.

Aufbau

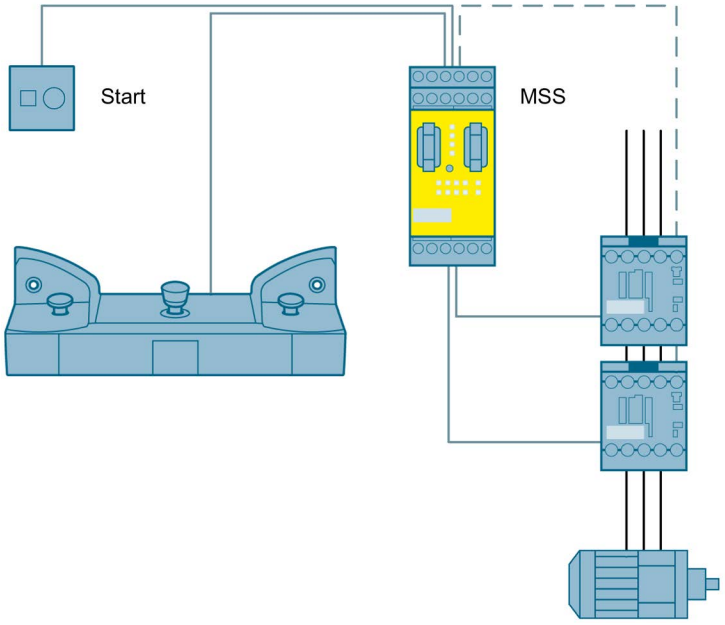
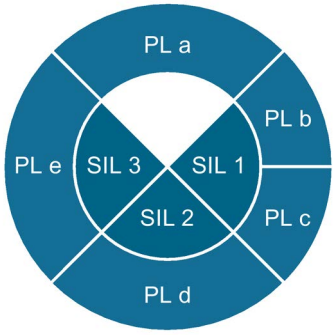


Bild 3-32 Zweihandbedienung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Durch die Bedingung der simultanen Betätigung beider Taststellen ist der Bediener an das Zweihandbedienpult gebunden und kann so nicht in den Gefahrenbereich greifen. Das Modulare Sicherheitssystem schaltet die Freigabekreise nur wenn beide Signale innerhalb von 500 ms anliegen und der Rückführkreis geschlossen ist.



Bei Loslassen einer der beiden Taster schaltet das Modulare Sicherheitssystem die Maschine sofort sicherheitsgerichtet ab.

Durch einen vierkanaligen Aufbau im Zweihandbedienpult wird sichergestellt, dass ein mögliches Verschweißen einer der Kontakte unmittelbar erkannt wird.

Nach Betätigung des Not-Halt-Befehlsgeräte muss durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden,

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Zweihandbedienpult	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
		
3SB38 (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan, MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/69064071)

3.7 Typische Kombinationen mehrerer Sicherheitsfunktionen

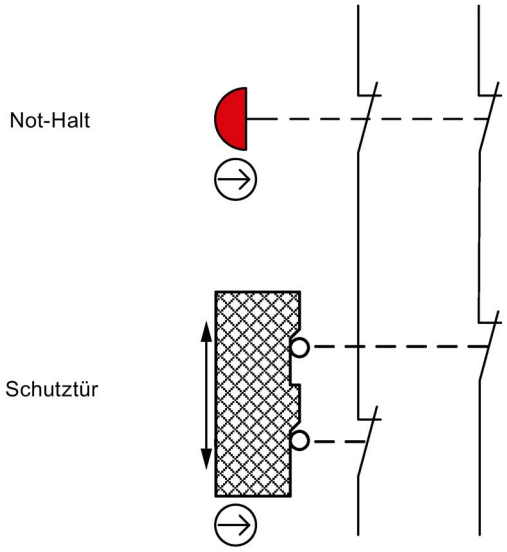
3.7.1 Einleitung

In den seltensten Fällen genügt es, an einer Maschine nur eine Sicherheitsfunktion umzusetzen. Häufig werden verschiedene Sicherheitsfunktionen aus den vorangegangenen Kapiteln gleichzeitig an einer Maschine umgesetzt, um das nötige Maß an Sicherheit zu erreichen.

Im folgenden Kapitel werden Applikationsbeispiele gezeigt, die typische Kombinationen von Sicherheitsfunktionen beinhalten.

Bedingungen bei Reihenschaltung von Not-Halt-Befehlsgeräten und Schutztür-Überwachung mit Positionsschaltern

Not-Halt-Befehlsgeräte und Positionsschalter dürfen bis PL d (nach ISO 13849) bzw. SIL 2 (nach IEC 62061) in Reihe geschaltet werden, wenn ausgeschlossen werden kann, dass nicht das Not-Halt-Befehlsgerät und die Schutztür gleichzeitig betätigt werden (da sonst keine Fehleraufdeckung erfolgen kann).



Kopplung bzw. Kaskadierung von Sicherheitsfunktionen

Sollen zwei oder mehrere Anlagenteile miteinander gekoppelt werden, d. h. die Anforderung einer Sicherheitsfunktion in einem Anlagenteil löst die Anforderung einer Sicherheitsfunktion im anderen Anlagenteil aus, muss die Übertragung des Signals denselben Anforderungen an die Sicherheitsfunktion im betroffenen Anlagenteil genügen.

Beispiel:

In beiden Anlagenteilen wird ein Not-Halt-Befehlsgerät überwacht. Die Not-Halt-Funktion in Anlagenteil 1 ist nach SIL 3 bzw. PL e ausgelegt und die in Anlagenteil 2 nach SIL 2 bzw. PL d.

Während sich ein Not-Halt-Befehl, ausgelöst im Anlagenteil 2, nur auf diesen Anlagenteil auswirkt, soll ein Not-Halt-Befehl, ausgelöst im Anlagenteil 1, beide Anlagenteile sicher stillsetzen.

Da die Risikobeurteilung für Anlagenteil 2 ein SIL 2 bzw. PL d fordert, muss die Signalübertragung des Not-Halt-Befehls aus Anlagenteil 1 mindestens diesem Sicherheitslevel entsprechen. Die Signalleitungen müssen demnach querschlusssicher verlegt oder das Signal über eine sichere Kommunikation (zum Beispiel ASIsafe) übertragen werden.

Grundsätzlich gilt, dass der Gefahrenbereich von der Position, von der der Start-/Wiederanlaufbefehl erfolgt, gut einsehbar sein muss. Ob nun jeder Anlagenteil einen eigenen Starttaster benötigt, ist abhängig von der Anlage und der Risikobeurteilung.

Hinweis

Die Kopplung innerhalb eines Schaltschranks darf 1-kanalig realisiert werden, was selbst bis SIL 3 bzw. PL e zulässig ist, da die Kabelverlegung innerhalb eines Schaltschranks als P-Schlusssicher / kurzschlusssicher gilt (Fehlerausschluss gemäß ISO 13849-2).

3.7.2 Not-Halt- und Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet. Zusätzlich wird zum Abschalten der Maschine im Notfall ein Not-Halt-Befehlsgerät überwacht.

Aufbau

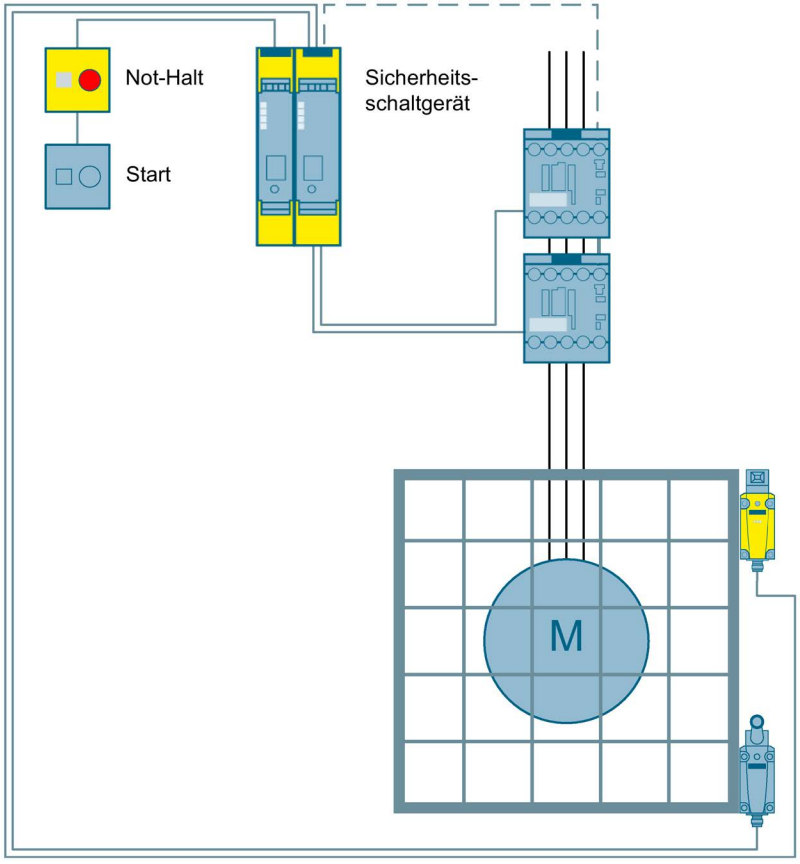
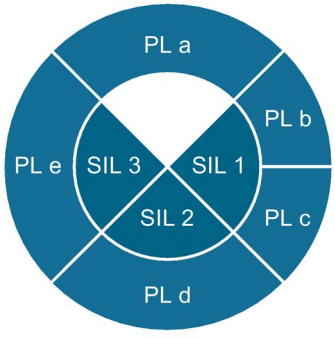


Bild 3-33 Not-Halt- und Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Das Sicherheitsschaltgerät überwacht die beiden Sicherheitsschalter sowie die beiden Not-Halt-Kontakte über eine zusätzliche Eingangserweiterung. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgerätes oder Öffnen der Schutztür öffnet das Sicherheitsschaltgerät die Freigabekreise und schaltet die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet ab.

Ist die Tür geschlossen, das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Positionsschalter		Sicherheitsschaltgerät	Eingangserweiterung	Schütz
					
3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)		3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/74562495)

3.7.3 Not-Halt- und Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Anwendung

Zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen werden häufig Schutztüren eingesetzt. Diese werden auf ihre Stellung überwacht und gegebenenfalls der Bereich, von dem die Gefahr ausgeht, abgeschaltet. Zusätzlich wird zum Abschalten der Maschine im Notfall ein Not-Halt-Befehlsgerät überwacht.

Aufbau

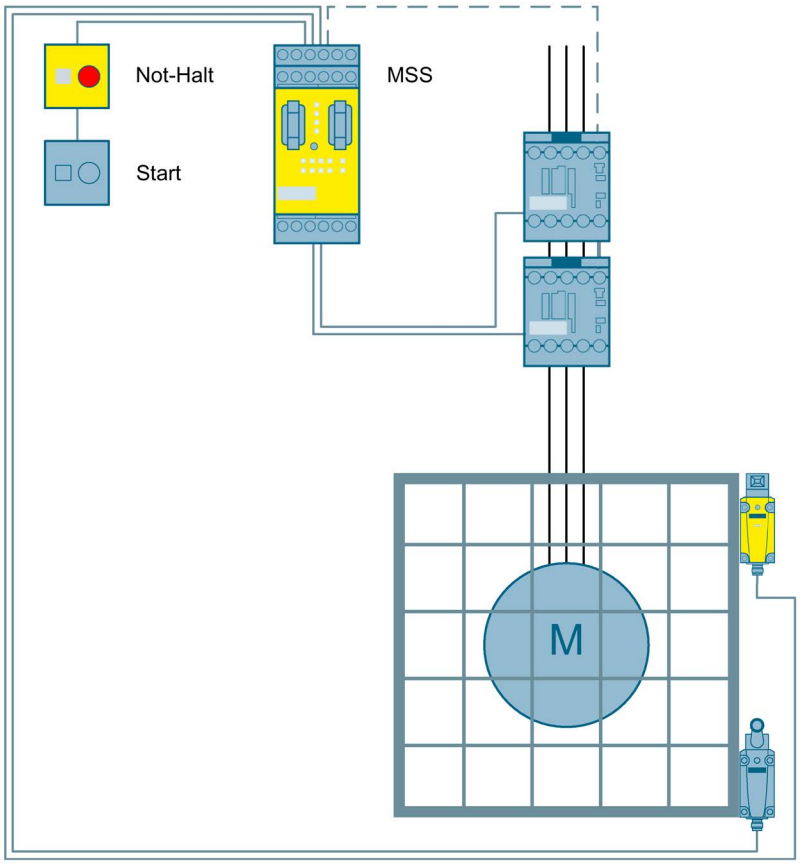
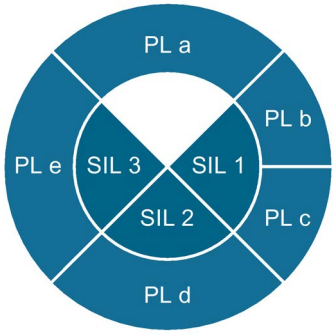


Bild 3-34 Not-Halt- und Schutztürüberwachung bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Modularen Sicherheitssystem

Funktionsweise

Das Modulare Sicherheitssystem überwacht die beiden Sicherheitsschalter sowie das Not-Halt-Befehlsgerät zweikanalig. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgerätes oder Öffnen der Schutztür öffnet das Modulare Sicherheitssystem die Freigabekreise und schaltet die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet ab.

Ist die Tür geschlossen, das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Positionsschalter		Modulares Sicherheitssystem	Schütz
				
3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)		3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/74563943)

3.7.4 Not-Halt-Abschaltung mehrerer Motoren bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Anwendung

Sollen aufgrund einer Sicherheitsanforderung mehrere Antriebe gleichzeitig abgeschaltet werden (z. B. Werkzeugschlitten, Maschinenwerkzeug, Absaugvorrichtung usw.), kann dies mithilfe von Ausgangserweiterungen mit zusätzlichen Freigabekreisen erfolgen.

Aufbau

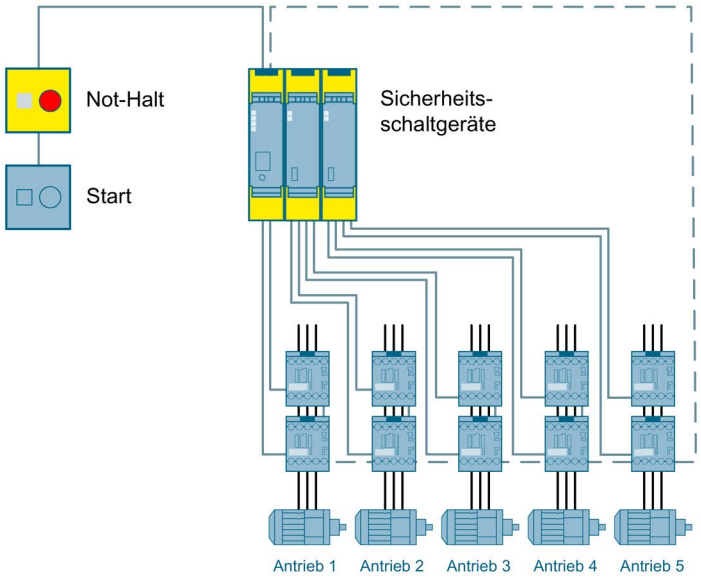
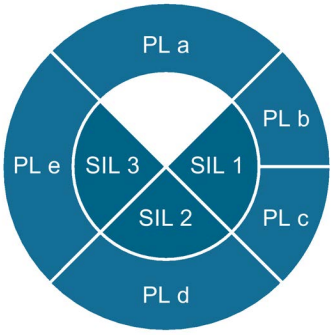


Bild 3-35 Not-Halt-Abschaltung mehrerer Motoren bis SIL 3 bzw. PL e mit einem Sicherheitsschaltgerät

Funktionsweise

Das Sicherheitsschaltgerät überwacht das Not-Halt-Befehlsgerät zweikanalig. Bei Betätigung des Not-Halt-Befehlsgerätes öffnen das Sicherheitsschaltgerät und die Ausgangserweiterungen die Freigabekreise und schalten die Leistungsschütze sicherheitsgerichtet ab. Ist das Not-Halt-Befehlsgerät entriegelt und der Rückführkreis aller Aktoren geschlossen, kann durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden.

Das Abschalten der einzelnen Antriebe stellt jeweils eine eigene Sicherheitsfunktion dar, auch wenn der Abschaltbefehl von demselben Not-Halt-Befehlsgerät und Sicherheitsschaltgerät stammt.



Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Sicherheitsschaltgerät	Ausgangserweiterung	Schütz
			
3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/74563681)

3.7.5 Kaskadierung von Sicherheitsschaltgeräten bis SIL 3 bzw. PL e

Anwendung

Die Kaskadierung von Sicherheitsschaltgeräten dient dazu, mehrere Sicherheitsschaltgeräte in Reihe zu schalten. Somit können mehrere Sicherheitsfunktionen mit gemeinsamem Abschaltpfad logisch verknüpft werden. Gleichzeitig können für eine selektive Abschaltung von Antriebselementen mehrere Freigabekreise erzeugt werden.

