

Was ist funktionale Sicherheit und warum ist Maschinensicherheit wichtig?	Seite 2
Welche Aspekte sind bei der Realisierung der Maschinensicherheit zu beachten?	Seite 3
Welche Gefährdungen können bei Maschinen und Anlagen vorhanden sein?	Seite 4
Was sind technische Schutzmaßnahmen?	Seite 5
Was sind Sicherheitsfunktionen?	Seite 6
Welche Vorteile bieten optoelektronische Schutzeinrichtungen und wofür werden sie eingesetzt?	Seite 7
Welche Vorteile bieten Verriegelungen trennender Schutzeinrichtungen und wofür werden sie eingesetzt?	Seite 8
Welche Vorteile bieten sichere Positionsüberwachungen und wofür werden sie eingesetzt?	Seite 9
Wofür werden sichere Befehlseinrichtungen eingesetzt?	Seite 10
Welche Vorteile bieten Motion-Control-Funktionen und wofür werden sie eingesetzt?	Seite 11
Was ist der Unterschied zwischen Sicherheits- und Standardkomponenten?	Seite 12
Können Standardsensoren in Sicherheitsfunktionen eingesetzt werden?	Seite 13
Wie wirken Steuerfunktionen und Sicherheitsfunktionen an einer Maschine zusammen?	Seite 14
Was ist das erforderliche Sicherheitsniveau (required Performance Level)?	Seite 15
Wie wird das erreichte Sicherheitsniveau (Performance Level) einer Sicherheitsfunktion ermittelt?	Seite 16
Was ist der Unterschied zwischen Performance Level (PL) und Safety Integrity Level (SIL)?	Seite 17
Was bedeutet der „Typ“ bei optoelektronischen Schutzeinrichtungen?	Seite 18
Welche Beziehung besteht zwischen PL/SIL und Typ für optoelektronische Schutzeinrichtungen?	Seite 19
Wozu wird der Mindestabstand (Sicherheitsabstand) benötigt und welche Faktoren spielen eine Rolle?	Seite 20
Warum und wann soll die Wirksamkeit von optoelektronischen Schutzeinrichtungen überprüft werden?	Seite 21
Was ist das Enhanced Function Interface (EFI) von SICK?	Seite 22
Checkliste für den Hersteller bzw. Ausrüster zur Installation von Schutzeinrichtungen (z. B. einer BWS)	Seite 23

Was ist funktionale Sicherheit und warum ist Maschinensicherheit wichtig?



Sicherheit ist ein Grundbedürfnis des Menschen. Sichere Maschinen und Anlagen schaffen Rechtssicherheit für den Hersteller und Betreiber. Sichere Maschinen stellen höhere Produktivität sicher, verhindern den Verlust von Arbeitskräften und einen Imageverlust für die Firma, wenn ein Unfall geschieht.

Benutzer erwarten, dass nur sichere Anlagen, Maschinen oder Geräte angeboten werden. Bediener und Wartungspersonal müssen sich auf die Sicherheit verlassen können! Diese Erwartung besteht weltweit. Weltweit existieren Regelungen zum Schutz der Anwender von Maschinen und Anlagen. Diese Regelungen sind regional unterschiedlich ausgeprägt.

Die Anforderungen an die Sicherheit von Maschinen wie an den Einsatz von Schutzeinrichtungen werden in den verschiedenen Ländern durch unterschiedliche gesetzliche Vorgaben und technische Normen festgelegt.

Im Bereich der Maschinensicherheit und des Arbeitsschutzes wurden in Europa folgende Richtlinien erlassen:



- die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, die sich an den **Hersteller** von Maschinen richtet
- die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG, die sich an den **Betreiber** von Maschinen richtet
- zusätzliche Richtlinien, wie z. B. Niederspannungsrichtlinie, EMV-Richtlinie, ATEX-Richtlinie

