

# Antriebsbasierte funktionale Sicherheit Niederspannungs- frequenzumrichter spielen zunehmend eine bedeutende Rolle bei der Maschinensicherheit

# Antriebsbasierte funktionale Sicherheit

## **Teil 1 Funktionale Sicherheit: Sicherere Maschinen mit antriebsbasierter funktionaler Sicherheit**

- 1.1 Einleitung
- 1.2 Umgang mit den von Maschinen ausgehenden Gefahren
- 1.3 Der Weg zur integrierten, antriebsbasierten funktionalen Sicherheit
- 1.4 Elektronik und Normen erleichtern die Realisierung der Sicherheit
- 1.5 Lösungen einer antriebsbasierten funktionalen Sicherheit in Industrieanlagen
- 1.6 Typische Funktionen der antriebsbasierten funktionalen Sicherheit

## **Teil 2 Gesetze, Normen und eine Roadmap zur antriebsbasierten funktionalen Sicherheit**

- 2.1 Maschinenrichtlinie, relevante harmonisierte Normen und nationale Gesetzgebung
- 2.2 Harmonisierte Normen: Für das Sicherheitsdesign einschließlich Antrieben relevant
- 2.3 Roadmap zur Erreichung der Konformität
- 2.4 Weitere Informationen zu harmonisierten Normen

## **Teil 3 Lösungen von ABB zur antriebsbasierten funktionalen Sicherheit**

- 3.1 Antriebsbasierte funktionale Sicherheit
- 3.2 Sicher abgeschaltetes Drehmoment (STO) als Basis
- 3.3 Drei Beispiele
- 3.4 Erstes Beispiel: Traditionelle sicherheitstechnische Lösung unter Verwendung eines Antriebs, eines Sicherheitsüberwachungsgeräts, eines Sicherheitsinkrementalgebers und von Schützen
- 3.5 Zweites Beispiel: Integrierte, antriebsbasierte funktionale Sicherheit
- 3.6 Drittes Beispiel: Lösungen zur Überwachung der Anlagensicherheit mit Frequenzumrichtern und einer Sicherheits-SPS zur Steuerung mehrerer Antriebe
- 3.7 Sicherheitsdesign-Tool, FSĐT-01

## **Zusammenfassung**

## **Referenz**

## **Glossar**

## **Kontakt**

# 1. Funktionale Sicherheit: Sicherere Maschinen mit antriebsbasierter funktionaler Sicherheit

## 1.1 Einleitung

Heute wird die bisher komplexe Aufgabe der Realisierung eines Maschinensicherheitssystems durch die moderne Antriebstechnik deutlich vereinfacht. Der technische Fortschritt der jüngsten Zeit vereinfacht den sicheren Betrieb und eröffnet gleichzeitig ein beeindruckendes, neues Potenzial für mehr Produktivität und längere Laufzeiten.

Dieses White Paper beschäftigt sich mit den Möglichkeiten, wie neue Entwicklungen in der antriebsbasierten funktionalen Sicherheit zu einem besseren Schutz von Personen, Maschinen und der Umwelt beitragen können. Ziel ist es, Ingenieuren die Möglichkeit zu geben, die Maschinensicherheit und insbesondere die antriebsbasierte funktionale Sicherheit auf einfachere Weise zu realisieren.

Dieses White Paper ist in drei Abschnitte unterteilt. Der erste beschreibt die neuen Möglichkeiten, die eine integrierte, antriebsbasierte funktionale Sicherheit für Maschinen und Anwendungen eröffnet. Der zweite Teil behandelt die Rechtsvorschriften (wie die Maschinenrichtlinie, harmonisierte Normen und nationale Gesetze), die bei der Realisierung der Maschinensicherheit einzuhalten sind. Im dritten Abschnitt werden Beispiele für Lösungen dargestellt, wie mit Frequenzumrichtern von ABB und anderen Sicherheitseinrichtungen die funktionale Sicherheit realisiert werden kann.

## 1.2 Umgang mit den von Maschinen ausgehenden Gefahren

In einem Industrieprozess ist es von entscheidender Bedeutung, bei Störungen die Maschine schnell und sicher in einen sicheren Zustand zu überführen, d. h. meist zu stoppen. Nach dem Stopp darf sie nicht unerwartet wieder anlaufen. Entsprechend der Applikation und der Arbeitsabläufe kann es auch notwendig sein, die Maschine zeitweise mit geringerer Geschwindigkeit zu betreiben. Fehlfunktionen von Maschinen können zu schweren Verletzungen oder tödlichen Unfällen führen. Sie können sich negativ auf das Unternehmen, seine Mitarbeiter und das Image auswirken.

Maschinenbauer und Systemintegratoren sind für die Sicherheit der von ihnen gelieferten Produkte oder Maschinen verantwortlich. Die Konstruktion muss die Sicherheitsvorschriften umsetzen und die geltenden Richtlinien, Normen und nationalen Gesetze erfüllen. Der Nutzer der Maschine trägt die Verantwortung über die gesamte Nutzungsdauer der Industrieanlage. Deshalb ist es von entscheidender Bedeutung, die Sicherheitsplanung zu Beginn des Konstruktionsprozesses mit einzubeziehen. So wird die Sicherheit zu einem selbstverständlichen, funktionalen Teil der Maschine und braucht nicht nachträglich ergänzt zu werden.

Die antriebsbasierte funktionale Sicherheit (die wir als "aktive, für die Zusammenarbeit mit Antrieben ausgelegte Maschinensicherheitsfunktionalität definieren") vereinfacht die Aufgabe, denn die Frequenzrichter-Sicherheitsfunktionen sind zertifiziert und in das Antriebssystem integriert.