Aufbau

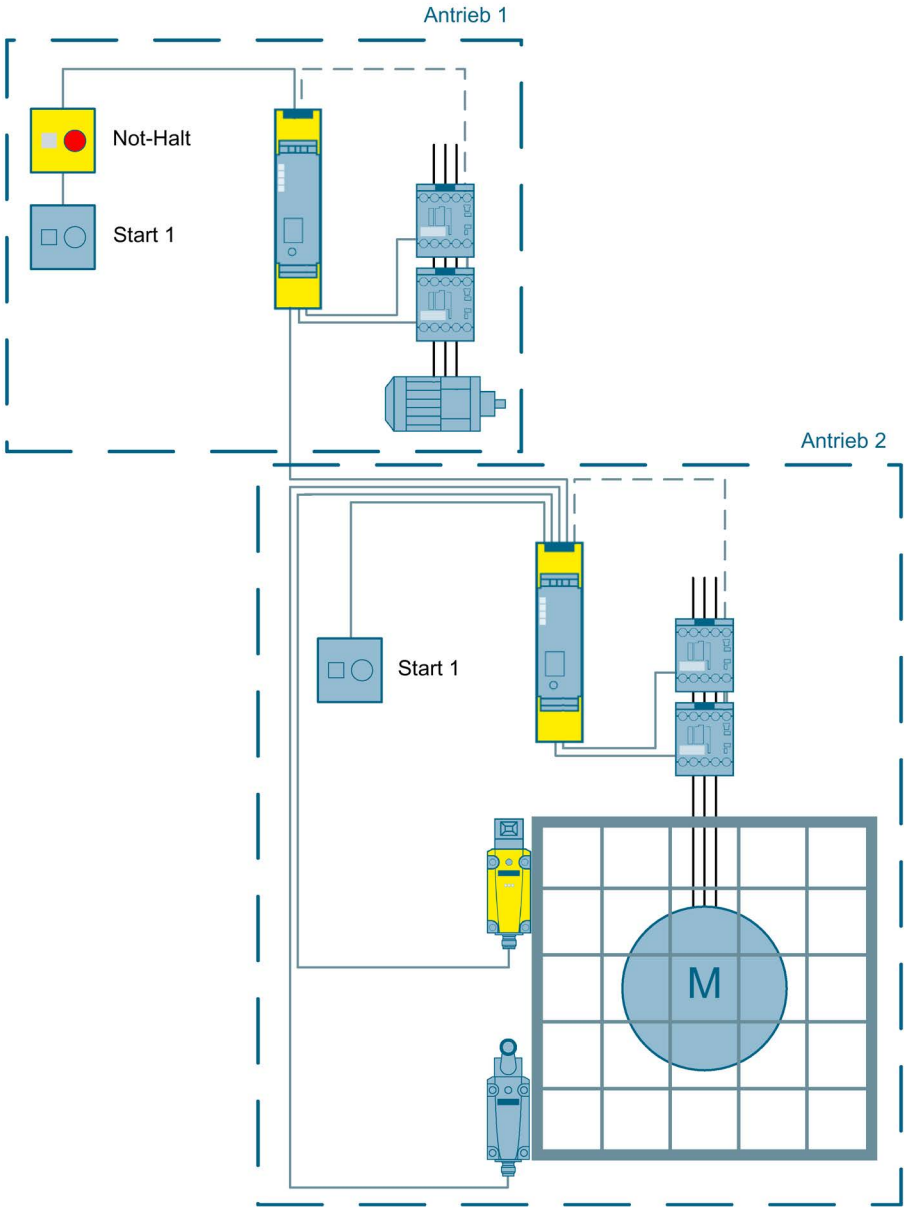
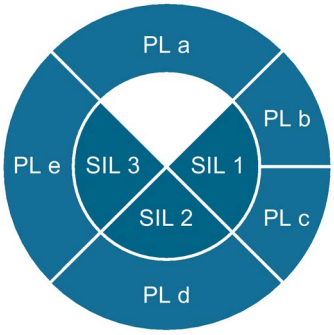


Bild 3-36 Kaskadierung von Sicherheitsschaltgeräten bis SIL 3 bzw. PL e

Funktionsweise

Die beiden dargestellten Sicherheitsschaltgeräte sind über den Kaskadiereingang miteinander verknüpft. Wird der Not-Halt am ersten Sicherheitsschaltgerät ausgelöst, schalten daraufhin beide Sicherheitsschaltgeräte ihre Aktoren ab. Hingegen wird bei Öffnen der dargestellten Schutzhaube zum Beispiel nur die dahinterliegende Aktorik abgeschaltet.

Wurde ein Not-Halt durch das übergeordnete Sicherheitsschaltgerät ausgelöst, muss das untergeordnete Sicherheitsschaltgerät manuell durch den Starttaster wieder eingeschaltet werden. Ein globaler Starttaster ist nur dann möglich, wenn alle Gefahrenbereiche von diesem Starttaster einsehbar sind.



Hinweis

Dieses Beispiel gilt für den Aufbau innerhalb eines Schaltschranks. Befinden sich die beiden Sicherheitsschaltgeräte nicht im selben Schaltschrank, sind weitere Vorkehrungen zu treffen, wie zum Beispiel eine querschlusssichere Verlegung des Kaskadiersignals.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Sicherheitsschalter	Sicherheitsschaltgerät	Schütz
			
3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	3SK1 (http://www.siemens.de/safety-relays)	2x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Siehe auch

Schaltplan und SET-Berechnung
(http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/77282496)

3.7.6 Sicherer Querverkehr zwischen mehreren Anlagenteilen bis SIL 3 bzw. PL e über AS-i

Anwendung

Um mehrere Anlagenteile logisch miteinander zu verknüpfen, wird ein Querverkehr benötigt. Dieser soll fehlersicher ausgelegt werden, um auch sichere Abschaltsignale zu übertragen. Das Modulare Sicherheitssystem bietet mit AS-i eine solche Möglichkeit.

Aufbau

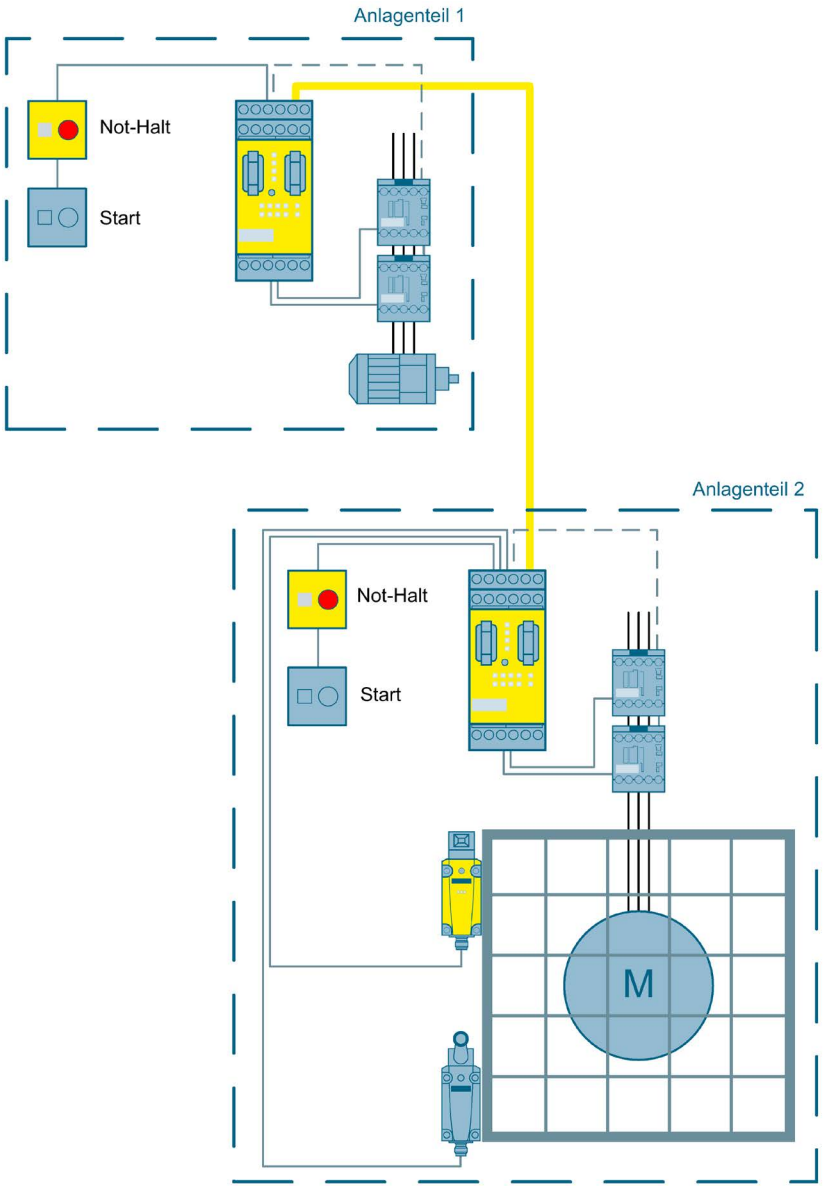
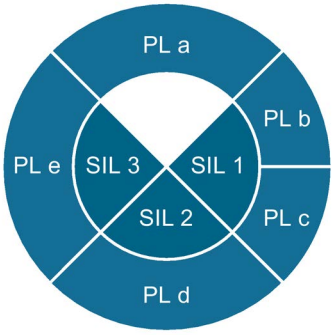


Bild 3-37 Sicherer Querverkehr zwischen mehreren Anlagenteilen bis SIL 3 bzw. PL e über AS-i

Funktionsweise

Die beiden Anlagenteile sind aufgrund des Prozesses voneinander abhängig. Wird in einem der beiden Anlagenteile ein Abschalten der Maschine eingeleitet, wird dieser Abschaltbefehl über den sicheren Querverkehr mittels AS-i an das Modulare Sicherheitssystem im anderen Anlagenteil weitergeleitet.

Zusätzlich können auch Diagnoseinformationen und Meldesignale zwischen den beiden Anlagenteilen ausgetauscht werden.



Hinweis

Ob mit einem Starttaster beide Anlagenteile wieder eingeschaltet werden können oder für jeden Anlagenteil ein eigener Starttaster notwendig ist, ist abhängig von der Anlage und der Risikobeurteilung.

Sicherheitsgerichtete Komponenten

Not-Halt-Befehlsgerät	Sicherheitsschalter	Modulares Sicherheitssystem	Schütz
			
2x 3SB3 (2-kanalig) (http://www.siemens.de/sirius-befehlen)	2x 3SE5 (http://www.siemens.de/sirius-erfassen)	2x 3RK3 (http://www.siemens.de/sirius-mss)	4x 3RT20 (http://www.siemens.de/sirius-schalten)

Hinweis

Zusätzlich zu den sicherheitsgerichteten Komponenten werden zum Betrieb eines AS-i-Netzwerks ein AS-i-Master sowie ein AS-i-Netzteil benötigt.

Siehe auch

MSS-Projekt und SET-Berechnung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/88823146)

Ausführlicher FAQ zum Thema: Sicherer Querverkehr (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/58512565)

Vorschriften und Normen 4

4.1 Vorschriften und Normen in der Europäischen Union (EU)

4.1.1 Maschinensicherheit in Europa

4.1.1.1 Rechtliche Grundlagen

Maschinenrichtlinie (2006 / 42 / EG)

Mit der Einführung des einheitlichen europäischen Binnenmarktes wurde beschlossen, dass die nationalen Normen und Vorschriften aller EG-Mitgliedsstaaten, die die technische Realisierung von Maschinen betreffen, harmonisiert werden. Dies hatte zur Folge, dass die Maschinenrichtlinie als eine Binnenmarktrichtlinie von den einzelnen Mitgliedsstaaten inhaltlich in nationales Recht umgesetzt werden musste. In Deutschland wurde der Inhalt der Maschinenrichtlinie als 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (9. ProdSV) umgesetzt. Dies geschah bei der Maschinenrichtlinie vor dem Hintergrund einheitlicher Schutzziele mit dem Zweck, technische Handelshemmnisse abzubauen. Der Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie ist entsprechend ihrer Definition "Maschine ist eine Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines beweglich ist" sehr weit gefasst. Der Anwendungsbereich erstreckt sich außerdem über auswechselbare Ausrüstungen, Sicherheitsbauteile, Lastaufnahmemittel, Ketten, Gurte, Seile, abnehmbare Gelenkwellen und unvollständige Maschinen.

Als "Maschine" wird auch eine Gesamtheit von Maschinen bezeichnet, die, damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren.

Der Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie erstreckt sich somit von einer einfachen Maschine bis hin zu einer Anlage.

Die Erfüllung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen und Gesundheitsanforderungen in Anhang I der Richtlinie ist für die Sicherheit von Maschinen zwingend notwendig. Der Hersteller muss die in Anhang I Absatz 1.1.2 genannten Grundsätze für die Integration der Sicherheit beachten.

Die Schutzziele müssen verantwortungsbewusst umgesetzt werden, um die Forderung nach Konformität mit der Richtlinie zu erfüllen. Der Hersteller einer Maschine muss den Nachweis über die Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen erbringen. Dieser Nachweis wird durch die Anwendung harmonisierter Normen erleichtert. Bei Maschinen nach Anhang IV der Maschinenrichtlinie, die ein größeres Gefahrenpotenzial darstellen, wird ein Bescheinigungsverfahren verlangt. (Empfehlung: Auch Maschinen, die nicht in Anhang IV aufgeführt sind, können ein großes Gefahrenpotenzial darstellen und sollten entsprechend behandelt werden.)

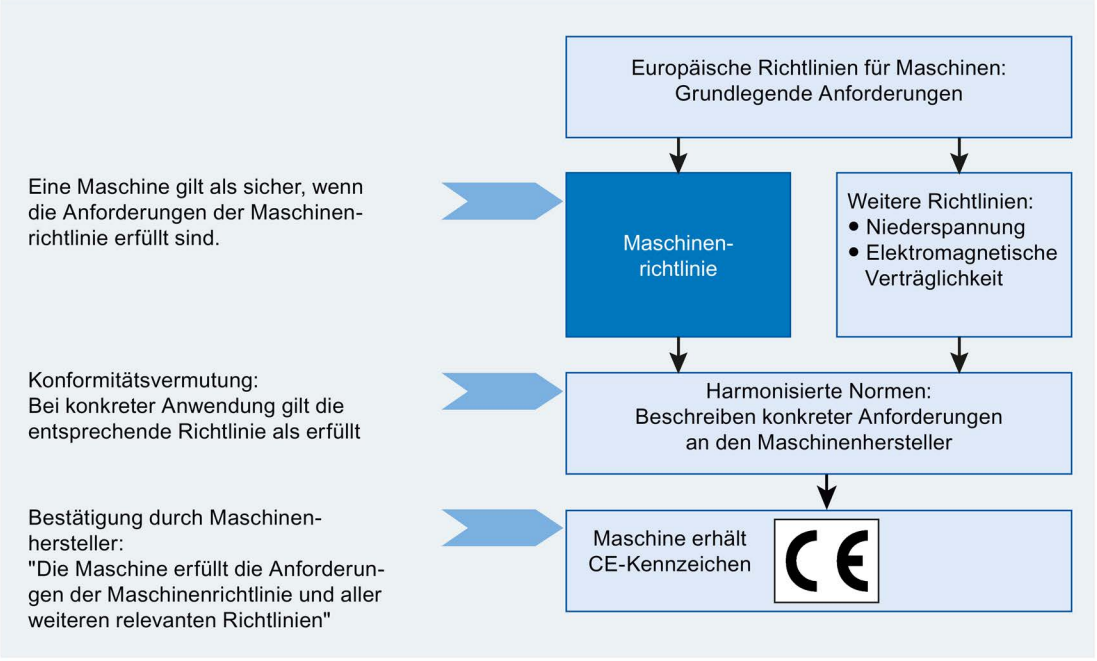


Bild 4-1 Europäische Richtlinien für Maschinen

Normen

Um Produkte in den Verkehr bringen oder betreiben zu dürfen, müssen sie den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der EU-Richtlinien entsprechen. Zur Erfüllung dieser Sicherheitsanforderungen können Normen sehr hilfreich sein. Dabei ist in der EU zu unterscheiden zwischen Normen, die unter einer EU-Richtlinie harmonisiert sind und Normen, die zwar ratifiziert, aber nicht unter einer bestimmten Richtlinie harmonisiert sind, sowie sonstigen technischen Regeln, in den Richtlinien auch "nationale Normen" genannt.

Ratifizierte Normen beschreiben den anerkannten Stand der Technik. D. h., der Hersteller kann durch ihre Anwendung nachweisen, dass er den anerkannten Stand der Technik erfüllt hat.

Grundsätzlich müssen alle Normen, die als Europanormen ratifiziert sind, in die nationalen Normenwerke der Mitgliedsstaaten unverändert übernommen werden, unabhängig davon, ob die Normen unter einer Richtlinie harmonisiert sind oder nicht. Bestehende nationale Normen zum gleichen Thema müssen dann zurückgezogen werden. So soll im Laufe der Zeit in Europa ein einheitliches (widerspruchsfreies) Normenwerk geschaffen werden.

Harmonisierte Europanormen

Harmonisierte Europanormen (EN-Normen) werden im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht und sind danach ohne Änderungen in nationale Normen zu übernehmen.

Sie dienen zur Erfüllung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen und Gesundheitsanforderungen und der im Anhang I der Maschinenrichtlinie genannten Schutzziele.

Durch Einhaltung der harmonisierten Normen ergibt sich eine "automatische Vermutungswirkung" der Erfüllung der Richtlinie, d. h., der Hersteller darf darauf vertrauen, dass er die Sicherheitsaspekte der Richtlinie erfüllt hat, soweit sie in der jeweiligen Norm behandelt sind. Allerdings ist nicht jede Europanorm in diesem Sinne harmonisiert. Entscheidend ist die Listung im europäischen Amtsblatt. Diese Listen sind stets aktuell im Internet (http://www.newapproach.org/) abrufbar.

4.1.1.2 CE-Konformitätsprozess

CE-Konformitätsprozess

Phasen im CE-Konformitätsprozess

Der CE-Konformitätsprozess gliedert sich in verschiedene Phasen, die während des kompletten Lebenszyklus (Planung, Konstruktion, Installation, Betrieb und Wartung) durchgeführt werden müssen.

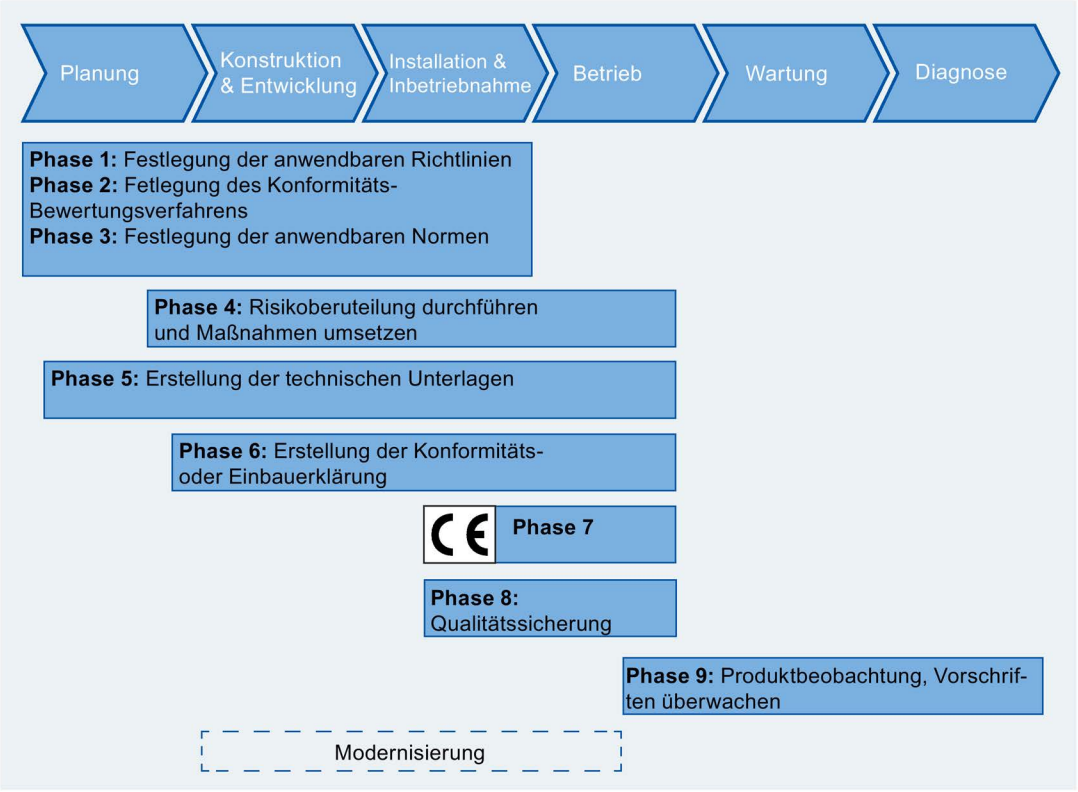


Bild 4-2 CE-Konformitätsprozess für Maschinen und Anlagen

Bereits während der Planung müssen in Phase 1 die anwendbaren Richtlinien festgelegt werden. Dies kann keine, eine, oder mehrere Richtlinien umfassen. (z.B. Maschinenrichtlinie siehe Kapitel 2.2.1)

In Phase 2 wird das Konformitäts-Bewertungsverfahren entsprechend der anzuwendenden Richtlinien aus Phase 1 festgelegt.