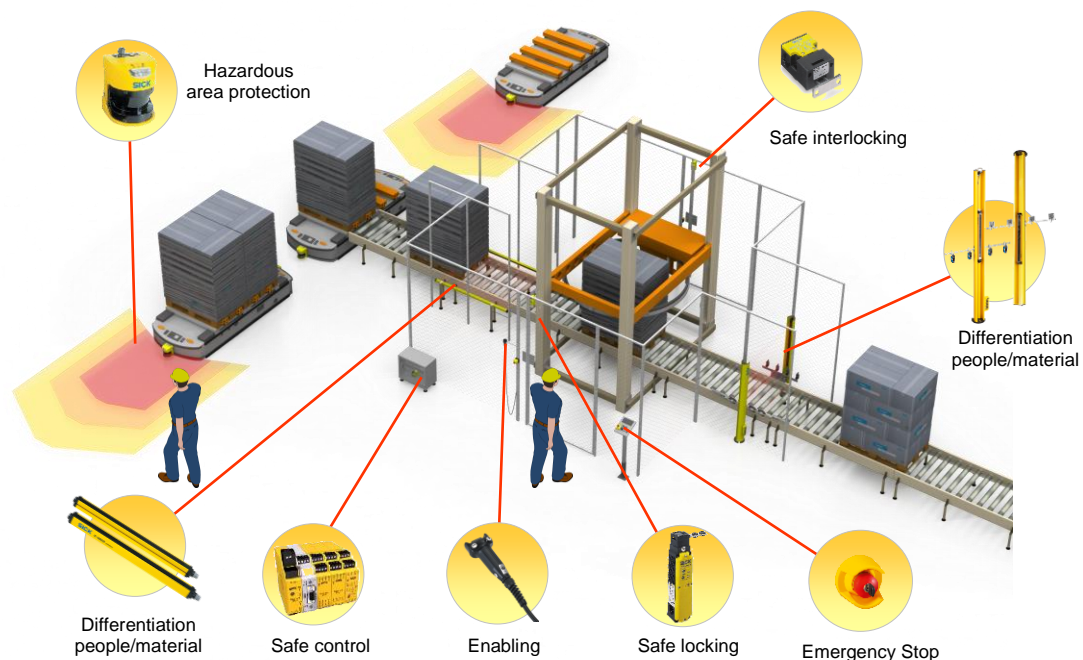
Die **Hersteller** sind verpflichtet, ihre Maschinen so zu bauen, dass die grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz eingehalten werden. Die Hersteller müssen die Integration der Sicherheit bereits während des Konstruktionsprozesses berücksichtigen.

In der Praxis bedeutet dies, dass der Konstrukteur schon in der Entwicklungsphase der Maschine eine Risikobeurteilung durchführen muss. Die daraus entwickelten Maßnahmen können direkt in die Konstruktion einfließen.

Für **Betreiber** einer Maschine gilt im europäischen Rahmen die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie: Der Arbeitgeber ist für die Sicherheit seiner Angestellten verantwortlich. Maschinen müssen ergonomisch und der Qualifikation des Bedieners entsprechend betrieben werden können und dabei sicher sein.

Funktionale Sicherheit bezeichnet den Teil der Sicherheit eines Systems, der von der korrekten Funktion der sicherheitsbezogenen (Sub-)Systeme und externer Einrichtungen zur Risikominderung abhängt. Nicht zur funktionalen Sicherheit gehören u. a. elektrische Sicherheit, Brandschutz, Strahlenschutz, persönliche Schutzausrüstungen.

Beispiel: Fest installierte Schutzvorrichtungen bieten keine „funktionale Sicherheit“. Die verriegelte Tür ist ein Beispiel für funktionale Sicherheit. Wenn die Sicherheitsvorrichtung geöffnet wird, dient die Verriegelung als „Eingabe“ in das System, die gewährleistet, dass ein sicherer Zustand erzielt wird.