Sicherheit ist in Industrieapplikationen mit Motoren, Antrieben und programmierbaren Steuerungen (SPS) wichtig. Die Maschinensicherheit wird durch Erkennen und Reduzieren der Gefahren auf ein akzeptables Maß erreicht. Die Risikoreduzierung erfolgt durch eine eigensichere Konstruktion und der Anwendung risikominimierender Schutzmaßnahmen.

Bei korrekter Ausführung können sich diese Maßnahmen als flexibel, zuverlässig und einfach in der Handhabung erweisen. Sie bieten auch handfeste wirtschaftliche Vorteile, wie eine höhere Produktivität und längere Laufzeit ohne die Entstehung zusätzlicher Gefahren.

## 1.3 Der Weg zur integrierten, antriebsbasierten funktionalen Sicherheit

Heute wird die Realisierung eines Maschinensicherheitssystems durch drei wesentliche Faktoren vereinfacht.

Erstens ermöglicht eine moderne Elektronik die direkte Integration der Sicherheitsfunktionen in die Sicherheitslogik des Antriebs, sodass die funktionale Sicherheit ein Standardmerkmal des Antriebs ist.

Zweitens hat die Gesetzgebung mit dieser Entwicklung Schritt gehalten. Neue Normen definieren die Anforderungen und Richtlinien zur Umsetzung der Maschinensicherheit.

Drittens haben Unternehmen wie ABB eine große Zahl von Sicherheitseinrichtungen und Lösungen entwickelt, die sich für eine verbesserte Sicherheit, Laufzeit und Funktionalität einfach in Industrieanwendungen integrieren lassen.

Durch diese drei Faktoren konnten Sicherheitslösungen entwickelt werden, die Unfälle effektiver verhindern können, kostengünstiger umzusetzen sind, einfacher anzupassen sind und zuverlässiger sind als bisherige, festverdrahtete, elektromechanische Systeme.

Das Ergebnis: Elektromechanische Sicherheitssysteme können heute durch elektronische Sicherheitsfunktionen ersetzt werden. Die direkt in der Sicherheitslogik des Antriebs realisierten Sicherheitsfunktionen arbeiten nahtlos mit den normalen Regelungsfunktionen des Antriebs zusammen.

#### **1.4 Lösungen einer antriebsbasierten funktionalen Sicherheit in Industrieanlagen**

Antriebe regeln, einfach gesagt, Bewegungen wie die Motordrehzahl und das Drehmoment in Industrieanwendungen wie z. B. Förderanlagen und Kranen. Mit der zunehmenden Komplexität und Modularität von Industrieautomation wird die antriebsbasierte funktionale Sicherheit schnell zu einem wichtigen Teil des gesamten Sicherheitskonzepts von Industrieprozessen.

Ein antriebsbasiertes System der funktionalen Sicherheit kann bei Erkennen einer Gefahrensituation auf verschiedene Weisen reagieren. So kann

z. B. nach einer Bedieneingabe ein Notstopp veranlasst werden. Oder wenn eine außer Kontrolle geratene Situation erkannt wird wie z. B. Überdrehzahl, kann der Prozess auf kontrollierte und geregelte Weise gestoppt werden.

Bei größeren Systemen mit mehreren Antrieben kann die Steuerung des gesamten Sicherheitssystems über eine Sicherheits-SPS erfolgen, die ggf. in der Gesamtanlage antriebsbasierte Sicherheitsfunktionen aktiviert.

#### **1.5 Typische Funktionen der antriebsbasierten funktionalen Sicherheit**

Sicher abgeschaltetes Drehmoment (STO – Safe Torque Off)

STO bildet die notwendige Grundlage der antriebsbasierten funktionalen Sicherheit, denn diese Funktion überführt einen Antrieb sicher in einen drehmomentlosen Zustand. STO wird üblicherweise zur Verhinderung eines unerwarteten Anlaufs (EN 1037) von Maschinen oder für einen Notstopp gemäß Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) verwendet. Sicherer Stopp 1 (SS1) stoppt den Motor auf sichere Weise über einen geregelten Rampenstopp und aktiviert dann die STO-Funktion. SS1 wird üblicherweise bei Applikationen wie Walzwerken verwendet, bei denen die Bewegung auf geregelte Weise beendet werden muss, bevor das Drehmoment abgeschaltet wird. Neben dem sicheren Stopp des Prozesses kann SS1 auch zur Realisierung eines Notstopps gemäß Stoppkategorie 1 (EN 60204-1) verwendet werden.

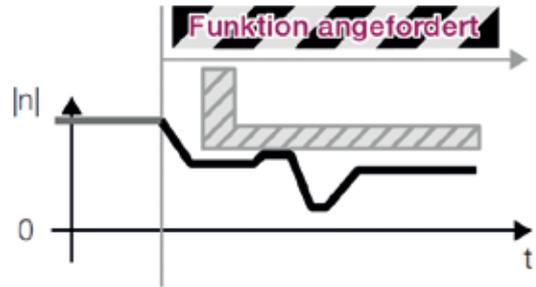
Sicherer Halt im Notfall (SSE) ist eine Sicherheitsfunktion speziell für den Notstopp. SSE kann so konfiguriert werden, dass entweder STO oder SS1 ausgeführt werden, je nachdem, welcher Notstopp für das System geeignet ist. Beispiele dieser Funktionalität sind in Bild 1 bzw. 2 dargestellt.