In Phase 3 folgt die Festlegung der anwendbaren Normen.

Die sich anschließende Phase 4 besteht aus der Risikobeurteilung der Maschine, der Risikoreduzierung und Validierung. Auch die Bewertung der sicherheitsbezogenen Teile der Maschinensteuerung gehören zu dieser Phase. Die einzelnen Schritte der Phase 4 werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

Begleitend während der gesamten Planung, Entwicklung und Inbetriebnahme findet die Erstellung der technischen Unterlagen statt, dies wird auch Phase 5 genannt. Die technischen Unterlagen müssen mit Bereitstellung der Maschine vollständig vorliegen. Hierzu zählen technische Dokumentation (siehe Anh. VII der Maschinenrichtlinie), Konformitätsbescheinigung, gegebenenfalls Abnahmeprotokolle, Transportunterlagen, etc.

Ist die Validierung erfolgreich durchlaufen worden, so kann in Phase 6 die Konformitäts- oder Einbauerklärung erstellt werden und in Phase 7 die CE Kennzeichnung an der Maschine angebracht werden.

Jeder Hersteller ist verpflichtet, sein Produkt nach dem Inverkehrbringen hinsichtlich eventuell versteckter Mängel zu beobachten. Dies wird durch die Phase 8 der Qualitätssicherung und Phase 9 der Produktbeobachtung abgedeckt. So sind beispielsweise Informationen darüber zu sammeln, ob das Produkt tatsächlich so verwendet wird, wie ursprünglich vorgesehen und wie es sich im Verlauf seines Lebenszyklus verhält.

Insbesondere sind gefährliche Mängel sowie missbräuchliche Verwendungen oder falsche Handhabung am Produkt durch entsprechende Maßnahmen abzustellen. Werden versteckte Mängel entdeckt, muss der Anwender informiert werden.

Risikobeurteilung

Maschinen und Anlagen beinhalten, aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Funktionalität, Risiken. Deshalb verlangt die Maschinenrichtlinie für jede Maschine eine Risikobeurteilung und gegebenenfalls eine Risikominderung, bis das Restrisiko kleiner als das tolerierbare Risiko ist. Für die Verfahren der Bewertung dieser Risiken ist die Norm EN ISO 12100 "Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung" (03 / 2011) anzuwenden.

Schwerpunktmäßig beschreibt EN ISO 12100 die zu betrachtenden Risiken und Gestaltungsleitsätze und den iterativen Prozess mit Risikobeurteilung und Risikominderung zum Erreichen der Sicherheit.

Die Risikobeurteilung ist eine Folge von Schritten, welche die systematische Untersuchung von Gefährdungen erlauben, die von Maschinen ausgehen. Wo notwendig, folgt einer Risikobeurteilung eine Risikoreduzierung. Bei Wiederholung dieses Vorgangs ergibt sich der iterative Prozess, mit dessen Hilfe Gefährdungen so weit wie möglich beseitigt werden können und entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden können.

Die Risikobeurteilung umfasst die folgenden Schritte:

- Risikoanalyse
  - Bestimmung der Grenzen der Maschine
  - Identifizierung der Gefährdungen
  - Risikoeinschätzung
- Risikobewertung

Gemäß dem iterativen Prozess zum Erreichen der Sicherheit erfolgt nach der Risikoeinschätzung eine Risikobewertung. Dabei muss entschieden werden, ob eine Risikominderung notwendig ist. Falls das Risiko weiter vermindert werden soll, sind geeignete Schutzmaßnahmen auszuwählen und anzuwenden. Die Risikobeurteilung ist dann zu wiederholen.

Die Risikominderung muss durch geeignete Konzipierung und Realisierung der Maschine erfolgen, z. B. durch für Sicherheitsfunktionen geeignete Steuerung oder Schutzmaßnahmen.

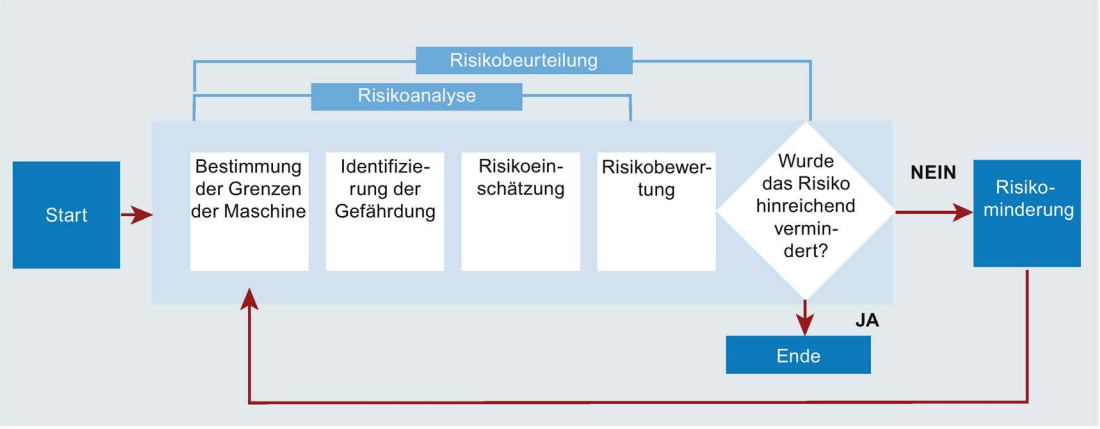


Bild 4-3 Iteratives Verfahren zur Risikobeurteilung nach EN ISO 12100

Risikoreduzierung

Falls das abgeschätzte Risiko zu hoch erscheint, muss es vermindert werden, bis das verbleibende Restrisiko geringer als das tolerierbare Risiko ist. Dazu muss zuerst durch Konstruktionsänderung versucht werden, die Maschine sicher zu machen. Falls das nicht möglich ist, muss durch geeignete Schutzmaßnahmen eine Risikominderung erreicht werden.

- Die Schwere eines möglichen Schadens kann z. B. dadurch verringert werden, dass während der Anwesenheit von Personen die Bewegungsgeschwindigkeiten oder Kräfte der Maschinenteile verringert werden.
- Durch Absperreinrichtungen kann die Häufigkeit, mit der Personen im Gefahrenbereich sind, verringert werden.
- Es besteht immer eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Maschine nicht bestimmungsgemäß verhält oder Schutzeinrichtungen versagen. Dies kann durch Fehler in beliebigen Teilen der Maschine verursacht werden. Eine Minderung dieses Risikofaktors kann durch geeignete Konstruktion der sicherheitsrelevanten Teile erreicht werden. Zu den sicherheitsrelevanten Teilen gehört auch die Steuerung der Maschine, wenn durch deren Versagen eine Gefährdung entstehen kann. Durch Realisierung der Steuerung gemäß IEC 62061 bzw. ISO 13849-1 kann das Risiko, das durch Fehler der Steuerung verursacht wird, vermindert werden.
- Die Möglichkeit einen Schaden zu vermeiden kann u. a. dadurch vergrößert werden, dass Gefahrenzustände rechtzeitig erkennbar sind, z. B. durch Signallampen.

Ein gemeinsamer Parameter all dieser Elemente ist die Wahrscheinlich des Eintretens eines unerwünschten Ereignisses. Durch Vermindern dieser Wahrscheinlichkeit kann eine Verminderung des Risikos erreicht werden.

Folgende Schritte sind zur Risikominderung durchzuführen:

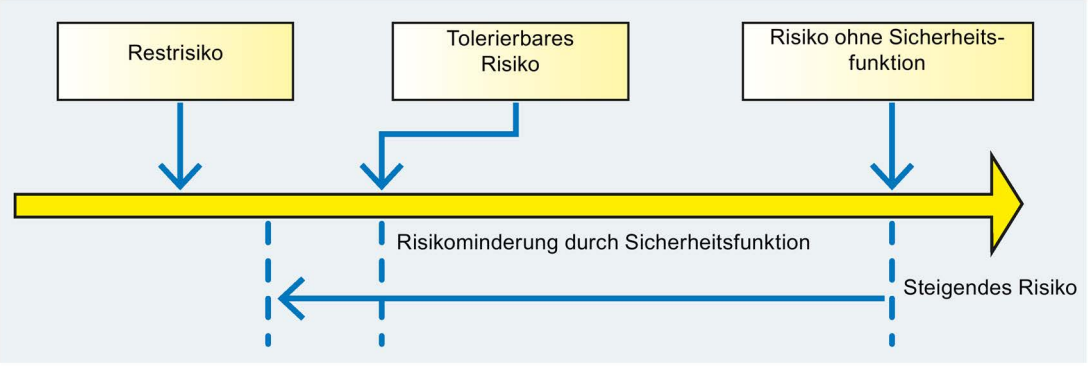


Bild 4-4 Risikominderung

Schritt 1: inhärent sichere Konstruktion

Inhärent sichere Konstruktion beseitigt Gefährdungen oder vermindert die damit verbundenen Risiken durch eine geeignete Auswahl von Konstruktionsmerkmalen der Maschine selbst und / oder Wechselwirkungen zwischen den gefährdeten Personen und der Maschine.

Eine sichere Konstruktion lässt sich beispielsweise durch Integration der Sicherheit in die Maschine (Abdeckungen, Zäune etc.) erzielen. Diese Maßnahmen haben im Rahmen der Risikominderung oberste Priorität. Sie sollen:

- Quetschstellen vermeiden
- Elektrischen Schlag vermeiden
- Konzepte für ein Stillsetzen im Notfall beinhalten
- Konzepte für Bedienung und Wartung beinhalten

Schritt 2: technische Schutzmaßnahmen und/oder ergänzende Schutzmaßnahmen

Unter Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen Verwendung und der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung können in geeigneter Weise ausgewählte technische und ergänzende Schutzmaßnahmen angewendet werden, um das Risiko zu mindern, wenn sich die Beseitigung einer Gefährdung als nicht durchführbar erweist oder das damit verbundene Risiko nicht in hinreichendem Maße durch eine inhärent sichere Konstruktion vermindert werden kann.

Unter Schritt 2 fallen auch alle sicherheitsrelevanten Steuerungsfunktionen einer Maschine. Für diese gelten spezielle Anforderungen, deren Erfüllung geprüft werden muss.

Beispielaufbau einer sicherheitsrelevanten Steuerungsfunktion:

- Erfassen (Positionsschalter, Not-Halt, Lichtvorhang etc.)
- Auswerten (Fehlersichere Steuerung, Sicherheitsschaltgerät etc.)
- Reagieren (Schütz, Frequenzumrichter etc.)

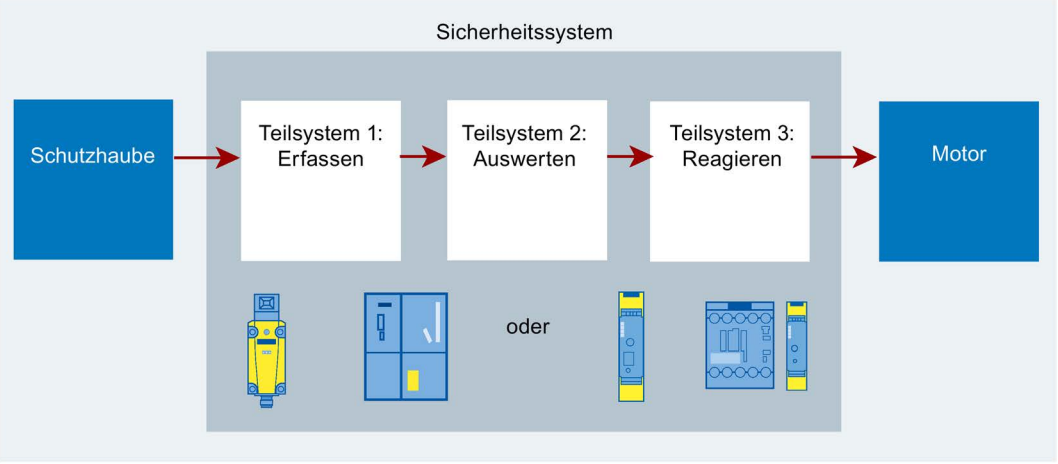


Bild 4-5 Sicherheitssystem für die Sicherheitsfunktion

Schritt 3: Benutzerinformation

Falls trotz inhärent sicherer Konstruktion und dem Einsatz technischer und ergänzender Schutzmaßnahmen Risiken verbleiben, muss die Benutzerinformation auf jegliche Restrisiken hinweisen.

Zu diesen Benutzerinformationen zählen beispielsweise:

- Warnhinweise in der Betriebsanleitung
- Spezielle Arbeitsanweisungen
- Piktogramme
- Hinweis zur Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung

Die Anforderungen an sicherheitsrelevante Teile von Steuerungen sind nach der Höhe des Risikos bzw. der notwendigen Risikominderung abgestuft. Die EN ISO 13849-1 verwendet den hierarchisch abgestuften Performance Level (PL) zur Bewertung. Die IEC 62061 verwendet den Safety Integrity Level (SIL) zur Abstufung. Beides ist ein Maß für die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit einer Steuerungsfunktion.

Wichtig ist in jedem Fall, unabhängig davon, welche Norm angewendet wird, dass alle Teile der Steuerung der Maschine, die an der Ausführung der sicherheitsrelevanten Funktionen beteiligt sind, diesen Anforderungen genügen.

Hinweis

Zur Steuerung einer Maschine gehören auch die Laststromkreise der Antriebe und Motoren.

Beim Entwurf und der Realisierung der Steuerung ist es notwendig zu überprüfen, ob die Anforderungen der ausgewählten PL bzw. des SIL erfüllt sind. Da die Anforderungen zur Erzielung der notwendigen Safety Performance in EN ISO 13849 und IEC 62061 unterschiedlich strukturiert sind, sind auch die Anforderungen zur Überprüfung unterschiedlich strukturiert. Für ein Design gemäß EN ISO 13849 sind die Einzelheiten für die Validierung und was dabei zu beachten ist, im Teil 2 (EN ISO13849-2) beschrieben. Die Anforderungen zur Validierung eines Designs gemäß IEC 62061 sind in der Norm selbst beschrieben.

Validierung

Validierung bedeutet eine bewertende Überprüfung der angestrebten Sicherheitsfunktionalität. Ihr Zweck ist, die Festlegungen und das Niveau der Konformität der sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung innerhalb der Gesamtfestlegung für Sicherheitsanforderungen an der Maschine zu bestätigen. Die Validierung muss weiterhin aufzeigen, dass jedes sicherheitsbezogene Teil die Anforderungen der relevanten Norm erfüllt. Dabei sind die folgenden Aspekte beschrieben:

- Fehlerlisten
- Validierung der Sicherheitsfunktionen
- Validierung der geforderten und der erreichten Safety Performance (Kategorie, Safety Integrity Level oder Performance level)
- Validierung der Umgebungsanforderungen
- Validierung der Instandhaltungsanforderungen

In einem Validierungsplan müssen die Anforderungen für die Durchführung der Validierung für die festgelegten Sicherheitsfunktionen beschrieben werden.

Ziel der Validierung:

Feststellung der Konformität mit den Anforderungen

- der europäischen Richtlinien.
- die sich aus dem Kundenauftrag, dem Einsatz der Maschine und ggf. weiteren länderspezifischen Forderungen, die für die Maschine gelten, ergeben.

Bei der Bereitstellung der Maschine müssen alle maschinenrelevanten Informationen vorliegen. Hierzu zählen: Kundenauftrag, technische Dokumentation (siehe auch Anh. VII der Maschinenrichtlinie), Konformitätsbescheinigung, ggf. Abnahmeprotokoll, Transportunterlagen etc.

4.2 Vorschriften und Normen außerhalb der Europäischen Union (EU)

4.2.1 Vorschriften und Normen außerhalb der Europäischen Union - Übersicht

Die folgende Beschreibung soll einen Überblick über die Vorschriften einiger Länder außerhalb der Europäischen Union vermitteln. Sie darf nicht als vollständige Beschreibung betrachtet werden. Die genauen Anforderungen sowie nationalen und lokalen Regeln für eine spezielle Anwendung müssen in jedem Einzelfall detailliert geprüft werden. Für weitere Informationen bezüglich der Vorgaben zur Sicherheitstechnik in anderen Ländern, kontaktieren sie bitte die jeweiligen Zulassungsbehörden vor Ort.

4.2.2 Gesetzliche Anforderungen in den USA

Ein wesentlicher Unterschied bei den gesetzlichen Anforderungen zur Sicherheit am Arbeitsplatz zwischen den USA und Europa ist, dass es in den USA keine einheitliche Bundesgesetzgebung zur Maschinensicherheit gibt, welche die Verantwortlichkeit des Herstellers/Lieferanten abdeckt. Vielmehr besteht die generelle Anforderung, dass der Arbeitgeber einen sicheren Arbeitsplatz bieten muss. Dies ist mit dem Occupational Safety and Health Act (OSHA) geregelt. Die für Arbeitssicherheit relevanten Regeln der OSHA sind in OSHA 29 CFR 1910.xxx ("OSHA Regulations (29 CFR) PART 1910 Occupational Safety and Health") beschrieben. (CFR: Code of Federal Regulations).

Neben den OSHA Regeln, ist es wichtig die aktuellen Standards von Organisationen wie NFPA und ANSI sowie die in USA bestehende umfassende Produkthaftung zu beachten. Zwei besonders wichtige Standards für Sicherheit in der Industrie sind NPFA 70 (bekannt als National Electric Code (NEC)) und NFPA 79 (Electrical Standard for industrial Machinery). Beide beschreiben die grundlegenden Anforderungen an die Eigenschaften und die Ausführung der elektrischen Ausrüstung. Der National Electric Code (NFPA70) gilt vorrangig für Gebäude aber auch für die elektrischen Verbindungen von Maschinen und Teilmaschinen. NFPA 79 gilt für Maschinen. Damit besteht ein Graubereich in der Abgrenzung zwischen beiden Standards bei großen Maschinen, die aus Teilmaschinen bestehen. Z.B. große Fördersysteme können als Teil des Gebäudes betrachtet werden, so dass NFPA 70 und/oder NFPA 79 anzuwenden sind.

4.2.3 Gesetzliche Anforderungen in Brasilien

Das brasilianische Ministerium für Arbeit und Beschäftigung, das für die Regelung von Aktivitäten in den Bereichen Gesundheit und Arbeitssicherheit verantwortlich ist, veröffentlichte im Dezember 2010 die neue Version der Rechtsverordnung Nr. 12. An Artikel 137 der EU-Richtlinien angelehnt, ist diese Regelung auf Bestands- und Neuanlagen anwendbar und gewährleistet die Sicherheit im Umgang mit Maschinen nach dem aktuellen Stand der Technik. Basierend auf internationalen Normen berücksichtigt diese brasilianische Regelung auch den Gesamtlebenszyklus einer Maschine, beginnend mit der Konstruktionsphase, über die Etappen der Kommerzialisierung, Transport, über den Betrieb und Instandhaltung bis zur schlussendlichen Entsorgung.