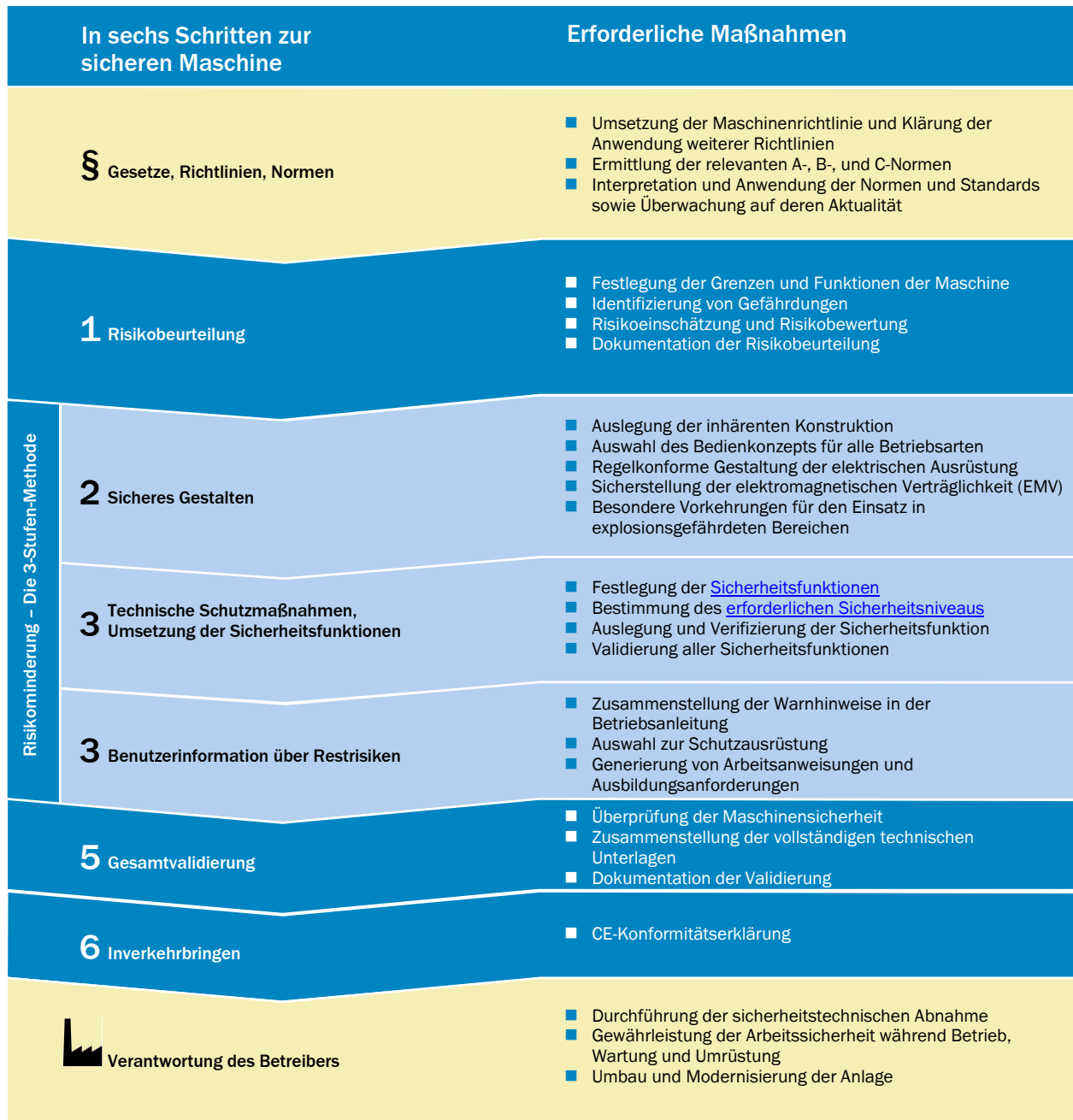


Mehr Information:

[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

Welche Aspekte sind bei der Realisierung der Maschinensicherheit zu beachten?

In der [Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#), beschreibt SICK den kompletten Weg zur sicheren Maschine in sechs Schritten. Die erforderlichen Maßnahmen sind in dieser Übersicht dargestellt.



Mehr Informationen und Support:

[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

[Servicelösungen und Trainings für „Consulting, Design und Support“](#)

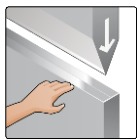
[Sicherheitssoftware „Safexpert“[®]](#)

Welche Gefährdungen können bei Maschinen und Anlagen vorhanden sein?

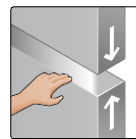
Nach der Festlegung der Funktion der Maschine folgt der wichtigste Schritt bei der Risikobeurteilung der Maschine. Dieser besteht in der systematischen Identifizierung vorhersehbarer Gefährdungen, Gefährdungssituationen und/oder Gefährdungsereignisse. Nachstehende Gefahren sind in allen Phasen der Lebensdauer der Maschine zu berücksichtigen.