Die sicher begrenzte Drehzahl (SLS) verhindert, dass Motoren einen festgelegten Drehzahlgrenzwert überschreiten. Die SLS-Sicherheitsfunktion

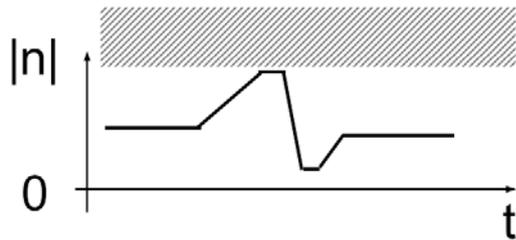
kann in Applikationen wie Dekanter, Mischer, Förderanlagen oder Papiermaschinen verwendet werden, bei denen eine zu hohe Drehzahl z. B. während Wartungs- oder Reinigungsarbeiten gefährlich sein kann.

Die sichere maximale Drehzahl (SMS) ist eine Variante der Sicherheitsfunktion SLS. Sie bietet einen dauerhaften Schutz davor, dass ein Motor den festgelegten maximalen Drehzahlgrenzwert überschreitet.

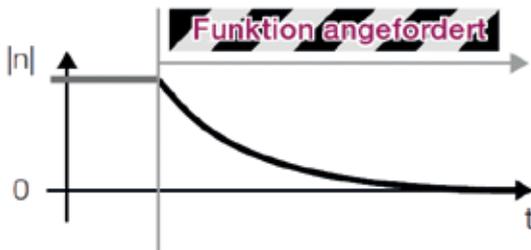
Die sichere Bremsenansteuerung (SBC) liefert ein sicheres Ausgangssignal zur Ansteuerung der mechanischen Haltebremse. Bohrer, Krane, Winden, Hubeinrichtungen, Vertikalförderer und Aufzüge, die externe Bremslösungen erfordern, benötigen diese Sicherheitsfunktion. Eine typische Verwendung der SBC ist die Situation, wenn ein Antrieb mit der STO-Funktion abgeschaltet wird und eine Wirklast auf den Motor einwirkt (z. B. eine an einem Kran/einer Winde hängende Last).



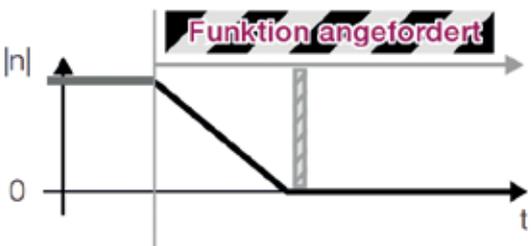
**Bild 3**  
Nach der Aktivierung überwacht SLS, dass die Motordrehzahl einen definierten Grenzwert nicht überschreitet. Geschieht dies doch, aktiviert SLS STO oder SSE, um den Antrieb zu stoppen.



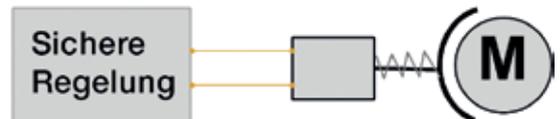
Wenn SMS verwendet wird, ist diese Funktion immer aktiv und stellt sicher, dass der eingestellte Drehzahlgrenzwert (d. h. die maximal zulässige Drehzahl) nicht überschritten wird.



**Bild 1**  
Nach der Aktivierung schaltet STO sofort den Motoranschluss des Antriebs ab. Der Motor trudelt dann aus.



**Bild 2**  
Nach der Aktivierung führt SS1 die Motordrehzahl über eine Rampe auf Null (Stillstand) und aktiviert dann die STO-Funktion.



**Bild 5**  
SBC liefert ein sicheres Steuersignal zur Betätigung der mechanischen Bremse.

## 2. Gesetze, Normen und eine Roadmap zur antriebsbasierten funktionalen Sicherheit

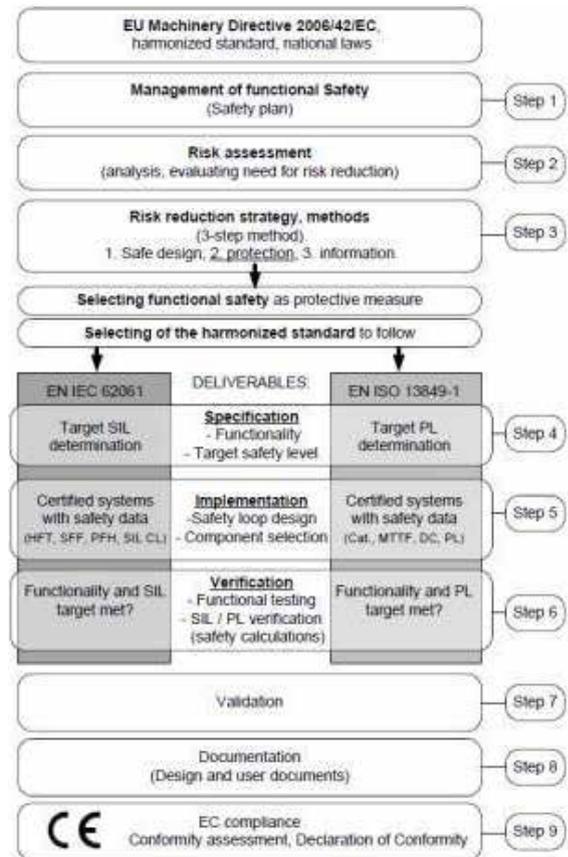
### 2.1 Maschinenrichtlinie, relevante harmonisierte Normen und nationale Gesetzgebung

Nach den Richtlinien sowie den nationalen und regionalen Gesetzen sind die Endnutzer, Maschinenbauer und Systemintegratoren im Allgemeinen für die Sicherheit der Maschinen und Anlagen verantwortlich. Dieser Abschnitt bezieht sich hauptsächlich auf die EU-Gesetzgebung, die wiederum auf den weltweit gültigen IEC/ISO-Normen basiert.