Obwohl die neue Version von NR 12 auf dem europäischen Modell basiert, bei dem die Gesetzgebung durch internationale Normen unterstützt wird, unterscheidet sie sich hinsichtlich der Rechtsinstrumente zur Konformitätsbewertung und bei der Verwendung von harmonisierten Normen. Anstelle von Überprüfungen durch Kontrollbehörden inspiziert die Regierung selbst am Betriebsort Maschinen und Installationen mittels nominierter Behörden. Dafür werden lediglich die spezifischen Anforderungen berücksichtigt, die in der Regelung beschrieben werden. Aus diesem Grund enthält die NR 12 zusätzliche technische Beschreibungen für bestimmte Maschinen.

NR 12 weist strukturelle Ähnlichkeiten mit den Sicherheitsnormen auf. Sie besitzt allgemeine Anforderungen, die anhand einer Risikoanalyse angelehnt an Typ A Normen wie die ISO 12100, erfüllt werden können, technische Anforderungen in Einklang mit einigen Normen vom Typ B und spezifischen Anforderungen für bestimmte Maschinen, ähnlich den Normen vom Typ C.

Die Anhänge der NR 12 sind nicht mit Normen vom Typ C harmonisiert, aber die Mehrheit wurde auf Grundlage von Normen vom Typ C erstellt oder sind stark von ihnen beeinflusst, um international etablierte Standards einzuhalten. Obwohl die Konformitätsvermutung mit NR 12 nicht möglich ist, bedeutet dies, dass trotzdem die Mehrzahl der Anforderungen der Norm durch Anwendung der Normen vom Typ C erreicht werden können.

Eine kurze Zusammenfassung der NR 12 erhalten Sie im Folgenden:

12.1 bis 12.5: Allgemeine Prinzipien und Umfang der Normen.

12.6 bis 12.13: Anordnung, Anlagen und Umgebungsbedingungen der Maschinen.

12.14 bis 12.23: Elektrische Ausrüstungen – Anwendung konventioneller technischer Anforderungen für elektrische Ausrüstungen, Steuerungseinheiten und Bedienelemente (Referenzen aus EN 60204). Dieser Abschnitt der NR 12 nimmt Bezug auf andere Rechtsverordnungen hinsichtlich elektrischer Ausrüstungen (NR 10).

12.24 bis 12.37: Steuerungssysteme – Anwendung von Konzepten, die in der Norm ISO 12100 zu Steuerungen klar festgelegt sind: Anordnung und Art der Steuerung (Zweihandschaltgerät gemäß EN 574), Auswahlmodi, Verhinderung von unerwartetem Anlauf, Manipulation, Verwendung bewährter Komponenten u.a.

12.38 bis 12.55: Sicherheitssteuerungssysteme – allgemeine Anforderungen, Verhalten bei Störung, Design auf Grundlage von Kategorien (NRB 14153 oder EN 954) gemäß Risikoanalysen (ISO 12100). Dieser Abschnitt enthält ebenfalls Anforderungen für trennende und verriegelnde Schutzeinrichtungen (EN 953, EN 1088).

12.56 bis 12.63: Notausschaltungssysteme – spezifische Anforderungen (ähnlich ISO 13850).

12.64 bis 12.76: Ortsfeste Zugänge zu Maschinenteilen

12.77 bis 12.84: Drucksysteme

12.85 bis 12.93: Fördersysteme und Ausrüstung für das Heben von Lasten

12.94 bis 12.105: Ergonomische Gesichtspunkte

12.106 bis 12.110: Zusätzliche Risiken

12.111 bis 12.115: Instandhaltung, Kontrolle und Einstellung von Maschinen

12.116 bis 12.124: Zeichen

12.125 bis 12.129: Informationen zur Verwendung, Handbücher, Verfahren

12.130 bis 12.134: Sicherheitsverfahren

12.135 bis 12.147: Ausbildung und Qualifizierung

12.148 bis 12.156: Zusätzliche Anforderungen

ANHANG I: Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen (ISO 13852, ISO 13853, ISO 13854 und ISO 13855)

ANHANG II: Ausbildung

ANHANG III: Ortsfeste Zugänge (EN 14122)

ANHANG IV: Begriffe und Definitionen

ANHANG V: Motorsägen

ANHANG VI: Süsswaren- und Konditoreimaschinen

ANHANG VII: Metzgerei - und Lebensmittelmaschinen

ANHANG VIII: Mechanische (EN 692), hydraulische (EN 693) und ähnliche Pressen

ANHANG IX: Kunststoffspritzgießmaschinen (EN 201)

ANHANG X: Maschinen zur Schuhherstellung u.ä.

ANHANG XI: Maschinen und Geräte zur Landwirtschaftlichen und Forstwirtschaftlichen Nutzung

HINWEIS: NR 12 wird gegenwärtig überprüft, es können nachträglich neue Anhänge hinzugefügt werden.

4.2.4 Gesetzliche Anforderungen in Australien

Der Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz spielt auch in Australien eine wesentliche Rolle. Durch die im Januar 2013 neu überarbeiteten Richtlinien ergeben sich auch für Maschinen neue Anforderungen. So spielen hier die Richtlinien "Work Health and Safety Act 2012" und die "Work Health and Safety Regulations 2012" in Zusammenhang mit den entsprechenden Anwendungsregeln (Codes of Practice) eine entscheidende Rolle. In den Richtlinien werden Maßnahmen für bestimmte Gefährdungen definiert (wie z.B. Schutzzäune) um eine sicheren Arbeitsplatz zu gewährleisten. Die Anwendungsregeln (Codes of Practice) enthalten zusätzlich praktische Umsetzungen und Hilfen zur Anwendung der Richtlinien, sind selbst aber nicht verbindlich.

Spezifikation und Design sicherheitsrelevanter Steuerungen für Maschinen

5

5.1 Sicherheitsbezogene Teile für die Maschinensteuerung

5.1.1 Vier Risikoelemente

Vier Risikoelemente

Die Risikobeurteilung erlaubt die Bestimmung des Risikos mittels der vier Risikoelemente:

- Schwere des möglichen Schadens
- Häufigkeit mit der sich Personen im Gefahrenbereich aufhalten
- Wahrscheinlichkeit, dass das gefährliche Ereignis eintritt
- Möglichkeit den Schaden zu vermeiden oder zu mindern

Diese Risikoelemente wiederum bilden die Eingangsparameter zur Realisierung einer sicherheitsrelevanten Steuerungsfunktion: Sie ermöglichen erst die Zuordnung des Risikos an die Anforderungen der sicherheitsgerichteten Steuerung. Deshalb bietet die IEC 62061 Verfahren zur Bewertung der Risikoelemente und Einstufung der Safety Performance an.

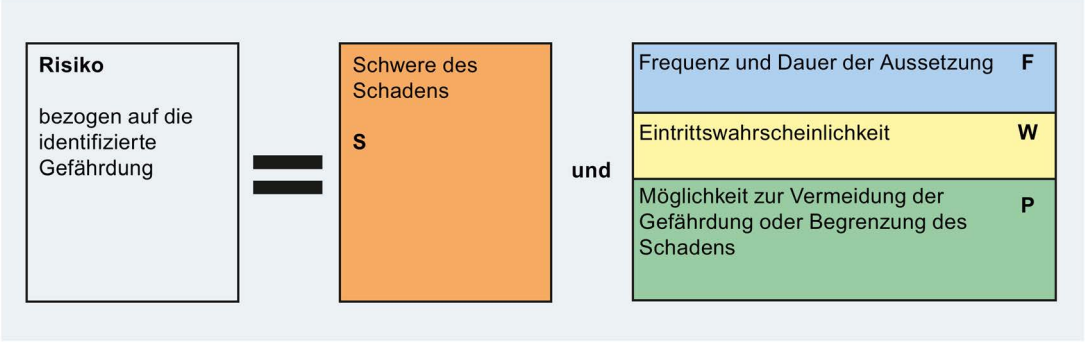


Bild 5-1 Risiko bezogen auf die identifizierte Gefährdung

Ermittlung der notwendigen Safety Performance (Safety Integrity)

Wurde bei der Risikountersuchung festgestellt, dass Funktionsfehler der Steuerung oder das Versagen von Schutzeinrichtungen zu einem zu hohen Risiko führen können, dann muss deren Wahrscheinlichkeit soweit verringert werden, bis das verbleibende Risiko tolerierbar ist. D. h., die Steuerung muss eine ausreichende "Safety Performance" erreichen.

Mit IEC 62061 gibt es ein Verfahren, das eine an Wahrscheinlichkeiten orientierte quantifizierte und damit hierarchische Abstufung der Safety Performance verwendet. Das Ergebnis der Risikoanalyse ist dann der Safety Integrity Level (SIL) für die betreffenden Sicherheitsfunktionen.

In der ISO 13849-1 gibt es eine ähnliche quantifizierte und damit hierarchische Abstufung der Safety Performance. Das dort als Performance Level (PL) bezeichnete Maß korreliert über die zugeordneten Ausfallwahrscheinlichkeiten mit den SILs der IEC 62061.

Konformität mit der neuen Maschinenrichtlinie und somit Exportfähigkeit und Haftungssicherheit erreichen Maschinenhersteller durch Anwendung der Normen EN ISO 13849-1 und IEC 62061. Diese haben neben qualitativen Betrachtungen auch quantitative Aspekte eingeführt. Aus dem Prozess der Risikobewertung leiten sich Schutzmaßnahmen zur Risikominderung ab, die durch Sicherheitsfunktionen beschrieben werden. Anschließend wird die Lösung der Sicherheitsfunktion mit Hardware- und gegebenenfalls Softwarekomponenten überprüft und bewertet, bis die in der Risikobeurteilung geforderte Sicherheitsintegrität erreicht wird.

Hinweis

Falls für den betrachteten Maschinentyp eine C-Norm existiert, sind vorrangig die dort beschriebenen Schutzmaßnahmen zu realisieren. Die Vorgaben sollten aber auf ihre Aktualität bezüglich neuerer technischer Entwicklungen geprüft werden.

Risikograph nach ISO 13849-1

Ziel ist es einen geforderten Performance Level PL_r, also die Wahrscheinlichkeit gefahrbringender Ausfälle des Systems, durch die Risikoelemente zu ermitteln.

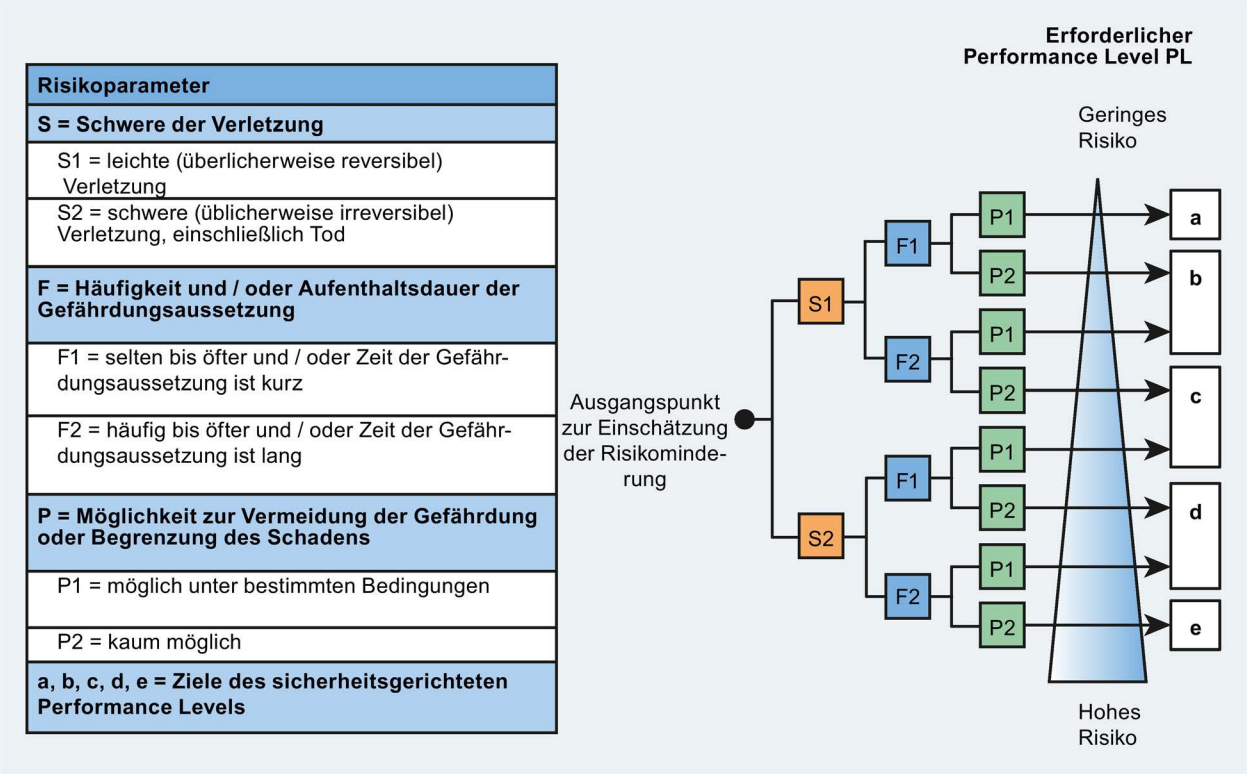


Bild 5-2 Risikograph nach ISO 13849-1 zur Bestimmung der erforderlichen Performance Level

Zur Bestimmung des notwendigen Performance Levels werden die Parameter **S** (Schwere der Verletzung), **F** (Häufigkeit/Dauer der Gefährdungsexposition) und **P** (Möglichkeit der Vermeidung) verwendet.

Die Schwere der Verletzung (S) wird unterschieden nach reversibel (z.B. Quetschungen oder Fleischwunden) und irreversibel (Amputation, Tod).

Für die Häufigkeit und Dauer der Gefährdungsexposition (F) gibt es keine allgemeingültigen Zeiträume. Wird eine Person häufiger als einmal pro Stunde der Gefährdung ausgesetzt (z.B. um Werkstücke zuzuführen) sollte F2 (häufig bis andauernd) gewählt werden. Es ist auch unerheblich, ob die selbe oder unterschiedliche Personen der Gefährdung ausgesetzt werden. Ist ein Zugang nur von Zeit zu Zeit notwendig, kann F1 (selten bis weniger häufig) gewählt werden.

Die Möglichkeit zur Vermeidung (P) wird durch verschiedene Aspekte beeinflusst. Hier ist die Ausbildung und der Wissensstand der Bediener zu betrachten, sowie die Möglichkeiten der Vermeidung durch z. B. Flucht als auch Betrieb unter Aufsicht oder ohne Beaufsichtigung. Der Parameter **P1** (möglich unter bestimmten Bedingungen) sollte nur gewählt werden, wenn tatsächlich die Möglichkeit besteht, einen Unfall zu vermeiden oder sein Schadensausmaß erheblich zu reduzieren.

Die Performance Level (PL) sind ein quantitatives Maß für die Safety Performance genauso wie die Safety Integrity Level (SIL) in IEC 61508 und IEC 62061.

Safety Performance für Realisierung der Steuerung nach IEC 62061

Das in IEC 62061 im Anhang A beschriebene Verfahren verwendet ein tabellarisches Verfahren, das direkt zur Dokumentation der durchgeführten Risikobewertung und SIL-Zuweisung verwendet werden kann.

Für die einzelnen Risikoparameter ist anhand der im Kopf der Tabelle vorgegebenen Werte die zugehörige Gewichtung auszuwählen. Die Summe der Gewichte aller Parameter ergibt die Wahrscheinlichkeitsklasse des Schadens.

K = F + W + P

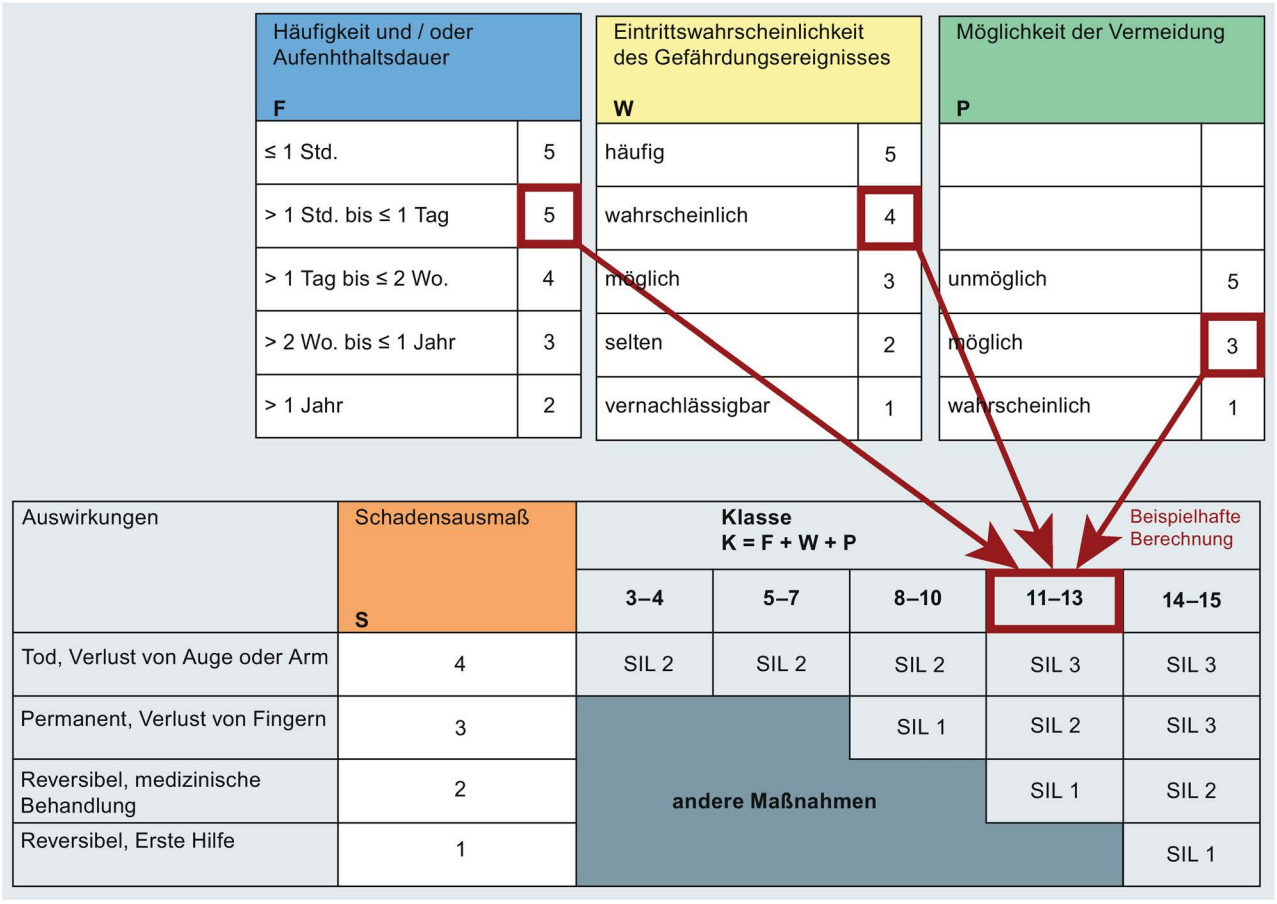
Die Häufigkeit und Dauer des Aufenthaltes wird durch den Parameter "F" ausgedrückt. Die Notwendigkeit des Zugangs zum Gefahrenbereich kann in einzelnen Betriebsarten unterschiedlich sein (Automatikbetrieb, Wartungsbetrieb, ...), auch die Art des Zugangs (Werkzeugeinstellungen, Materialzuführung,...) spielt eine Rolle und muss unter diesem Aspekt betrachtet werden. Die zutreffende Häufigkeit und Dauer wird aus der zugehörigen Tabelle ausgewählt. Wenn die Aufenthaltsdauer kleiner als 10 Minuten beträgt, kann der Wert auf die nächste Stufe verringert werden. Jedoch darf der Wert für Häufigkeit ≤1 h nie verringert werden.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses wird durch den Parameter "W" ausgedrückt. Dieser muss unabhängig von den anderen Parametern abgeschätzt werden. Hierbei muss auch das menschliche Verhalten (bedingt durch z. B. Zeitdruck, fehlendes Bewusstsein für die Gefahr,...) berücksichtigt werden. Unter normalen Produktionsbedingungen und unter Betrachtung des Worst-Case ist die Wahrscheinlichkeit "sehr hoch". Bei Verwendung eines niedrigen Wertes muss eine detaillierte Begründung vorliegen (z. B. Fähigkeiten der Bediener auf hohem Niveau).