Alle innerhalb der Europäischen Union verkaufte Maschinen müssen die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen (EHSR) der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG erfüllen. Um diese Anforderungen zu erfüllen, sollten die Maschinenbauer die für das Sicherheitsdesign vorgegebenen Schritte ausführen. So können die rechtlichen Vorgaben für die CE-Konformitätskennzeichnung erfüllt werden und auch die notwendige technische Dokumentation erstellt werden.

Die Vorschriften zur funktionalen Sicherheit in der EU bestehen aus zwei Teilen: der Maschinenrichtlinie und den harmonisierten Sicherheitsnormen. Die harmonisierten Normen liefern die technischen Mittel und Verfahren, um die Anforderungen der Maschinenrichtlinie zu erfüllen.

Die europäischen Normungsorganisationen CEN, CENELEC und ETSI haben bestimmte internationale IEC/ISO-Normen harmonisiert, die als Mittel zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen der Maschinenrichtlinie dienen. Die Produktnorm EN/IEC 61800-5-2 konzentriert sich speziell auf die antriebsbasierte funktionale Sicherheit und definiert die standardisierten Sicherheitsfunktionen wie sicher abgeschaltetes Drehmoment, STO; sicherer Stopp 1 SS1; sicher begrenzte Drehzahl SLS.



**Bild 6**  
**Der Weg zur funktionalen Sicherheit**

### 2.2 Harmonisierte Normen: Für das Sicherheitsdesign einschließlich Antrieben relevant

Die harmonisierten Sicherheitsnormen sind eine Zusammenstellung von ISO-, IEC- und europäischen Normen, die in der EU-Maschinenrichtlinie angegeben sind. Eine harmonisierte Norm, durch den Präfix EN erkennbar, ist eine zwischen den EU-Mitgliedstaaten vereinbarte Norm und bildet die Grundlage für nationale Gesetze. Außerhalb der EU bilden dieselben Normen in der IEC/ISO-Version die globalen Rahmenbedingungen, denen die Konstruktion einer Maschine entsprechen muss.

Im folgenden Abschnitt sind die wichtigsten, harmonisierten Normen aufgelistet, die die Sicherheitsfachleute bei Maschinen- und Anlagenbauern beachten müssen.

### **2.3 Roadmap zur Erreichung der Konformität**

Die Maschinenrichtlinie verlangt von den Maschinenbauern (oder ihren Vertretern) die Durchführung und Dokumentation einer Risikobewertung. Bei der Konstruktion der Maschine müssen diese Ergebnisse dann beachtet und die Gefahren auf ein akzeptables Maß reduziert werden. Das erfolgt entweder über risikoreduzierende Designänderungen oder durch Anwendung entsprechender Sicherheitstechniken wie z. B. der antriebsbasierten funktionalen Sicherheit.

Nach Reduzierung der Gefahren auf ein akzeptables Maß müssen die zur Beherrschung des Restrisikos getroffenen Maßnahmen in der Benutzer-Dokumentation beschrieben werden (d. h. Warnungen, Anweisungen usw.).

Ein guter Weg zur Konstruktion einer sicheren Maschine und zur Sicherstellung der Konformität ist die Einhaltung der anwendbaren, harmonisierten Normen bei der Realisierung des Sicherheitssystems. Bei Einhaltung der harmonisierten Normen kann davon ausgegangen werden, dass die Maschine den EHSR der Maschinenrichtlinie entspricht.

Zertifizierte Sicherheitseinrichtungen vereinfachen den Design- und Validierungsprozess eines Sicherheitssystems erheblich. Dies ist ein großer Vorteil, denn zertifizierte Geräte verfügen bereits über die notwendigen Sicherheitsfunktionen zur Erreichung der vorgegebenen Sicherheitsstufe und die zum Nachweis des Safety Integrity Levels (SIL) / Performance Levels (PL) notwendigen Sicherheitsdaten.

Normalerweise ist keine externe Zertifizierung der Maschinen notwendig. Hersteller können auf Basis einer geeigneten Konstruktion und Dokumentation, einer Konformitätsbewertung und dem Erhalt des CE-Kennzeichens eine Selbstdeklaration abgeben (siehe Bild 6 Der Weg zur funktionalen Sicherheit sowie der wesentlichen Schritte).

Harmonisierte Normen liefern vereinheitlichte Richtlinien zur Gefahren- und Risikobewertung und beschreiben auch Lösungswege zur Reduzierung der Gefahren auf ein akzeptables Maß (EN ISO 12100). Die Realisierung der Maschinensicherheit erfolgt am effektivsten durch Einhaltung folgender harmonisierter Normen für spezifische Maschinentypen, falls vorhanden, und/oder der harmonisierten übergreifenden Maschinenapplikationsnormen EN/IEC 62061 oder EN ISO 13849-1.

### **2.4 Weitere Informationen zu harmonisierten Normen**

Weitere detaillierte Informationen über die Roadmap zur funktionalen Sicherheit durch harmonisierte Normen enthält die Technische Anleitung Nr. 10 "Funktionale Sicherheit" von ABB Drives. Dies ist eine hervorragende Quelle.