Die Möglichkeit der Vermeidung oder Begrenzung des Schadens wird durch den Parameter "P" ausgedrückt. Hierbei sind Aspekte zu berücksichtigen, die sowohl die Maschine betreffen (z. B. Möglichkeit, sich der Gefährdung zu entziehen) als auch der Möglichkeit, die Gefährdung zu erkennen (z.B. laute Umgebungsgeräusche machen Erkennen unmöglich). Die Einstufung erfolgt entsprechend der Tabelle (wahrscheinlich, möglich, unmöglich).

Mit Hilfe dieser Wahrscheinlichkeitsklasse und der möglichen Schadensschwere der betrachteten Gefährdung kann dann aus der Tabelle der notwendige SIL für die zugehörige Sicherheitsfunktion abgelesen werden.

Ziel ist es einen geforderten Sicherheits-Integritätslevel SIL des Systems durch die Risikoelemente zu ermitteln.



Häufigkeit und / oder Aufenthaltsdauer F		Eintrittswahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses W		Möglichkeit der Vermeidung P	
≤ 1 Std.	5	häufig	5		
> 1 Std. bis ≤ 1 Tag	5	wahrscheinlich	4		
> 1 Tag bis ≤ 2 Wo.	4	möglich	3	unmöglich	5
> 2 Wo. bis ≤ 1 Jahr	3	selten	2	möglich	3
> 1 Jahr	2	vernachlässigbar	1	wahrscheinlich	1

Auswirkungen	Schadensausmaß S	Klasse K = F + W + P				Beispielhafte Berechnung
		3–4	5–7	8–10	11–13	14–15
Tod, Verlust von Auge oder Arm	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Permanent, Verlust von Fingern	3	andere Maßnahmen		SIL 1	SIL 2	SIL 3
Reversibel, medizinische Behandlung	2				SIL 1	SIL 2
Reversibel, Erste Hilfe	1					SIL 1

Bild 5-3 Bestimmung des erforderlichen SIL

5.2 Spezifikation der Sicherheitsanforderungen

Spezifikation der Sicherheitsanforderungen

Wurden Steuerungsfunktionen als sicherheitsrelevant identifiziert oder sollen Schutzmaßnahmen mit Mitteln der Steuerung realisiert werden, sind die genauen Anforderungen für diese "Sicherheitsfunktionen" ("sicherheitsrelevanten Steuerungsfunktionen") in der Spezifikation der Sicherheitsanforderungen ("safety requirements specification") festzulegen. Diese Spezifikation beschreibt für jede sicherheitsrelevante Funktion u. a.:

- deren Funktionalität, d. h. alle erforderlichen Eingangsinformationen, deren Verknüpfung und die zugehörigen Ausgangszustände oder Aktionen, sowie die Benutzungshäufigkeit
- die notwendigen Reaktionszeiten
- die geforderte Safety Performance

Die Spezifikation der Sicherheitsanforderungen enthält alle Information, die für den Entwurf und die Implementierung der Steuerung notwendig ist. Sie ist die Schnittstelle zwischen Maschinenkonstrukteur und Hersteller / Integrator der Steuerung und kann so auch zur Abgrenzung von Verantwortlichkeiten dienen.

5.3 Entwurf und Realisierung der (sicherheitsrelevanten) Steuerung nach IEC 62061

5.3.1 Philosophie / Theorie

Strukturierungsprinzip für ein sicherheitsrelevantes Steuerungssystem

Wesentliche Voraussetzung für das korrekte und bestimmungsgemäße Funktionieren einer Steuerung ist deren korrekte Konstruktion. Um dieses Ziel zu erreichen hat IEC 62061 einen systematischen top down Entwurfsprozess definiert:

Ein sicherheitsrelevantes elektrisches Steuerungssystem (Safety related electrical control system, SRECS) umfasst alle Komponenten von der Informationserfassung über die Informationsverknüpfung bis einschließlich der Ausführung von Aktionen. Um eine einfache systematische Vorgehensweise für den Entwurf, die sicherheitstechnische Bewertung und die Realisierung eines SRECS, das die Anforderungen von IEC 61508 erfüllen soll, zu ermöglichen, verwendet IEC 62061 ein Strukturierungsprinzip, das auf folgenden Architekturelementen beruht (siehe folgendes Bild).

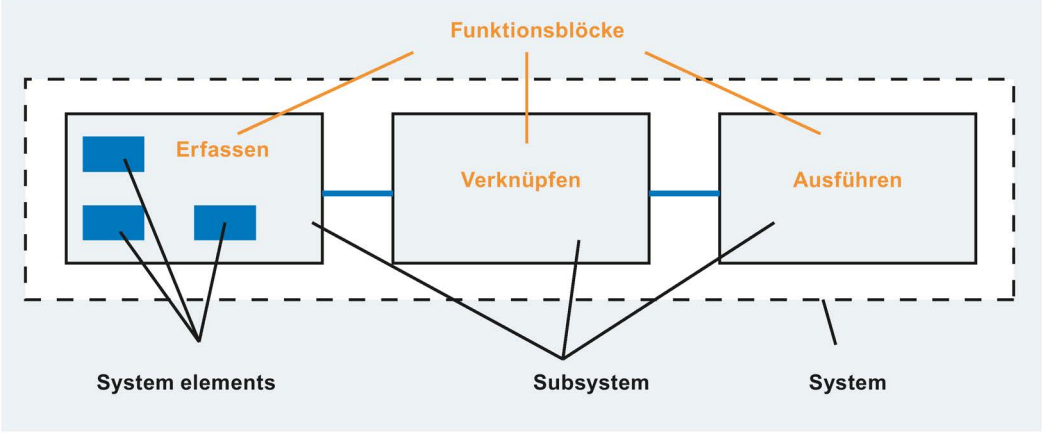


Bild 5-4 Strukturierungselemente der Systemarchitektur

Zunächst wird zwischen einer "virtuellen (d. h. funktionalen) Sicht" und der "realen (d. h. System-) Sicht" unterschieden. Die funktionale Sicht betrachtet nur die funktionalen Aspekte, unabhängig von der Realisierung durch Hard- und Software. In der virtuellen Sicht wird z.B. nur betrachtet, welche Information zu erfassen ist, wie diese zu verknüpfen ist und welche Aktion daraus resultieren soll. Es wird aber noch keine Aussage darüber gemacht, ob z.B. zur Erfassung der Informationen redundante Sensoren erforderlich sind oder wie die Aktoren realisiert werden. Erst mit der "realen Sicht" wird die Realisierung durch das SRECS betrachtet. Hier muss dann entschieden werden, ob z.B. zur Realisierung der Erfassung einer bestimmten Information ein oder zwei Sensoren notwendig sind, um die geforderte Safety Performance zu erreichen. Es werden die folgenden Begriffe definiert.

Begriffe für die Strukturierung der Funktionen (funktionale Sicht)

- **Funktionsblock**
  Kleinste Einheit einer sicherheitsbezogenen Steuerungsfunktion (SRCF), deren Ausfall zum Ausfall der sicherheitsbezogenen Steuerungsfunktion führt.
  Anmerkung: In IEC 62061 wird eine SRCF (F) als logische "und" Verknüpfung der Funktionsblöcke (FB) betrachtet, z. B. F = FB1 & FB2 & ... & FBn. Die Definition eines Funktionsblocks unterscheidet sich von den in IEC 61131 und anderen Normen verwendeten.
- **Funktionsblock-Element**
  Teil eines Funktionsblocks.

Begriffe für die Strukturierung des realen Systems (Systemsicht)

- **Sicherheitsbezogenes elektrisches Steuerungssystem**
  Elektrisches Steuerungssystem einer Maschine, dessen Ausfall zu einer unmittelbaren Erhöhung des Risikos führen kann.
  Anmerkung: Ein SRECS umfasst alle Teile eines elektrischen Steuerungssystems, deren Ausfall zu einer Reduzierung oder dem Verlust der funktionalen Sicherheit führen kann. Dies kann beides, Energie- und Steuerkreise, umfassen.
- **Subsystem**
  Teil des Architekturdesigns des SRECS auf oberster Ebene, wobei ein Ausfall irgendeines Subsystems zu einem Ausfall der sicherheitsbezogenen Steuerungsfunktion führt.
  Anmerkung: Im Unterschied zum allgemeinen Sprachgebrauch, in dem "Subsystem" irgendeine unterteilte Einheit bedeuten kann, wird der Begriff "Subsystem" in IEC 62061 in einer streng definierten Hierarchie der Terminologie verwendet. "Subsystem" bedeutet die Unterteilung auf oberster Ebene. Die Teile, die aus einer weiteren Unterteilung eines Subsystems hervorgehen, werden "Subsystem-Elemente" genannt
- **Subsystem-Element**
  Teil eines Subsystems, das eine einzelne Komponente oder eine Gruppe von Komponenten umfasst. Mit diesen Strukturierungselementen können Steuerungsfunktionen nach einem eindeutigen Verfahren so strukturiert werden, dass definierte Teile der Funktion (Funktionsblöcke) bestimmten Hardwarekomponenten, den Subsystemen, zugeordnet werden können. Für die einzelnen Subsysteme ergeben sich dadurch klar definierte Anforderungen, sodass sie unabhängig voneinander entworfen und realisiert werden können. Die Architektur zur Realisierung des vollständigen Steuerungssystems ergibt sich, indem die Subsysteme untereinander so angeordnet werden wie die Funktionsblöcke innerhalb der Funktion (logisch) angeordnet sind.

5.3.2 Entwurfsprozess eines sicherheitsrelevanten Steuerungssystems SRECS

Entwurfsprozess

Wenn die Spezifikation der Sicherheitsanforderungen vorliegt, kann das vorgesehene Steuerungssystem entworfen und implementiert werden. Ein Steuerungssystem, das den spezifischen Anforderungen einer bestimmten Anwendung genügt, kann im allgemeinen nicht fertig gekauft werden, sondern muss aus verfügbaren Geräten individuell für die betreffende Maschine entworfen und aufgebaut werden.

Im Entwurfsprozess wird schrittweise zunächst für jede Sicherheitsfunktion eine geeignete Architektur des Steuerungssystems entworfen. Anschließend können die Architekturen aller Sicherheitsfunktionen der betreffenden Maschine zu einem Steuerungssystem integriert werden.

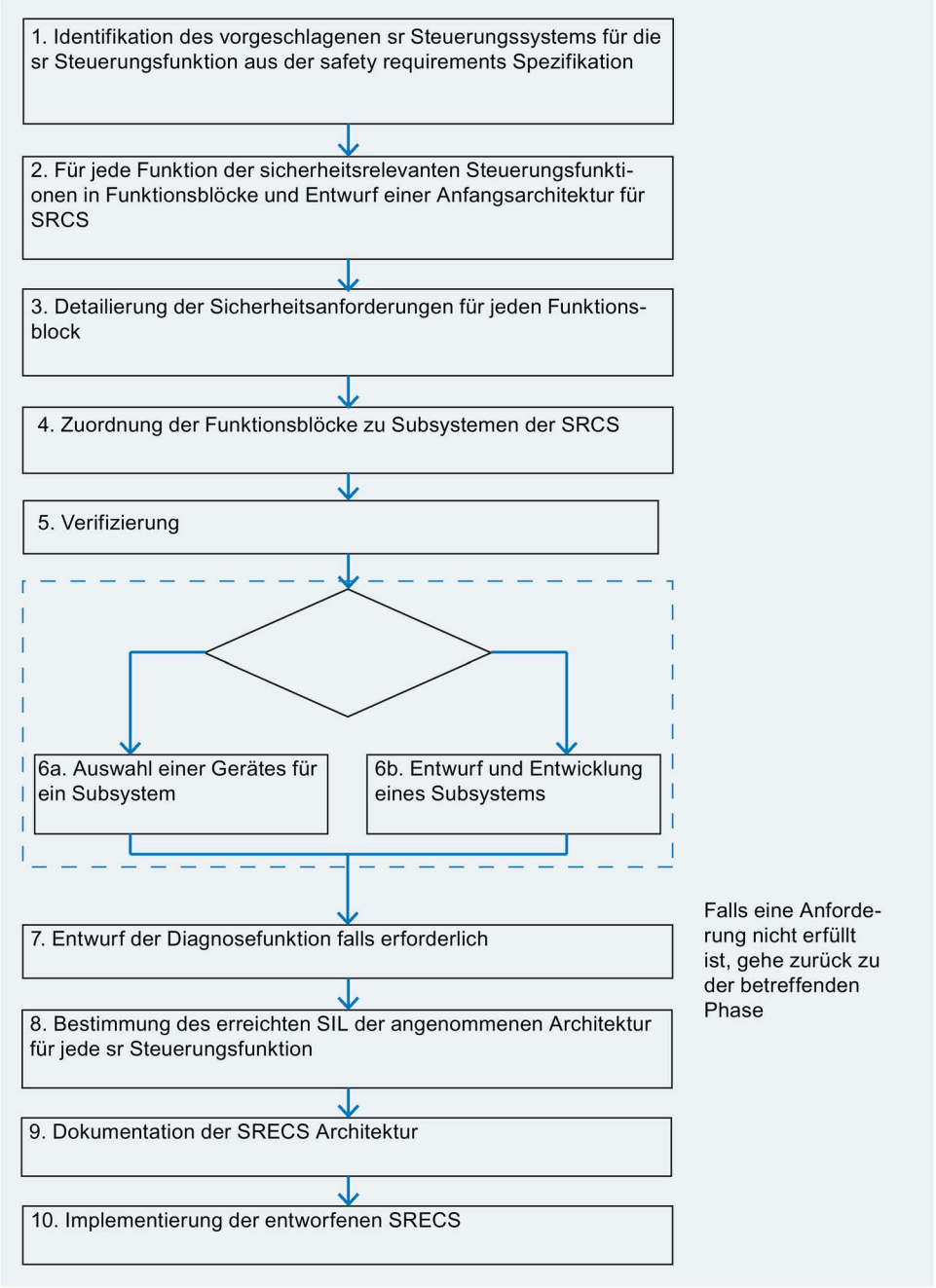


Bild 5-5 Designprozess eines sicherheitsrelevanten Steuerungssystems

Strukturierung der Sicherheitsfunktion

Das Grundprinzip des strukturierten Entwurfs besteht darin, jede Steuerungsfunktion in (gedachte) Funktionsblöcke so zu unterteilen, dass diese bestimmten Subsystemen zugeordnet werden können. Die Abgrenzung der einzelnen Funktionsblöcke wird dabei so gewählt, dass sie vollständig von bestimmten Subsystemen ausgeführt werden können. Wichtig ist dabei, dass jeder Funktionsblock eine logische Einheit darstellt, die korrekt ausgeführt werden muss, damit die gesamte Sicherheitsfunktion korrekt ausgeführt wird.

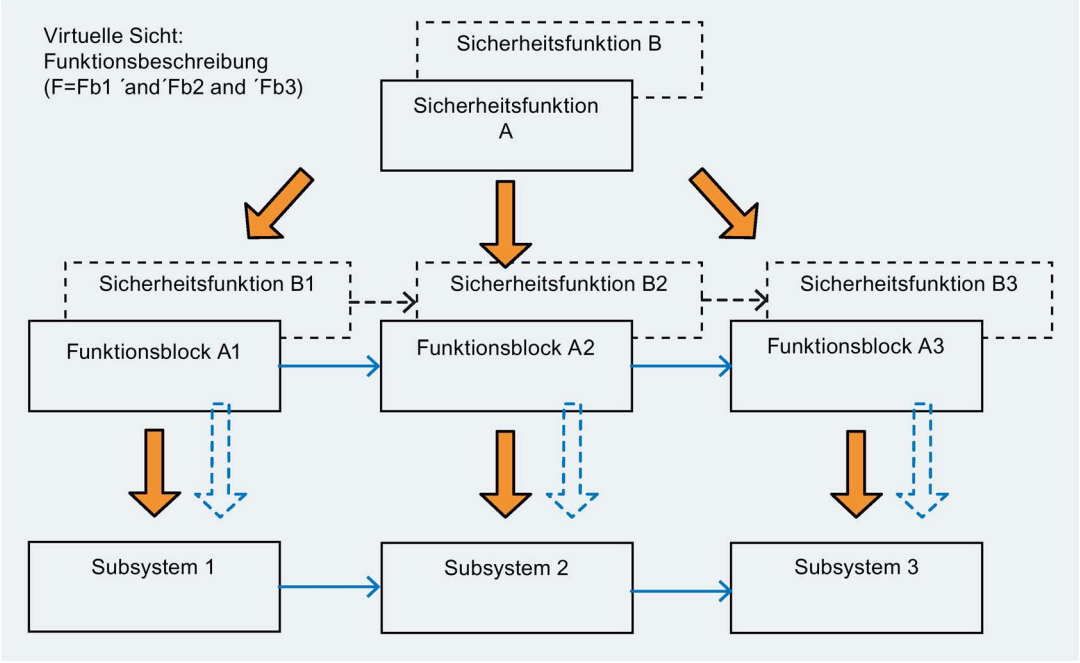


Bild 5-6 Aufteilung einer Sicherheitsfunktion in Funktionsblöcke und Zuordnung zu Subsystemen

Safety Performance eines Subsystems nach IEC 62061

Die "Safety Integrity" nach IEC 62061 erfordert die Erfüllung der drei Grundanforderungen, die entsprechend dem SIL abgestuft sind:

1. Systematische Integrität,
2. Strukturelle Einschränkungen, d.h. Fehlertoleranz und
3. Begrenzte Wahrscheinlichkeit gefährlicher zufälliger (Hardware) Ausfälle (PFH_D).

Die für die ganze Funktion geforderte systematische Integrität (1) des Systems sowie die strukturellen Einschränkungen (2) gelten für die einzelnen Subsysteme genauso wie für das System. D. h. wenn jedes einzelne Subsystem die geforderte systematische Integrität und die strukturellen Einschränkungen eines bestimmten SIL erfüllt, dann erfüllt sie das System auch. Erfüllt jedoch ein Subsystem nur die geringeren Anforderungen eines niedrigeren SIL, dann begrenzt das den SIL, den das System erreichen kann. Man spricht deshalb vom "SIL claim limit" (SIL CL) eines Subsystems.

- Systematische Integrität: SIL SYS <= SIL CL_{lowest}
- Strukturelle Einschränkungen: SIL SYS <= SIL CL_{lowest}

Die Begrenzung der Wahrscheinlichkeit gefahrbringender zufälliger Fehler (3) gilt für die gesamte Funktion, d. h. sie darf von allen Subsystemen zusammen nicht überschritten werden. Es gilt somit:

$PFH_D = PFH_{D1} + ...+ PFH_{Dn}$

5.3.3 Systemdesign für eine Sicherheitsfunktion

Architekturentwurf

Die Architektur eines Steuerungssystems für eine bestimmte Sicherheitsfunktion entspricht in ihrer logischen Struktur der zuvor ermittelten Struktur der Sicherheitsfunktion. Zur Festlegung der realen Systemstruktur werden die Funktionsblöcke der Sicherheitsfunktion bestimmten Subsystemen zugeordnet. Die Subsysteme werden dann so miteinander verschaltet, dass die durch die Funktionsstruktur vorgegebenen Verbindungen hergestellt werden. Die physikalische Verschaltung erfolgt entsprechend den Eigenschaften der gewählten Technik, z. B. durch Einzelverdrahtung (Punkt zu Punkt) oder durch Busverbindung.

Für weitere Sicherheitsfunktionen der Maschine oder Anlage wird ebenso verfahren. Dabei können aber Funktionsblöcke, die denjenigen anderer Sicherheitsfunktionen entsprechen, denselben Subsystemen zugeordnet werden. Wenn also z. B. für zwei verschiedene Funktionen dieselbe Information erfasst werden muss (z. B. Position derselben Schutztür), dann können dazu dieselben Sensoren verwendet werden.

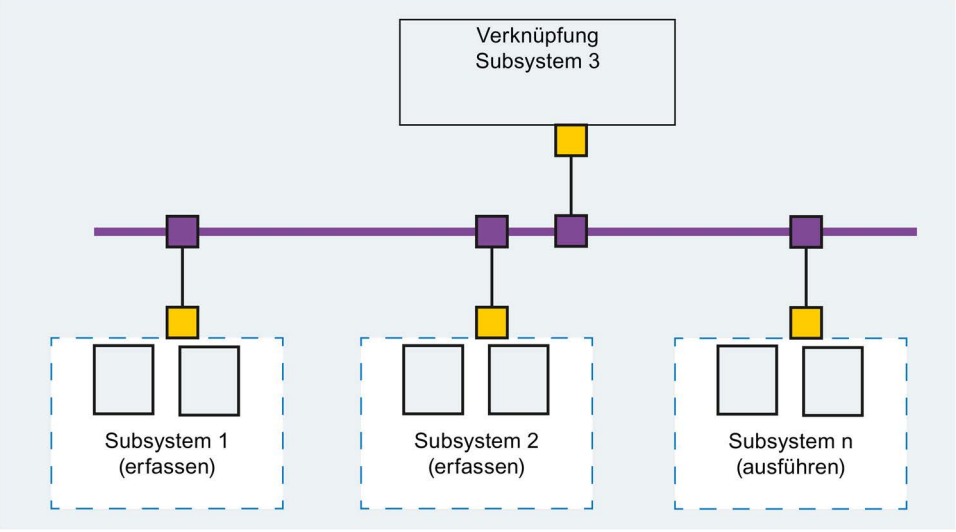


Bild 5-7 Beispiel einer Systemarchitektur für eine Sicherheitsfunktion

Auswahl geeigneter Geräte (Subsysteme)

Ein Subsystem, das zur Implementierung einer Sicherheitsfunktion eingesetzt werden soll, muss die geforderte Funktionalität haben und den betreffenden Anforderungen von IEC 62061 genügen. Mikroprozessorbasierte Subsysteme müssen IEC 61508 für den entsprechenden SIL erfüllen.

Die einzelnen Subsysteme müssen die in der Spezifikation geforderten Sicherheitsparameter (SIL CL und PFH_D) erfüllen.

In vielen Fällen benötigen Geräte noch zusätzliche Fehleraufdeckungsmaßnahmen (Diagnose), um die für ihre Verwendung als Subsystem angegebene Safety Performance tatsächlich zu erreichen. Diese Fehleraufdeckung kann z. B. durch Zusatzgeräte (z. B. Sicherheitsschaltgeräte SIRIUS 3SK1) oder entsprechende Software-Diagnosebausteine in der Logikverarbeitung erfolgen. Für diesen Fall muss die Beschreibung des Gerätes entsprechende Informationen enthalten.

Wenn kein geeignetes Gerät zur Verfügung steht, das den Anforderungen eines so spezifizierten Subsystems genügt, muss es aus verfügbaren Geräten zusammengesetzt werden. Das erfordert einen nächsten Entwurfsschritt. Siehe dazu Abschnitt "Entwurf und Realisierung von Subsystemen (Seite 154)".

5.3.4 Realisierung des sicherheitsrelevanten Steuerungssystems

Ein sicherheitsrelevantes Steuerungssystem muss so realisiert werden, dass es alle Anforderungen entsprechend dem verlangten SIL erfüllt. Ziel ist es, die Wahrscheinlichkeit sowohl systematischer als auch zufälliger Fehler, die zu gefährlichem Versagen der Sicherheitsfunktion führen können, ausreichend klein zu machen. Folgende Aspekte sind zu beachten:

- Hardwareintegrität, d. h. Architektureinschränkungen, (Fehlertoleranz) und begrenzte Versagenswahrscheinlichkeit,
- Systematische Integrität, d. h. Anforderungen zur Vermeidung und Beherrschung von Fehlern,
- Verhalten bei Aufdecken eines Fehlers und Softwaredesign / Softwareentwicklung

Hardwareintegrität

Jedes Subsystem muss eine für den SIL des Systems ausreichende Fehlertoleranz haben. Diese ist abhängig davon, wie groß der Anteil der Fehler, die in eine sichere Richtung gehen, bezogen auf die Wahrscheinlichkeit aller möglichen Fehler des Subsystems ist. Potentiell gefährliche Fehler eines Subsystems, die durch Diagnose rechtzeitig aufgedeckt werden, gehören dabei zu den Fehlern, die in eine sichere Richtung gehen.

Die erlaubte Wahrscheinlichkeit des Versagens einer Sicherheitsfunktion ist durch den in der Spezifikation festgelegten SIL begrenzt.

Systematische Integrität

Es sind Maßnahmen sowohl zur Vermeidung systematischer Fehler als auch zur Beherrschung im System verbliebener Fehler anzuwenden.

Vermeidung systematischer Fehler:

- Das System ist gemäß Sicherheitsplan zu installieren
- Die Herstellerangaben der verwendeten Geräte sind zu befolgen
- Die elektrische Installation gemäß IEC 60204-1 (7.2, 9.1.1 und 9.4.3) auszuführen
- Das Design auf seine Eignung und Korrektheit überprüfen
- Verwendung eines rechnergestützten Tools, das vorkonfigurierte und erprobte Elemente benutzt.

Beherrschung systematischer Fehler:

- Verwendung des Prinzips der Energieabschaltung
- Maßnahmen zur Beherrschung temporärer Subsystemausfälle oder -störungen, z. B. wegen Spannungsunterbrechungen
- Bei Verbindung der Subsysteme durch einen Bus sind die Anforderungen von IEC 61508-2 an die Datenkommunikation zu erfüllen (z. B. PROFIsafe und ASIsafe)
- Fehler in der Verbindung (Verdrahtung) und den Schnittstellen der Subsysteme müssen erkannt und geeignete Reaktionen veranlasst werden. Für die systematische Behandlung werden die Schnittstellen und die Verdrahtung als Bestandteil des betreffenden Subsystems betrachtet.

Details siehe IEC 62061 6.4

Verhalten beim Aufdecken eines Fehlers

Wenn Fehler eines Subsystems zu einem gefährlichen Versagen einer Sicherheitsfunktion führen können, müssen diese rechtzeitig aufgedeckt und eine geeignete Reaktion veranlasst werden, um eine Gefahr zu vermeiden. In welchem Maße automatische Fehleraufdeckung (Diagnose) notwendig ist, hängt von den Ausfallraten der verwendeten Geräte und dem zu erreichenden SIL des Systems (bzw. der geforderten PFH des Subsystems) ab.

Wie sich das System bzw. Subsystem bei Erkennen eines Fehlers verhalten muss, ist abhängig von der Fehlertoleranz des betreffenden Subsystems. Führt der erkannte Fehler nicht direkt zum Versagen der Sicherheitsfunktion, d. h. Fehlertoleranz > 0, ist eine Fehlerreaktion nicht sofort notwendig, sondern erst wenn die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines zweiten Fehlers zu groß wird (in der Regel sind das Stunden oder Tage). Führt der erkannte Fehler direkt zum Versagen der Sicherheitsfunktion, d. h. Fehlertoleranz = 0, ist eine Fehlerreaktion sofort, d. h. bevor eine Gefahr eintritt, notwendig.

5.3.4.1 Erreichte Safety Performance

Erreichte Safety Performance

Für jede Sicherheitsfunktion ist in ihrer Spezifikation festgelegt, welche Safety Performance sie benötigt. Diese muss von dem sicherheitsrelevanten Steuerungssystem erfüllt werden.

Welche Safety Performance ein System erreicht, muss für jede Sicherheitsfunktion ermittelt werden. Dies erfolgt anhand der Architektur des Systems und der Sicherheitsparameter der Subsysteme, die an der Ausführung der betrachteten Sicherheitsfunktion beteiligt sind.

Design nach IEC 62061

Der erreichte SIL wird begrenzt durch die "SIL-Eignung“ seiner Subsysteme. Der niedrigste Wert der eingesetzten Subsysteme begrenzt den SIL des Systems auf diesen Wert (Das schwächste Glied einer Kette bestimmt deren Festigkeit.).

- Systematische Integrität: SIL SYS <= SIL CL_{lowest}
- Strukturelle Einschränkungen: SIL SYS <= SIL CL_{lowest}

Für die Verbindung der Subsysteme untereinander müssen die gleichen Anforderungen erfüllt werden. Dazu werden Einzelverdrahtungen als Bestandteil jeweils eines der beiden verbundenen Subsysteme betrachtet. Bei Busverbindung sind Sende- und Empfangshardware und -software Bestandteile der Subsysteme.

Außer dieser prinzipiellen Eignung muss außerdem die Wahrscheinlichkeit gefährlichen Versagens jeder Sicherheitsfunktion betrachtet werden. Dieser Wert ergibt sich durch einfache Addition der Versagenswahrscheinlichkeiten der an der Funktion beteiligten Subsysteme:

$$\mathbf{PFH_D = PFH_{D1} + ...+ PFH_{Dn}}$$

Bei Busverbindungen muss zusätzlich noch die Wahrscheinlichkeit möglicher Datenübertragungsfehler (PTE) addiert werden.

Der für eine bestimmte Sicherheitsfunktion so ermittelte Wert muss kleiner (oder gleich) sein als der durch den zugehörigen SIL festgelegte Wert.

Tabelle 5- 1 Grenzwerte der Wahrscheinlichkeiten gefahrbringender Fehler einer Sicherheitsfunktion

Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Fehlers pro Stunde (PFH_D)			
	SIL 1	SIL 2	SIL3
PFH_D	< 10^{-5}	< 10^{-6}	< 10^{-7}

5.3.5 Systemintegration für alle Sicherheitsfunktionen

Nachdem die Architekturen für alle Sicherheitsfunktionen entworfen sind, folgt als nächster Schritt die Integration dieser funktionsspezifischen Architekturen zu dem vollständigen sicherheitsrelevanten Steuerungssystem.

Dort, wo mehrere Sicherheitsfunktionen identische Funktionsblöcke haben, können für deren Realisierung gemeinsame Subsysteme verwendet werden:

- Z. B. braucht man nur eine Sicherheits-SPS zur Implementierung der Logik aller Sicherheitsfunktionen.
- Wenn zur Beseitigung unterschiedlicher Gefährdungen (d. h. unterschiedliche Sicherheitsfunktionen) der Zustand derselben Schutztür erfasst werden muss, braucht der notwendige Sensor an dieser Tür nur einmal installiert zu werden.

Auf die Safety Integrity, die für die einzelnen Funktionen bereits bestimmt wurde, hat dies keinen Einfluss. Lediglich bei den elektromechanischen (verschleißbehafteten) Geräten muss das bei der Bestimmung ihrer Schalthäufigkeit berücksichtigt werden.

5.3.6 Entwurf und Realisierung von Subsystemen

Als Alternative zur Auswahl eines vorhandenen Subsystems kann ein Subsystem auch aus Geräten, die alleine nicht die Sicherheitsanforderungen erfüllen, so zusammengesetzt werden, dass das Subsystem dann die notwendige Safety Performance erreicht. Das ist bezüglich der systematischen Integrität und der strukturellen Einschränkungen das durch den SIL der Sicherheitsfunktion vorgegebene SIL claim limit (SIL CL). Für die Wahrscheinlichkeit gefahrbringender zufälliger Fehler (PFH_D) wurden beim Entwurf der Systemarchitektur die maximalen PFH Werte für die einzelnen Subsysteme festgelegt.

Zumindest für SIL 2 und SIL 3 wird im Allgemeinen Redundanz benötigt. Sei es, um die notwendige Fehlertoleranz zu erreichen, oder um Fehleraufdeckung (Diagnose) zu ermöglichen. Die Kombination zweier Geräte zu einem Subsystem kann aber auch erforderlich sein, um die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Versagens zu verringern.

Die genauen Anforderungen für Entwurf und Realisierung von Subsystemen sind in IEC 62061 Abschnitt 6.7 und 6.8 beschrieben. Die folgende Beschreibung vermittelt einen Überblick.

Subsystem Architekturentwurf

Eine spezielle Subsystemarchitektur ist immer dann zu entwerfen, wenn mit den für eine bestimmte Aufgabe (Teilfunktion, "Funktionsblock") vorgesehenen Geräten die notwendige Safety Integrity (Safety Performance) nicht direkt erreicht wird. Im Allgemeinen können die sicherheitstechnischen Eigenschaften

- Geringe Versagenswahrscheinlichkeit
- Fehlertoleranz, Fehlerbeherrschung
- Fehleraufdeckung

nur durch besondere Architekturmaßnahmen erreicht werden. In welchem Umfang bestimmte Maßnahmen notwendig sind, ist abhängig von der geforderten Safety Performance (Safety Integrity).

Dem Subsystem ist eine bestimmte (Teil-)Funktion, der Funktionsblock, zugeordnet (z. B. Zuhalten einer Tür). Dieser Funktionsblock wird zunächst (gedanklich) in einzelne Elemente (Funktionsblockelemente) unterteilt, die dann bestimmten Geräten, den Subsystemelementen, zugeordnet werden können. Im Allgemeinen kann die gleiche Funktion zwei Funktionsblockelementen zugeteilt werden (die Funktion wurde praktisch verdoppelt). Wenn diese Funktionsblockelemente dann durch jeweils eigene Geräte realisiert werden, hat das Subsystem eine einfache Fehlertoleranz (einfache Redundanz).

Fehleraufdeckung eines Subsystems (Diagnose)

Bei einem Subsystem ohne Fehlertoleranz führt jeder Fehler zum Verlust der Funktion. Das Versagen der Funktion kann, abhängig von der Art des Fehlers, zu einem gefährlichen oder sicheren Zustand der Maschine führen. Kritisch sind die Fehler, die einen gefährlichen Zustand der Maschine zur Folge haben. Sie werden als "gefahrbringende Fehler“ bezeichnet. Um zu vermeiden, dass ein gefahrbringender Fehler tatsächlich zu einer Gefährdung führt, kann man bestimmte Fehler durch Diagnose aufdecken und die Maschine in einen sicheren Zustand bringen, bevor die Gefährdung entsteht. Ein durch die Diagnose aufgedeckter gefahrbringender Fehler kann so in einen "sicheren Fehler" umgewandelt werden.

Bei einem redundanten Subsystem führt der erste Fehler noch nicht zum Versagen seiner Funktion. Erst ein weiterer Fehler kann den Verlust der Funktion verursachen. Um das Versagen des Subsystems zu vermeiden, muss also der erste Fehler aufgedeckt werden bevor ein zweiter Fehler auftritt. Die Fehleraufdeckung muss natürlich mit einer geeigneten Systemreaktion verbunden sein. Im einfachsten Fall wird z. B. die Maschine angehalten, um sie in einen sicheren Zustand zu bringen, der die (fehlerhafte) Sicherheitsfunktion nicht benötigt.

Durch die Fehleraufdeckung (Diagnose) verbunden mit einer geeigneten Fehlerreaktion wird in beiden Fällen die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Versagens der betreffenden Sicherheitsfunktion verringert. In welchem Maße die Wahrscheinlichkeit verringert wird hängt u. a. davon ab, wie viele der möglichen gefährlichen Fehler erkannt werden. Das Maß dafür ist der Diagnosedeckungsgrad (diagnostic coverage DC).

Die Fehleraufdeckung eines Subsystems kann im betreffenden Subsystem selber oder durch ein anderes Gerät, z. B. die Sicherheits-SPS erfolgen.

Systematische Integrität eines Subsystems

Bei Design und Implementierung eines Subsystems müssen Maßnahmen sowohl zur Vermeidung als auch zur Beherrschung systematischer Fehler getroffen werden, z. B.:

- Die eingesetzten Geräte müssen die entsprechenden internationalen Normen erfüllen.
- Die vom Hersteller angegebenen Anwendungsbedingungen müssen eingehalten werden.
- Das Design und die verwendeten Materialien müssen so sein, dass sie allen zu erwartenden Umgebungsbedingungen standhalten.
- Das Verhalten aufgrund von Umgebungseinflüssen muss vorherbestimmt sein, sodass ein sicherer Zustand der Maschine erhalten werden kann.
- Online Fehleraufdeckung
- Zwangsbetätigung zur Initiierung einer Schutzmaßnahme

Die in IEC 62061 beschriebenen Anforderungen betreffen nur das Design elektrischer Subsysteme geringer Komplexität, also keine Subsysteme mit Mikroprozessoren. Die geforderten Maßnahmen gelten für alle SIL gleichermaßen.

Ausfallwahrscheinlichkeit (PFH_D) eines Subsystems

Die möglichen Ausfälle werden unterschieden in "sichere" oder "gefahrbringende" Ausfälle. Dabei sind die gefahrbringenden Ausfälle eines Subsystems wie folgt definiert.

Gefahrbringender Ausfall

Ausfall eines SRECS, eines Subsystems oder Subsystemelements mit dem Potenzial, eine Gefährdung oder funktionsfähigen Zustand zu verursachen.

Anmerkung: Ob ein solcher Zustand eintritt oder nicht, kann von der Systemarchitektur abhängen; in Systemen mit mehrfachen Kanälen zur Verbesserung der Sicherheit führt ein gefahrbringender Hardwareausfall mit geringerer Wahrscheinlichkeit zum gefahrbringenden Gesamtzustand oder zu einem Funktionsausfall.

Das bedeutet z. B.: Bei einem redundanten Subsystem (d. h. Fehlertoleranz 1) wird ein Fehler eines Kanals als gefahrbringend bezeichnet, wenn er potenziell gefahrbringend ist, d. h. bei nicht vorhandenem zweiten Kanal zu einem gefährlichen Zustand der Maschine führen kann.