# 3. Lösungen zur antriebsbasierten funktionalen Sicherheit von ABB

## 3.1 Antriebsbasierte funktionale Sicherheit

Die funktionale Sicherheit lässt sich mit Sicherheitseinrichtungen erreichen, die selbst bereits nach den anwendbaren Normen zur funktionalen Sicherheit zertifiziert sind. ABB Frequenzumrichter sind mit vielen zertifizierten Sicherheitsfunktionen, die entweder zur Standardausführung gehören oder als Option ergänzt werden können, ausgestattet. Ein gutes Beispiel ist das TÜV-zertifizierte Sicherheitsfunktionsmodul, das mit der Serie der ACS880 Drive-Frequenzumrichter von ABB kompatibel ist.

## 3.2 Sicher abgeschaltetes Drehmoment (STO) als Basis

ABB hat großen Wert darauf gelegt, die Sicherheitsfunktionalität in seine Frequenzumrichter zu integrieren. Wir bieten mit unseren Frequenzumrichtern und SPS-Systemen kostengünstige Sicherheitslösungen an. Ergänzt wird dieses Angebot durch ein großes Sortiment an Sicherheitsrelais und Schützen, Notstoppschaltern und anderen Sicherheitseinrichtungen. Entsprechend dem erforderlichen Maß an Maschinensicherheit reichen unsere Lösungen von einem einzelnen Frequenzumrichter bis zu einem kompletten Antriebssystem.

Wie in Teil 1 beschrieben, bildet das sicher abgeschaltete Drehmoment (STO) die Grundlage für die antriebsbasierte funktionale Sicherheit. Bei mehreren ABB-Frequenzumrichtern ist STO ein Standardmerkmal, bei anderen kann diese Funktion als Option ergänzt werden.

Die ABB Drive-Frequenzumrichter mit (standardmäßigem) STO sind die am besten ausgestatteten, modernsten Beispiele für die integrierte, antriebsbasierte funktionale Sicherheit. Sie bieten ein Höchstmaß an Sicherheitsfunktionen und erfüllen die Sicherheitsstufen SIL 3 und PL e.

STO kann um zusätzliche Sicherheitsfunktionen wie die sicher begrenzte Drehzahl (SLS) ergänzt werden, um sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter und die Maschine einen bestimmten Drehzahlgrenzwert nicht überschreiten.

Durch die in den Frequenzumrichter integrierten Sicherheitsfunktionen entfallen kostenintensive, externe Sicherheitseinrichtungen wie Schütze, Sicherheitsrelais usw. Die integrierte, antriebsbasierte funktionale Sicherheit vereinfacht die Installation und führt zu geringeren Kosten, denn zur Erreichung der vorgeschriebenen SIL oder PL werden weniger Komponenten benötigt.

## 3.3 Drei Beispiele

In diesem Abschnitt werden drei unterschiedliche Wege zur Realisierung der Lösungen von ABB für die antriebsbasierte funktionale Sicherheit beschrieben. Als Beispiel dient ein Bandförderer.

In unserem imaginären Beispiel nehmen wir an, dass das Personal häufig Material auf das Förderband legt oder herunternimmt. Entsprechend der für die Förderranlage durchgeführten Gefahrenanalyse muss diese z. B. bei Reinigungsarbeiten sicher gestoppt bleiben. Das bedeutet, dass sich der Motor, wenn er gestoppt ist, in einem drehmomentfreien Zustand befinden muss, denn ein unerwarteter Anlauf wäre ein Risiko.

Wenn der rote Notstopp-Taster gedrückt wird, muss der Förderer auf sichere Weise anhalten. Und wenn sich Personen in dem Schutzkäfig neben dem Förderer befinden, muss die Laufgeschwindigkeit des Förderers für ein gefahrloses Material-Handling sicher reduziert werden können.

In unserem Beispiel kann die Risikoreduzierung durch drei Maschinensicherheitsfunktionen realisiert werden:

1. Verhinderung des unerwarteten Anlaufs,
2. Notstopp
3. Sicher begrenzte Drehzahl (SLS)

Dies erfolgt durch zwei Antriebssicherheitsfunktionen: sicher abgeschaltetes Drehmoment (STO) und sicher begrenzte Drehzahl (SLS). STO wird beim Notstopp mit einem Notstopp-Taster und zur Verhinderung des unerwarteten Anlaufs verwendet, um einen Anlauf des Motors z. B. mit einem an STO angeschlossenen Ein/Aus-Schlüsselschalter zu verhindern.

Das Maschinensicherheitssystem kann mit ABB Sicherheitseinrichtungen für eine maximale Kontrolle, wie in den folgenden Beispielen dargestellt, aufgebaut werden.

### 3.4 Erstes Beispiel

Traditionelle sicherheitstechnische Lösung unter Verwendung eines Antriebs, eines Sicherheitsüberwachungsgeräts, eines Sicherheitsinkrementalgebers und von Schützen

Bei einem traditionellen Sicherheitssystem werden Sicherheitsendschalter, Relais/externe Sicherheitsüberwachungsgeräte und Schütze an den Antrieb angeschlossen (siehe Bild 7).



**Bild 7. Sicherheitsüberwachungsgeräte empfangen und senden Sicherheitsimpulse an den Antrieb. Der Geräte- und Verdrahtungsaufwand ist größer verglichen mit der antriebsbasierten funktionalen Sicherheit (siehe Bild 8).**

Nach dem Öffnen der Tür des Sicherheitskäfigs zum Förderer erkennt der Sicherheitsendschalter die geöffnete Tür und sendet Signale an den Antrieb, die Drehzahl zu vermindern. Gleichzeitig wird das Signal an ein externes Sicherheitsüberwachungsgerät (Sicherheitslogik) gesendet, das zusammen mit einem die Drehzahl messenden Inkrementalgeber die Sicherheitsfunktion SLS für eine sichere Drehzahlüberwachung bildet.