Für die Sicherheitsanforderungen ist nur die Wahrscheinlichkeit gefahrbringender Ausfälle maßgebend. Die so genannten "sicheren Fehler" verschlechtern zwar die Verfügbarkeit des Systems, verursachen aber keine Gefährdung.

Die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Subsystems ist abhängig von den Ausfallraten der Geräte aus denen das Subsystem aufgebaut ist, der Architektur und den Diagnosemaßnahmen. Für die beiden gebräuchlichsten Architekturen sind die Formeln in der IEC 62061 angegeben.

Struktur ohne Fehlertoleranz mit Diagnose

Bei dieser Struktur (siehe folgendes Bild) versagt das Subsystem, wenn ein beliebiges seiner Elemente versagt, d. h. ein einzelner Fehler führt zum Versagen der eigentlichen Sicherheitsfunktion. Dies bedeutet aber noch nicht zwingend einen gefährlichen Verlust der Sicherheitsfunktion. Abhängig von der Art des Fehlers kann die Maschine in einen sicheren oder einen gefährlichen Zustand gehen, d. h. das Subsystem hat einen "sicheren" oder einen "gefährlichen" Fehler. Ist die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Fehler (PFHd) größer als in der Spezifikation vorgegeben, müssen diese Fehler durch Diagnose aufgedeckt und eine Fehlerreaktion veranlasst werden bevor eine Gefahr entsteht. Dadurch werden gefährliche Fehler zu sicheren Fehlern und folglich die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Versagens des Subsystems verringert, sodass evtl. die in der Spezifikation erlaubte Versagenswahrscheinlichkeit erreicht wird.

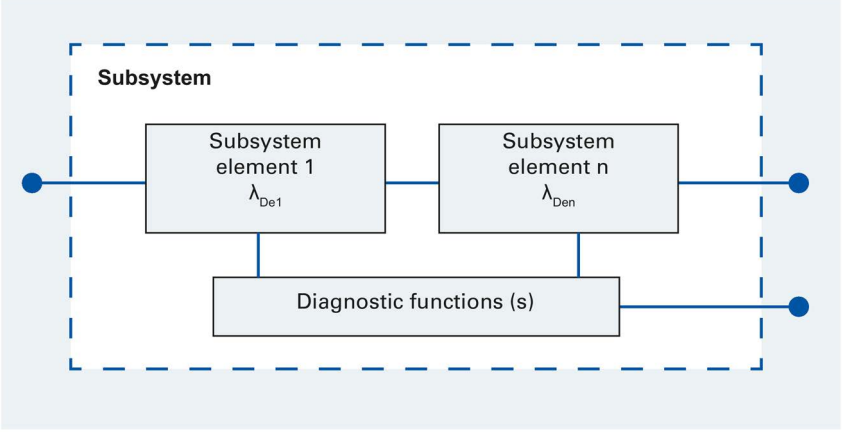


Bild 5-8 Logische Struktur eines Subsystems ohne Fehlertoleranz mit Diagnose

Struktur mit einfacher Fehlertoleranz und mit Diagnose

Bei dieser Struktur (siehe folgendes Bild) führt der erste Fehler noch nicht zum Versagen der Funktion. Der Fehler muss aber aufgedeckt werden, bevor die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines zweiten Fehlers, d. h. des Versagens des Subsystems, die in der Spezifikation gegebene Grenze überschreitet.

Außer den unabhängigen, zufälligen Fehlern ist bei redundanten Subsystemen noch die Möglichkeit von Fehlern gemeinsamer Ursache (common cause failure) zu beachten. Gegen solche Fehler hilft homogene Redundanz nicht. Beim Entwurf müssen deshalb systematische Maßnahmen getroffen werden, die ihre Wahrscheinlichkeit ausreichend gering machen. Da common cause Fehler nie ganz ausgeschlossen werden können, müssen sie bei der Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit des Subsystems berücksichtigt werden. Dies erfolgt mit Hilfe des Common Cause Faktors (β), mit dem die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen bewertet wird. In Annex F von IEC 62061 befindet sich eine Tabelle zur Bestimmung des erreichten Common Cause Faktors.

Bei dieser Struktur führt ein einzelner Ausfall eines beliebigen Subsystemelements nicht zum Ausfall der sicherheitsrelevanten Steuerungsfunktion.

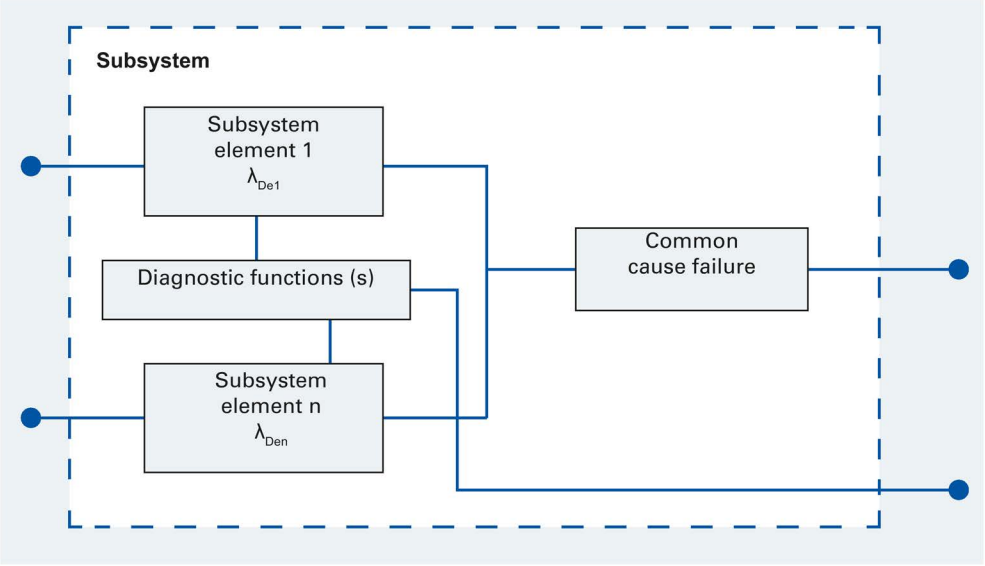


Bild 5-9 Logische Struktur eines Subsystems mit einfacher Fehlertoleranz mit Diagnose

Strukturelle Einschränkungen eines Subsystems

Die strukturellen Einschränkungen fordern ein Minimum an Fehlertoleranz abhängig von der Art der möglichen Fehler des Subsystems. Je größer der Anteil "sicherer" Fehler, desto kleiner ist die geforderte Fehlertoleranz für einen bestimmten SIL.

Folgende Tabelle zeigt die entsprechenden Grenzen. "Sichere Fehler" in diesem Zusammenhang sind auch die potenziell gefährlichen Fehler, die durch Diagnose aufgedeckt werden.

Tabelle 5- 2 Strukturelle Einschränkungen eines Subsystems

Anteil sicherer Fehler	Hardwarefehlertoleranz	
	0	1
< 60 %	Nicht erlaubt (Ausnahmen siehe Norm)	SIL 1
60 % bis < 90 %	SIL 1	SIL 2
90 % bis < 99 %	SIL 2	SIL 3
≥ 99 %	SIL 3	SIL 3
Anmerkung: Eine Hardwarefehlertoleranz von N bedeutet, dass N+1 Fehler zum Verlust der Funktion führen können.		

So ist z.B. für ein Subsystem, das für SIL 2 eingesetzt werden soll, keine Fehlertoleranz gefordert (FT = 0) wenn der Anteil seiner Fehler, die in eine sichere Richtung gehen, mehr als 90 % beträgt. Die meisten Geräte erreichen diesen Wert von sich aus nicht. Man kann aber den Anteil der gefährlichen Fehler verringern, indem man die Fehler durch Diagnose aufdeckt und rechtzeitig eine geeignete Reaktion veranlasst.

Die safe failure fraction eines Subsystems ist der prozentuale Anteil der Fehler, die zu einem sicheren Zustand der Maschine führen, an der Menge aller Fehler des Subsystems gewichtet nach deren Auftretenswahrscheinlichkeit.

5.4 Entwurf und Realisierung der sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung nach ISO 13849-1

Zielsetzung

Ein sicherheitsrelevantes (Steuerungs-) System muss eine Sicherheitsfunktion korrekt ausführen. Auch im Fehlerfall muss sie sich so verhalten, dass die Maschine oder Anlage in einem sicheren Zustand bleibt oder gebracht wird.

Ermittlung der notwendigen Safety Performance (Safety Integrity)

Durch den Prozess der Risikobeurteilung (siehe Kapitel "Sicherheitsbezogene Teile für die Maschinensteuerung (Seite 137)") wurden die Anforderungen an die Sicherheitsfunktion ermittelt.

Die ISO 13849-1 schreibt einen erforderlichen Performance Level PL_r vor. Siehe dazu Kapitel "Sicherheitsbezogene Teile für die Maschinensteuerung (Seite 137)".

Entwurfsprozess der sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung

Die Kategorien nach ISO 13849-1 beziehen sich gleichermaßen auf das System (Sicherheitsfunktion) und seine Teilsysteme. Bei der Realisierung nach ISO 13849-1 kann das gleiche Prinzip der Strukturierung des sicherheitsrelevanten Systems angewendet werden wie in der IEC 62061 beschrieben. Jedes so abgegrenzte Teilsystem muss dann den Performance Level erreichen, der für die Schutzfunktion verlangt wird. Die Anforderungen der betreffenden Kategorie gelten auch für die Verdrahtung der Teilsysteme untereinander.

In der ISO 13849-1 wird beim Entwurf neben den Kategorien zusätzlich der Performance Level PL_r als die quantitative Größe für die Ausfallwahrscheinlichkeit eingeführt.

Das folgende Bild zeigt den iterativen Prozess für die Gestaltung der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen (SRP / CS):

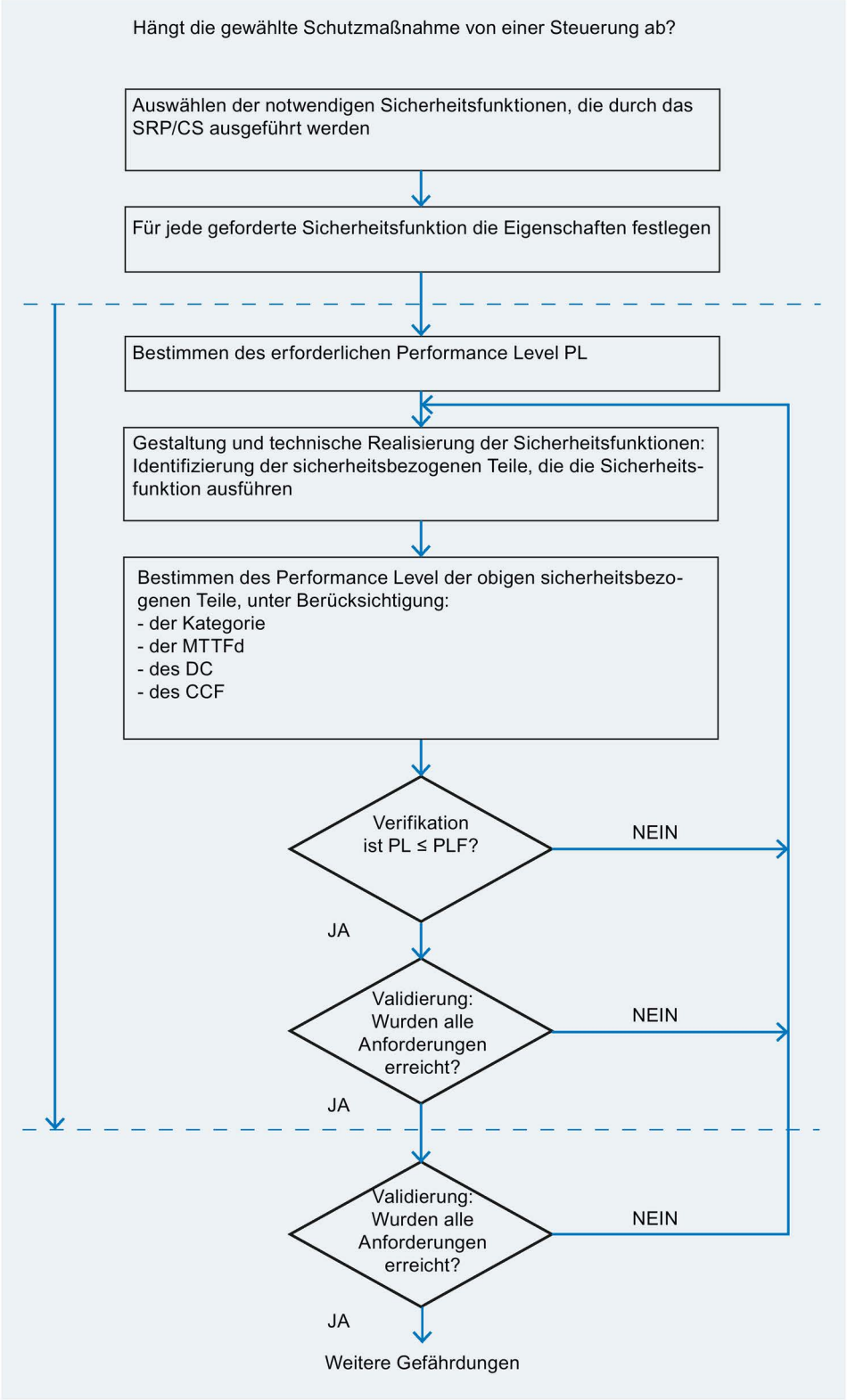


Bild 5-10 Iterativer Prozess für die Gestaltung der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen

Entwurf nach ISO 13849-1

Der Architekturentwurf richtet sich dem erforderlichen Performance Level PL_r.

Das Entwurfskonzept von ISO 13849-1 basiert auf speziellen vordefinierten Architekturen der sicherheitsrelevanten Teile der Steuerung.

Eine Sicherheitsfunktion kann aus einem oder mehreren sicherheitsbezogenen Teilen einer Steuerung (SRP / CS) bestehen.

Eine Sicherheitsfunktion kann auch eine Betriebsfunktion sein, wie z. B. eine Zweihandschaltung zur Einleitung eines Prozesses.

Eine typische Sicherheitsfunktion besteht aus folgenden sicherheitsbezogenen Teilen einer Steuerung:

- Eingang (SRP/CS_a)
- Logik / Bearbeitung (SRP/CS_b)
- Ausgang / Energieübertragungselement (SRP/CS_c)
- Verbindungen (i_{ab}, i_{ac}) (z. B. elektrisch, optisch)

Anmerkung: Sicherheitsbezogene Teile bestehen aus einer oder mehreren Komponenten; Komponenten können aus einem oder mehreren Elementen bestehen.

Alle Verbindungselemente sind in den sicherheitsbezogenen Teilen enthalten.

Wurden die Sicherheitsfunktionen der Steuerung bestimmt, müssen die sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung identifiziert werden. Ebenso muss deren Beitrag zu dem Prozess der Risikominderung (ISO 12100) beurteilt werden.

Performance Level PL

Bei der Anwendung der ISO 13849 wird die Fähigkeit sicherheitsbezogener Teile eine Sicherheitsfunktion auszuführen, durch die Bestimmung eines Performance Levels ausgedrückt.

Für jedes gewählte SRP/CS und/oder der Kombination von SRP/CS, die eine Sicherheitsfunktion ausführt, muss eine Abschätzung des PL durchgeführt werden.

Der PL der SRP/CS muss durch die Abschätzung folgender Aspekte bestimmt werden:

- $MTTF_d$ (mittlere Zeit zum gefahrbringenden Ausfall)
- DC (Diagnosedeckungsgrad)
- CCF (Ausfall auf Grund gemeinsamer Ursachen)
- Struktur
- Verhalten der Sicherheitsfunktion unter Fehlerbedingung(en)
- Sicherheitsbezogene Software
- Systematische Ausfälle

Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall jedes Kanals ($MTTF_d$)

Der Wert der $MTTF_d$ jedes Kanals wird in drei Stufen angegeben und muss für jeden Kanal individuell berücksichtigt werden (z. B. einzelner Kanal oder jeder Kanal eines redundanten Systems). In Bezug auf die $MTTF_d$ kann ein maximaler Wert von 100 Jahren angesetzt werden.

$MTTF_d$	
Niedrig	3 Jahre ≤ $MTTF_d$ < 10 Jahre
Mittel	10 Jahre ≤ $MTTF_d$ < 30 Jahre
Hoch	30 Jahre ≤ $MTTF_d$ ≤ 100 Jahre

Diagnosedeckungsgrad (DC)

Der Wert für den DC wird in vier Stufen angegeben. Zur Abschätzung des DC kann in den meisten Fällen die Ausfallarten- und Effektanalyse (FMEA) oder ähnliche Verfahren verwendet werden. In diesem Fall sollten alle relevanten Fehler und/oder Ausfallarten berücksichtigt werden, und der PL der Kombination des SRP/CS, die die Sicherheitsfunktion ausführen sollte, gegen den erforderlichen Performance Level (PL_r) geprüft werden. Für einen vereinfachten Ansatz zur Abschätzung des DC, siehe ISO 13849-1 Anhang E.

Diagnosedeckungsgrad (DC)	
Kein	DC < 60 %
Niedrig	60 % ≤ DC < 90 %
Mittel	90 % ≤ DC < 99 %
Hoch	99 % ≤ DC

5.4.1 Entwurf und Realisierung von Kategorien

Kategorie B

Zum Erreichen einer Kategorie B müssen die sicherheitsgerichteten Teile der Steuerung die folgenden Anforderungen erfüllen und nach diesen gestaltet, ausgewählt und kombiniert sein.

- Anwendung der grundlegenden Sicherheitsprinzipien
- Standhaltung gegenüber den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen, dazu gehört das Schaltvermögen bzw. die Schalthäufigkeit der Komponenten
- Robustheit gegenüber den Einflüssen des bearbeiteten Materials und Umgebungsbedingungen, dazu gehören z. B. auftretende Stoffe wie Öle, Reinigungsmittel, Salznebel
- Robustheit gegenüber anderen relevanten äußeren Einflüssen, dazu gehören mechanische Schwingungen, elektromagnetische Störungen, Unterbrechungen oder Störungen der Energieversorgung.