Das Personal kann nun sicher an dem laufenden Förderband arbeiten. Nachdem Verlassen des Förderers und dem Schließen der Tür des Sicherheitskäfigs muss die Sicherheitsüberwachung über

einen Quittiertaster zurückgesetzt werden, bevor der Förderer wieder auf die normale Geschwindigkeit beschleunigen darf.

Wenn, aus irgendeinem Grund während der Phase der sicheren Drehzahl bei aktiver SLS eine Störung auftritt, durch die das Förderband plötzlich beschleunigt, erkennt die Sicherheitsüberwachung die Überdrehzahl und aktiviert das Motorschutz, das den Frequenzumrichter ausgang an den Motor unterbricht und so den Förderer stoppt.

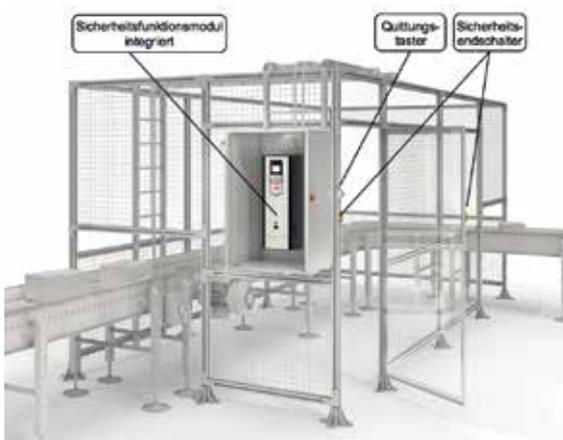
Vorteile der traditionellen elektro-mechanischen Sicherheitslösungen:

- Sicherheitslösungen können zusammen mit den Antrieben gebaut werden, die keine integrierte Sicherheitsfunktionalität haben.

### 3.5 Zweites Beispiel

Integrierte, antriebsbasierte funktionale Sicherheit

Mit der integrierten, antriebsbasierten funktionalen Sicherheit werden die Sicherheitsfunktionen über den Antrieb in der Maschine realisiert. So kann auf



**Bild 8**

**In den Antrieb integrierte Sicherheitslogik für eine effektive Sicherheitsüberwachung. Eine geringere Anzahl von Sicherheitseinrichtungen sind verglichen mit einer traditionellen, antriebsbasierten funktionalen Sicherheitslösung notwendig (siehe Bild 7).**

externe, diskret verdrahtete Sicherheitseinrichtungen wie Sicherheitsüberwachungsgeräte, Verdrahtung und Inkrementalgeber verzichtet werden (siehe Bild 9).

Die integrierte, antriebsbasierte funktionale Sicherheit vereinfacht den gesamten Prozess des Sicherheitsdesigns. Eine geringere Anzahl von Teilen und der reduzierte Verdrahtungsaufwand sowie eine weniger komplexe Konfiguration und eine einfachere Installation bedeuten auch deutlich reduzierte Gesamtkosten.

Verglichen mit der traditionellen Sicherheitslösung beinhaltet die integrierte, antriebsbasierte funktionale Sicherheit die gleiche Funktionalität, ist aber im Frequenzumrichter realisiert. Die unterste Funktionalitätsebene bildet die STO-Schaltung im Frequenzumrichter, die die Leistungsstufe des Frequenzumrichters sicher abschaltet, sodass auf ein Motorschutz verzichtet werden kann.

Das Angebot von ABB an Niederspannungsfrequenzumrichtern mit standardmäßiger STO-Funktion umfasst den ACS880, ACS580, ACH580, ACQ580, ACS380, ACS850, ACS355, ACQ810, ACSM1 und MicroFlex e150. Bei den ACS800 Frequenzumrichtern ist STO optional integrierbar.

Wenn weitere integrierte Sicherheitsfunktionen benötigt werden, ist das TÜV-zertifizierte, optionale Sicherheitsfunktionsmodul von ABB die perfekte Ergänzung zu den ACS880 Frequenzumrichtern.

Das Sicherheitsfunktionsmodul arbeitet nahtlos mit den ACS880 Frequenzumrichtern zusammen und kann in Systemen bis zu SIL 3/PL e eingesetzt werden. Dieses kompakte Sicherheitsmodul bietet mehrere Sicherheitsfunktionen wie: Sicherer Stopp 1 (SS1), sicherer Halt im Notfall (SSE), sichere Bremsenansteuerung, (SBC), sicher begrenzte Drehzahl (SLS), sichere maximale Drehzahl (SMS) und die Verhinderung des unerwarteten Anlaufs.

Durch das Sicherheitsfunktionsmodul entfällt der Aufwand, herauszufinden, wie die Logik am besten mit den Relais verbunden und verdrahtet wird, sowie die Quittierung der Signale und Schütze, da die Sicherheitsfunktionen des Frequenzumrichters bereits in dem Modul vorgesehen sind und nur noch in Betrieb genommen werden müssen. Außerdem lässt sich das Antriebssystem mit dem Drive composer pro, dem PC-Tool für die ACS880 Frequenzumrichterreihe, einfach in Betrieb nehmen und konfigurieren.

Vorteile der integrierten, antriebsbasierten funktionalen Sicherheit:

- Es müssen keine Verschleißteile ausgetauscht oder gewartet werden.
- Ein geringerer Verdrahtungsaufwand spart Kosten und Zeit.
- In den Frequenzumrichterbetrieb nahtlos integrierte Sicherheitsfunktionalität.
- Die Verwendung des STO zur Abschaltung des Motors anstelle eines Schützes geht schnell und spart Geld, Platz, Ersatzteile und Wartungsaufwand.
- Mit STO braucht der Frequenzumrichter nicht abgeschaltet zu werden oder ein Ausgangsschutz zur Verhinderung des unerwarteten Anlaufs verwendet zu werden. Der Neustart erfolgt schneller und es ist keine Positionsrücksetzung erforderlich usw.
- Kosten- und Platzersparnis durch die sichere Drehzahlüberwachung ohne Inkrementalgeber bei Anwendungen ohne Wirklasten (der Motor verzögert bei Abschaltung des Frequenzumrichters).
- Das Sicherheitsfunktionsmodul lässt sich einfach installieren und in Betrieb nehmen (nur für ACS880 Frequenzumrichter).
- Im Sicherheitsfunktionsmodul sind mehrere Sicherheitsfunktionen in einem kompakten Modul realisiert.
- Mit dem Sicherheitsfunktionsmodul kann die gesamte Sicherheitsüberwachung von Bewegungen geberlos im Frequenzumrichter ausgeführt werden. Keine zusätzliche Logik oder Konstruktion notwendig.

### 3.6 Drittes Beispiel

Lösungen zur Überwachung der Anlagensicherheit mit Frequenzumrichtern und einer Sicherheits-SPS zur Steuerung mehrerer Antriebe

Wenn ein Sicherheitssystem mehrere Antriebe umfasst, kann eine Sicherheits-SPS zur Ansteuerung der Antriebe und Maschinen von einer gemeinsamen Quelle aus verwendet werden. Die Überwachung der Anlagensicherheit kann natürlich auch mit einer traditionellen Sicherheitslösung in Kombination mit einer Sicherheits-SPS (wie der AC500-S Sicherheits-SPS von ABB) realisiert werden. So können verschiedene Sicherheitsfunktionen mit der von einer gemeinsamen Sicherheits-SPS gesteuerten Applikation ausgeführt werden.

Eine bessere Strategie wäre, die Sicherheitsüberwachungslösung mit der integrierten, antriebsbasierten funktionalen Sicherheit und einer Sicherheits-SPS aufzubauen. Bei dieser Alternative wird die Sicherheits-SPS (AC500-S) mit einem Sicherheitsfeldbus-Adaptermodul, das den Anschluss an PROFIsafe ermöglicht, an den Frequenzumrichter angeschlossen.



**Bild 9**  
Sicherheitssystem mit traditionellen und integrierten antriebsbasierten Sicherheitsfunktionen, das von einer Sicherheits-SPS gesteuert wird.

Bei der integrierten, antriebsbasierten funktionalen Sicherheit steuert die SPS das gesamte Sicherheitssystem über das Sicherheitsfunktionsmodul, mit dem jeder (ACS880) Frequenzumrichter ausgestattet ist, ermöglicht so die verschiedenen Sicherheitsfunktionen und liefert Diagnosedaten. Die Antriebe führen durch die Regelung der Motordrehzahl, des Drehmoments und der Stoppvorgänge vor Ort eine Sicherheitsüberwachung durch.

Die Zusammenfassung der Antriebe zu Gruppen gemäß der Sicherheitszonen der Anwendung ist ebenfalls möglich. So kann beispielsweise die Überdrehzahl eines Antriebs an einem Förderband dazu führen, dass alle Antriebe gestoppt werden müssen. Dies kann durch die Aktivierung von STO in allen Frequenzumrichtern erfolgen. Ähnlich kann ein Notstopp-Befehl Antriebe stoppen. Die Startverhinderung einer Gruppe von Antrieben kann dagegen in kleinere Gruppen unterteilt werden.

Vorteile der antriebsbasierten funktionalen Sicherheit bei Verwendung einer Sicherheits-SPS:

- Geringerer Verdrahtungsaufwand zwischen der SPS (z. B. AC500-S) und dem/den Frequenzumrichter(n) bei Verwendung eines Sicherheitsfeldbusses wie z. B. PROFIsafe (FENA-21)
- Das Sicherheitsfunktionsmodul in den ACS880 Frequenzumrichtern unterstützt die Sicherheits-SPS mit Diagnose- und sicherheitsrelevanten Informationen (d. h. Daten über die sichere Motordrehzahl)
- Der Bezug aller Sicherheitseinrichtungen von einem Anbieter vereinfacht die Bestellung und bringt Kosteneffizienz
- Unterstützung zur Reduzierung der Stillstandszeiten der Maschine
- Möglichkeit zur Gruppierung der Antriebe nach bestimmten Funktionen

### **3.7 Sicherungsdesign-Tool, FSDT-01**

Das Design-Tool von ABB für die funktionale Sicherheit FSDT-01 unterstützt den Konstrukteur bei der Erstellung der Dokumentation für die Sicherheitsfunktion, die beim Sicherheitsdesign der Maschine hilft. Dieses benutzerfreundliche Tool unterstützt den Nutzer bei der Auswahl der richtigen Geräte, wie Frequenzumrichtern, SPS-Systemen und anderen Sicherheitseinrichtungen, aus den mitgelieferten Bibliotheken. Anschließend wird dann überprüft, ob die für die Maschine vorgeschriebene SIL/PL erreicht ist. Die notwendige Sicherheitsfunktionalität und SIL/PL werden auf Basis der von dem Maschinenkonstrukteur durchgeführten Risikobewertung festgelegt.