In einem Kategorie B System kann der $MTTF_d$ jedes Kanals niedrig bis mittel sein. Einen Diagnosedeckungsgrad gibt es nicht (DC avg = kein). Da die Struktur üblicherweise einkanalig ist, wird eine CCF Betrachtung in dieser Kategorie nicht angewendet, da dies nicht relevant ist. Der maximal erreichbare Performance Level eines Kategorie B Systems ist PL = b.
Durch den einkanaligen Aufbau kann ein Fehler zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

Beispiel einer vorgesehenen Architektur Kategorie B :

- I1: Sensor 1 (z. B. ein Positionsschalter)
- L1: Logikeinheit 1 (z. B. ein Sicherheitsschaltgerät)
- O1: Aktor 1 (z. B. ein Schütz)

Die strukturellen Eigenschaften sind:

- Einkanaliger Aufbau

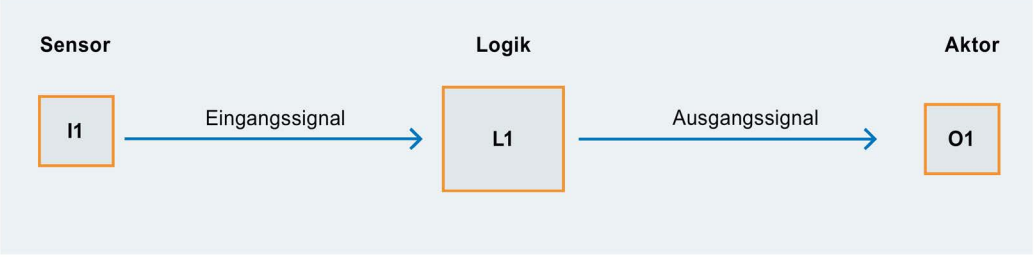


Bild 5-11 Vorgesehene Architektur für Kategorie B

Kategorie 1

Zum Erreichen einer Kategorie 1 müssen die Anforderungen wie für Kategorie B erfüllt sein. Zusätzlich müssen noch die folgenden Anforderungen umgesetzt werden:

Für die sicherheitsgerichteteten Teile der Steuerung müssen bewährte Bauteile verwendet werden und bewährte Sicherheitsprinzipien eingehalten werden (siehe ISO 13849-2).

In einem Kategorie 1 System muss der MTTFd jedes Kanals hoch sein.

Der maximal erreichbare Performance Level ist PL = c.

Beispiel einer vorgesehenen Architektur Kategorie 1:

- I1: Sensor 1 (z. B. ein Positionsschalter)
- L1: Logikeinheit 1 (z. B. ein Sicherheitsschaltgerät)
- O1: Aktor 1 (z. B. ein Schütz)

Die strukturellen Eigenschaften sind:

- Einkanaliger Aufbau
- Einsatz bewährter Bauteile

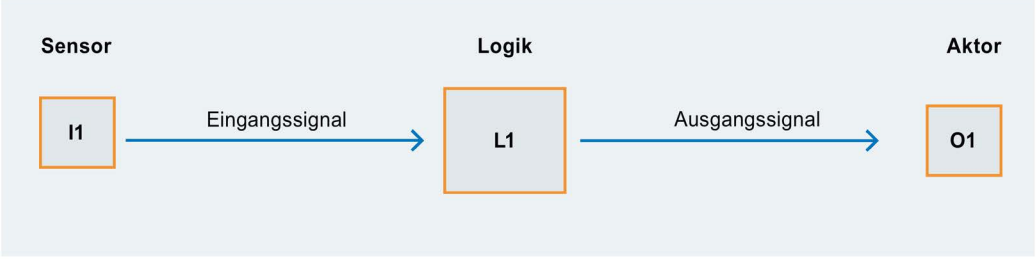


Bild 5-12 Vorgesehene Architektur für Kategorie 1

Kategorie 2

Zum Erreichen einer Kategorie 2 müssen die Anforderungen wie für die Kategorie B erfüllt sein. Es müssen ebenfalls die bewährten Sicherheitsprinzipien eingehalten werden. Zusätzlich gelten die folgenden Anforderungen:

Die sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung eines Kategorie 2 Systems müssen in angemessenen Zeitabständen durch die Maschinensteuerung getestet werden. Dieser Test der Sicherheitsfunktion durch die Maschinensteuerung muss durchgeführt werden:

- Bei Maschinenanlauf, sowie
- Vor jedem Einleiten einer Gefährdungssituation, z. B. bei Beginn eines neuen Maschinenzyklus, Einleitung anderer Bewegungen, etc.

Als Ergebnis des Tests durch die Testeinrichtung

- muss bei einem erkannten Fehler eine geeignete Fehlerreaktion erfolgen
- darf bei keinem erkannten Fehler der Betrieb zugelassen werden

Die Fehlerreaktion muss wenn immer möglich einen sicheren Zustand einleiten. Erst wenn der Fehler behoben wurde, darf der normale Betrieb fortgesetzt werden. Ist das Erreichen des sicheren Zustandes nicht möglich (z. B. bei verschweißten Kontakten), so muss eine Warnung vor der Gefährdung bereitgestellt werden.

In einem Kategorie 2 System muss der MTTFd jedes Kanals in Abhängigkeit des erforderlichen PLr, niedrig bis hoch sein. Die sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems müssen einen niedrigen bis mittleren Diagnosedeckungsgrad aufweisen. Gleichzeitig müssen CCF Maßnahmen angewendet werden (siehe ISO 13849-1 Anhang F).

Zusätzlich darf es durch den Test selbst zu keinen weiteren Gefährdungen kommen. Die Testeinrichtung darf ein Bestandteil der sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems sein oder aber auch getrennt davon umgesetzt werden.

Der maximal erreichbare Performance Level eines Kategorie 2 Systems ist PL = d.

Hinweis

Bei der Kategorie 2 handelt es sich im Sinne des vereinfachten Verfahrens der ISO 13849-1 um ein einkanaliges getestetes System: wenn ein gefahrbringender Fehler auftritt, dann ist die Fehlererkennung nur dann (sinnvoll) effektiv, wenn der Fehler aufdeckende Test vor der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion stattfindet. Mit diesem Hintergrund wird eine Testrate gefordert, die 100 mal größer ist als die Anforderungsrate der Sicherheitsfunktion.

Beispiel einer vorgesehenen Architektur Kategorie 2

- I1: Sensor 1 (z. B. ein Positionsschalter)
- L1: Logikeinheit 1 (z. B. ein Sicherheitsschaltgerät)
- O1: Aktor 1 (z. B. ein Schütz)
- TE: Testeinrichtung

Die strukturellen Eigenschaften sind:

- Einkanaliger Aufbau
- Überwachung durch Testeinrichtung

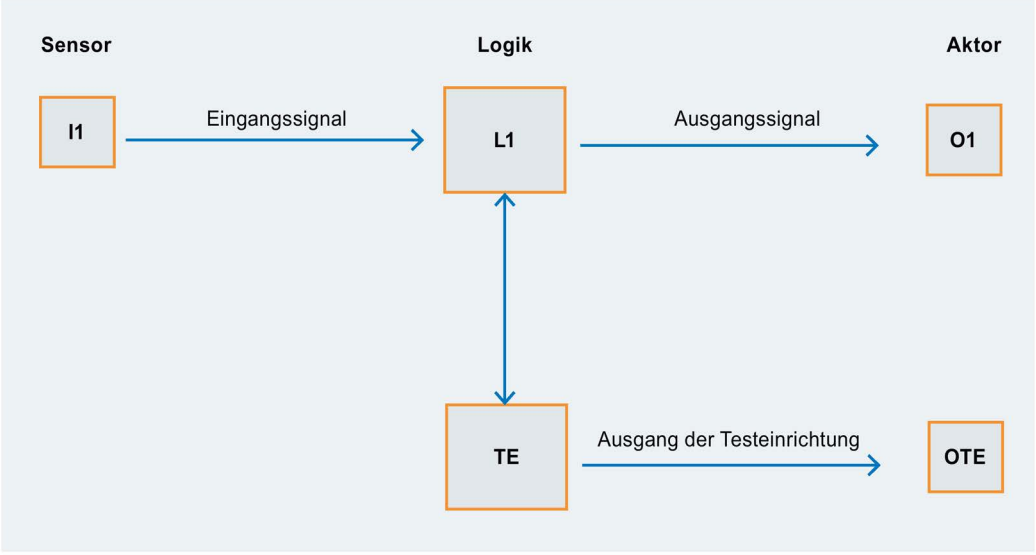


Bild 5-13 Vorgesehene Architektur für Kategorie 2

Kategorie 3

Zum Erreichen einer Kategorie 3 müssen die Anforderungen wie für die Kategorie B erfüllt sein. Es müssen ebenfalls die bewährten Sicherheitsprinzipien eingehalten werden. Zusätzlich gelten die folgenden Anforderungen:

Die sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems der Kategorie 3 müssen so ausgelegt werden, dass es bei Auftreten eines einzelnen Fehlers nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion kommt. Der einzelne Fehler muss, wenn immer möglich, bei oder vor der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion erkannt werden.

In einem Kategorie 3 System muss der MTTFd jedes redundanten Kanals in Abhängigkeit des erforderlichen PLr, niedrig bis hoch sein. Die sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems müssen einen niedrigen bis mittleren Diagnosedeckungsgrad aufweisen. Gleichzeitig müssen CCF Maßnahmen angewendet werden (siehe ISO 13849-1 Anhang F).

Beispiel einer vorgesehenen Architektur Kategorie 3:

- I1 und I2: Sensor 1 und 2 (z. B. zwei Positionsschalter mit zwangsöffnenden Kontakten)
- L1 und L2: Logikeinheit 1 und 2 (ein Sicherheitsschaltgerät z. B. beinhaltet bereits diese beiden Einheiten)
- O1 und O2: Aktor 1 und 2 (z. B. zwei Schütze)

Die strukturellen Eigenschaften sind:

- Redundanter Aufbau
- Überwachung der Sensoren (Diskrepanzüberwachung)
- Überwachung der Freigabekreise (Überwachung, vergleichbar mit den Rückführkreisen heute)

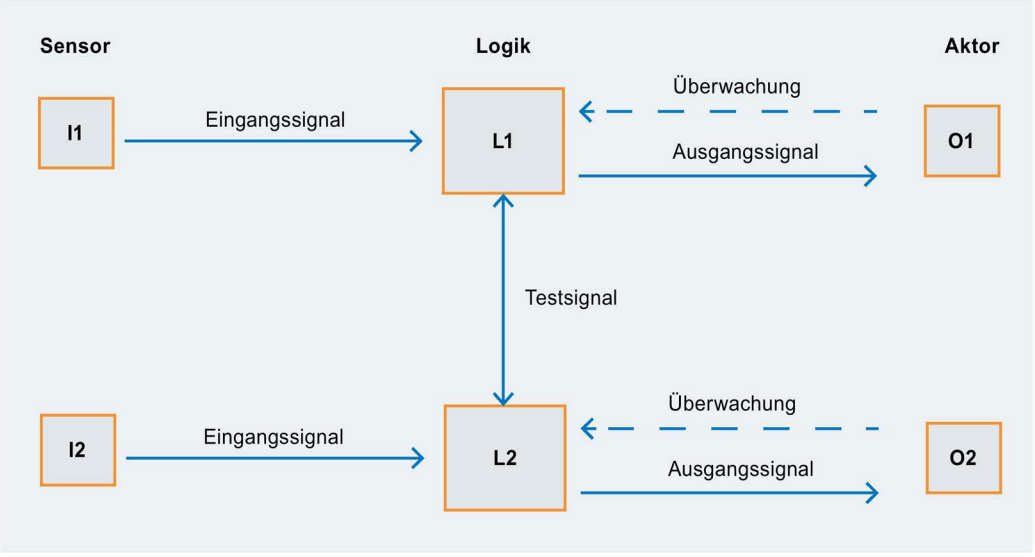


Bild 5-14 Vorgesehene Architektur für Kategorie 3

Kategorie 4

Zum Erreichen einer Kategorie 4 müssen die Anforderungen wie für die Kategorie B erfüllt sein. Es müssen ebenfalls die bewährten Sicherheitsprinzipien eingehalten werden. Zusätzlich gelten die folgenden Anforderungen:

Die sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems der Kategorie 4 müssen so ausgelegt werden, dass es bei Auftreten eines einzelnen Fehlers nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion kommt. Der einzelne Fehler muss bei oder vor der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion erkannt werden. Kann ein Fehler nicht erkannt werden, dann darf eine Anhäufung dieser Fehler nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

In einem Kategorie 3 System muss der MTTFd jedes redundanten Kanals hoch sein. Die sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems müssen einen hohen Diagnosedeckungsgrad aufweisen. Gleichzeitig müssen CCF Maßnahmen angewendet werden (siehe ISO 13849-1 Anhang F).

Beispiel einer vorgesehenen Architektur Kategorie 4:

- I1 und I2: Sensor 1 und 2 (z. B. zwei Positionsschalter mit zwangsöffnenden Kontakten)
- L1 und L2: Logikeinheit 1 und 2 (ein Sicherheitsschaltgerät z. B. beinhaltet bereits diese beiden Einheiten)
- O1 und O2: Aktor 1 und 2 (z. B. zwei Schütze)

Die strukturellen Eigenschaften sind:

- Redundanter Aufbau
- Überwachung der Sensoren (Diskrepanzüberwachung)
- Überwachung der Freigabekreise (Überwachung, vergleichbar mit den Rückführkreisen)
- Hoher Diagnosedeckungsgrad in allen Teilsystemen

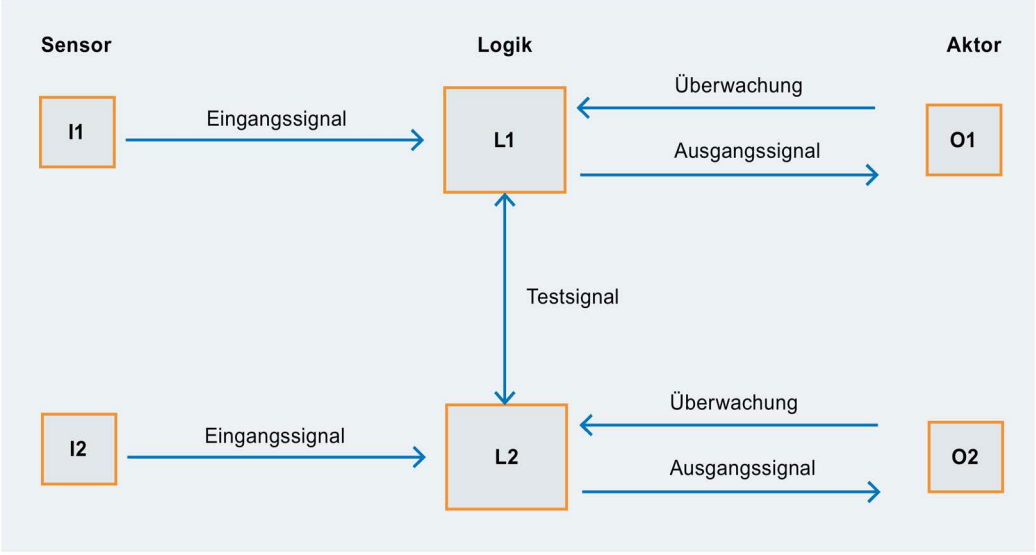


Bild 5-15 Vorgesehene Architektur für Kategorie 4

Bewertung der Sicherheitsfunktionen

Jede vorgesehene Sicherheitsfunktion, deren Umsetzung sowie Bewertung muss entsprechend den Vorgaben der Norm dokumentiert werden.

Bei der Bewertung von Sicherheitsfunktionen an Maschinen und Anlagen bietet Ihnen die schnelle und einfache Handhabung des SIEMENS Safety Evaluation Tool wertvolle Unterstützung.

Das TÜV-geprüfte Online-Tool führt den Anwender schrittweise von der Festlegung der Struktur des Sicherheitssystems, über die Auswahl der Komponenten zur Ermittlung der erreichten Sicherheitsintegrität gemäß ISO 13849-1 und IEC 62061.

Hierbei unterstützen Sie auch die integrierten umfangreichen Bibliotheken. Als Ergebnis erhält der Benutzer einen normenkonformen Report, der als Sicherheitsnachweis in die Dokumentation integriert werden kann.

Durch den online Zugriff des Safety Evaluation Tool ist sichergestellt, dass die Berechnungen immer mit der aktuellen Normenlage durchgeführt werden und dass stets auf die aktuellen technischen Daten aller sicherheitsrelevanten Komponenten von SIEMENS zugegriffen wird.

Das Safety Evaluation Tool finden Sie im Internet (http://www.siemens.de/safety-evaluation-tool).

Service & Support

6

6.1 Service und Support

Safety Integrated im Internet

Aktuelle Informationen rund um die Sicherheitstechnik bietet Ihnen unser Online-Auftritt. Sie finden dort hilfreiche Dokumente, Links, Filme und Tools zu Safety-Integrated-Produkten und -Lösungen sowie zur Anwendung der Normen.
Safety Integrated im Internet (http://www.siemens.de/safety-integrated)

Functional Safety Services

Wir unterstützen Sie beispielsweise bei der Durchführung der Risikobeurteilung. Oder wir übernehmen für Ihr bestehendes Konzept die SIL- bzw. PL-Verifikation, die Programmierung der Sicherheitsfunktion oder die Verifikation des Engineerings.

Functional Safety Services im Internet (http://www.siemens.com/safety-services)

SITRAIN Training für Safety Integrated

Risikobeurteilung, Normen, CE-Kennzeichnung, Produkttraining: Alles Wissenswerte rund um unser umfangreiches Trainingsprogramm SITRAIN finden Sie im Internet.

SITRAIN Training für Safety Integrated im internet (http://www.siemens.de/sitrain-safetyintegrated)

Kataloge und Infomaterial

Im Informations- und Download-Center finden Sie alle aktuellen Kataloge, Kundenzeitschriften, Broschüren, Demosoftware und Aktionspakete zum Download. Unter anderem unseren Katalog "Safety Integrated".

Information und Download Center (http://www.siemens.de/safety-infomaterial)

Funktionsbeispiele

Im Internet finden Sie weitere praxisnahe Funktionsbeispiele, die typischen Anforderungen innerhalb der industriellen Sicherheitstechnik abdecken. Sie enthalten typische Anwendungen mit Produktbeispielen inklusive Verdrahtungsplan, Programmiercode und Bewertung nach EN 62061 und EN ISO 13849.

Funktionsbeispiele im Internet (http://www.siemens.de/safety-functional-examples)

Safety Integrated Newsletter

Aktuelle Informationen rund um die Sicherheitstechnik bietet Ihnen unser regelmäßiger Newsletter.

Safety Integrated Newsletter (http://www.industry.siemens.com/newsletter)

Vor-Ort-Service

Siemens unterstützt seine Kunden weltweit mit produkt-, system- und applikationsnahen Services über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage. Von der Planung und Entwicklung über den Betrieb bis hin zur Modernisierung profitieren Kunden durch den Service auch vom umfangreichen Technologie- und Produktwissen und der Branchenkompetenz der Siemens-Experten.

Industry Services (http://www.siemens.de/industry-service)

Konfiguratoren

Stellen Sie Produkte und Systeme einfach mithilfe unserer Konfiguratoren zusammen.

Industry Mall

Anschließend online bestellen in der Industry Mall – so einfach geht das.

Industry Mall (http://www.siemens.com/industrymall/DE)

Beratung

Um den wachsenden Anforderungen im Bereich der Sicherheitstechnik gerecht zu werden, setzt Siemens neben den eigenen Safety-Experten auch auf ausgewählte Siemens Solution Partner Automation. Diese hoch qualifizierten Partnerunternehmen bieten professionelle Beratung und tatkräftige Unterstützung für alle relevanten Sicherheitsaspekte Ihrer Automatisierungsprojekte.

Solution Partner Internet (http://www.siemens.de/automation/solutionpartner)

Index

I

K

L

M

N

Not-Halt-Abschaltung, 28, 30, 32, 34, 42, 116

O

Offener Gefahrenbereich, 76, 78, 80, 82

P

Performance Level, 15, 131, 138, 162

Q

R

S

U

V

Z