In einer Industrieanlage gibt es zahlreiche bewegliche Maschinenteile, die Gefahren und schwere Verletzungen verursachen können, häufig mit dauerhaften Gesundheitsschäden. Zweck der funktionalen Sicherheit ist der Schutz von Personen, des Eigentums und der Umwelt durch die Verhinderung vorhersehbarer Unfälle. Deshalb sind die Geräteanbieter, Maschinenbauer und Systemintegratoren dazu verpflichtet, sicherzustellen, dass die von ihnen gelieferten Produkte sicher sind.

Die Sicherheit für Maschinen wird durch Einhaltung der relevanten Sicherheitsrichtlinien und Normen erreicht. Innerhalb der EU sind die EHSR, die die Maschinenbauer einhalten müssen, in der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und den im Rahmen dieser Richtlinie harmonisierten Normen festgelegt. Für Maschinenbauer außerhalb der EU legen die IEC/ISO-Versionen der harmonisierten EU-Normen die notwendigen Anforderungen fest und geben eine Anleitung.

Seit Jahrzehnten werden Antriebe in zahlreichen Industrieapplikationen verwendet. Früher erforderte die Sicherheit in Automatisierungssystemen zahlreiche, externe Zusatzgeräte. Der zunehmende Grad der Automatisierung in der Industrie zusammen mit den elektrotechnischen Fähigkeiten vieler moderner Antriebe und Sicherheits-SPS-Systemen haben bewirkt, dass heute Antriebssysteme einen großen Betrag zur Gesamt-sicherheit einer Anlage leisten.

Durch die heutigen, neuen und verbesserten sicherheitstechnischen Lösungen und Normen wird die Sicherheit zu einem festen Bestandteil der Frequenzumrichter-Funktionalität. Antriebsbasierte funktionale Sicherheit bedeutet, eine antriebsbasierte Motion Control zum Schutz von Personen, Eigentum und der Umwelt zu realisieren.

Durch die vielfältigen Merkmale der ABB-Antriebe kann beim Sicherheitsdesign die geforderte Stufe auf kostengünstige Weise erreicht werden.

Die antriebsbasierte funktionale Sicherheit bietet Maschinenbauern, Konstrukteuren und Sicherheitsexperten eine Vielzahl an Möglichkeiten.

Erfahren Sie mehr unter [www.abb.de/drives](http://www.abb.de/drives)

# Haftungsausschluss

# Referenz

Dieses Dokument dient nur der Information und hilft Benutzern, Planern, Herstellern von Maschinen beim besseren Verständnis der Anforderungen der EU-Maschinenrichtlinie sowie der Maßnahmen zur Einhaltung der Richtlinie und der dazugehörigen harmonisierten Normen.

Dieses Dokument ist nicht wörtlich zu nehmen, sondern nur eine informative Anleitung. Die in dieser Druckschrift enthaltenen Informationen und Beispiele sind nur für den allgemeinen Gebrauch vorgesehen und enthalten nicht die notwendigen Einzelheiten zur Realisierung eines Sicherheitssystems.

Keinesfalls haftet die ABB Automation Products GmbH für Verluste oder Schäden, weder direkten noch indirekten, die sich aus der Verwendung dieses Dokuments oder den darin enthaltenen Informationen ergeben oder damit in Zusammenhang stehen.

1. ABB Technische Anleitung Nr. 10 – Funktionale Sicherheit

# Glossar

## **Antriebsbasierte funktionale Sicherheit**

Sicherheitsfunktionalität für aktive Maschinen, die für die Funktion zusammen mit Antrieben ausgelegt sind.

## **Antriebsbasierte Sicherheitsfunktionen**

In den Prinzipien des Sicherheitsdesigns (Maschinenrichtlinie) beschriebene Sicherheitsfunktionen, die zu den Sicherheitsfunktionen der ersten Stufe (STO) hinzugefügt werden, um zusammen mit dem Frequenzumrichter die Sicherheitsfunktionen auszuführen. Die Sicherheitsfunktion umfasst: STO, SLS, SS1; SMS, SBC, SSE.

## **Funktionale Sicherheit**

Die funktionale Sicherheit ist Teil des gesamten Sicherheitskonzepts, das darauf basiert, dass ein System oder eine Einrichtung korrekt auf die Eingaben reagiert.

## **Harmonisierte Norm**

Eine europäische Norm, die unter dem Mandat der Europäischen Kommission oder des EFTA-Sekretariats erstellt wurde, mit dem Zweck, die wesentlichen Anforderungen einer Richtlinie zu unterstützen, und die nach EU-Vorschriften verbindlich ist.

## **Gefahr**

Potenzielle Ursache einer Verletzung

## **PL, Performance Level**

Stufen (a, b, c, d, e) für die Fähigkeit eines Sicherheitssystems, unter vorhersehbaren Bedingungen die Sicherheitsfunktion auszuführen.

## **Risiko**

Eine Kombination aus der Möglichkeit des Auftretens und der möglichen Schwere einer Verletzung.

## **Sicherheitsfunktion**

Zusätzliche Funktion zur Erhöhung der Sicherheit einer Maschine, durch deren Störung Risiken entstehen oder größer werden.

## **SIL, Safety Integrity Level**

Stufen (1, 2, 3, 4) zur Spezifikation der Fähigkeit eines elektrischen Sicherheitssystems, unter vorhersehbaren Bedingungen eine Sicherheitsfunktion auszuführen. Bei Maschinen werden nur die Stufen 1-3 verwendet.

# Kontakt

ABB Automation Products GmbH  
Wallstadter Straße 59  
DE-68526 Ladenburg  
Deutschland  
[motors.drives@de.abb.com](mailto:motors.drives@de.abb.com)

3AUA0000184889