- mechanische Gefährdungen
- elektrische Gefährdungen
- thermische Gefährdungen
- Gefährdungen durch Lärm
- Gefährdungen durch Schwingungen
- Gefährdungen durch Strahlung
- Gefährdungen durch Materialien und Substanzen
- Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Konstruktion von Maschinen
- Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen
- Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine
- Gefährdungen, die sich aus Kombinationen der o. g. Gefährdungen ergeben

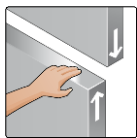
Beispiele für Gefährdungen an Maschinen/Anlagen



Schneiden



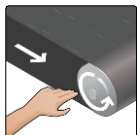
Quetschen



Abscheren



Stechen



Einziehen oder Fangen



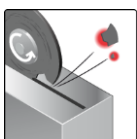
Einziehen oder Fangen



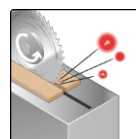
Erfassen



Stoßen



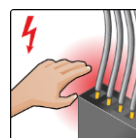
Einwirkung durch gebrochene Teile



Einwirkung durch herausgeschleuderte Späne



Hitze



Stromschlag

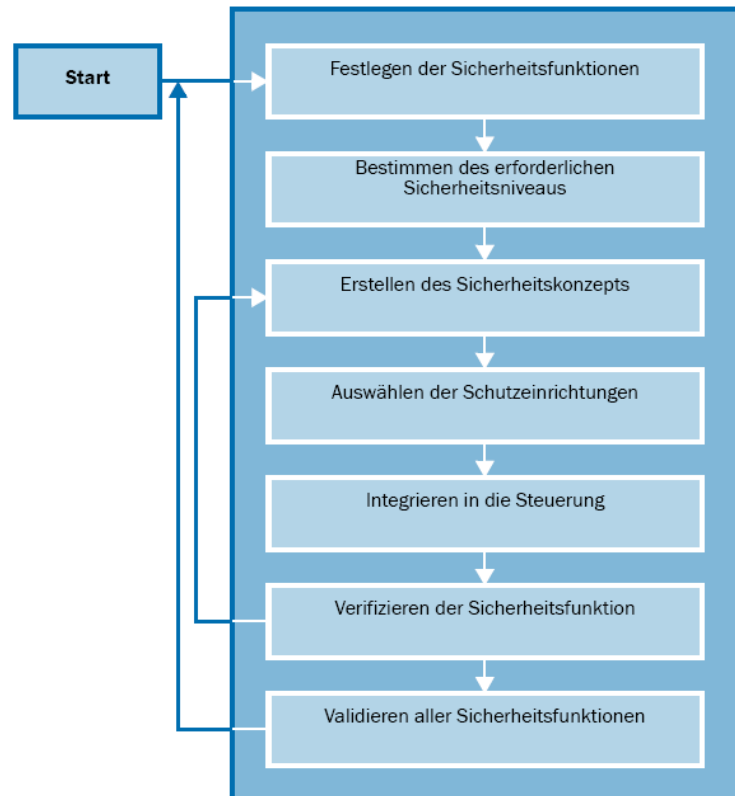


Strahlung

Was sind technische Schutzmaßnahmen?

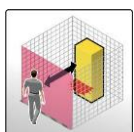
Technische Schutzmaßnahmen sind notwendig, wenn sich die identifizierten Risiken nicht durch konstruktive Maßnahmen mindern lassen. Sie werden realisiert durch Schutzeinrichtungen (Abdeckungen, Türen, Lichtvorhänge, Zweihandeinrichtungen) oder Überwachungseinheiten (auf Position, Geschwindigkeit etc.), welche eine [Sicherheitsfunktion](#) (→ Seite 6) ausführen.

Ablauf zur Realisierung von Schutzmaßnahmen:



Die Schutzeinrichtungen sind als Teil der technischen Schutzmaßnahme auszuwählen.

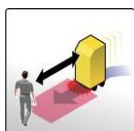
Der [SICK Safety Solution Assistant](#) leistet Hilfestellung bei der Auswahl der Schutzeinrichtung und der passenden Produkttechnologie.



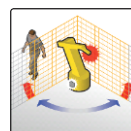
- Einseitige Zugangsabsicherung mit Personendetektion



- Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen (z.B. Schwenktüren, Klappen)



- Mobile Gefahrenbereichsabsicherung mit
 - Personendetektion (Bein) bei der Annäherung an den Gefahrenbereich in mobilen Applikationen
 - Schutz von Personen während der Bewegung der Fahrzeuge
 - Verhinderung des Starts einer Maschine solange sich Personen im Gefahrenbereich aufhalten



- Sichere Überwachung von Maschinenpositionen, z.B. bei Robotern

Beispiele für technische Schutzeinrichtungen

Mehr Information:

[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

Was sind Sicherheitsfunktionen?

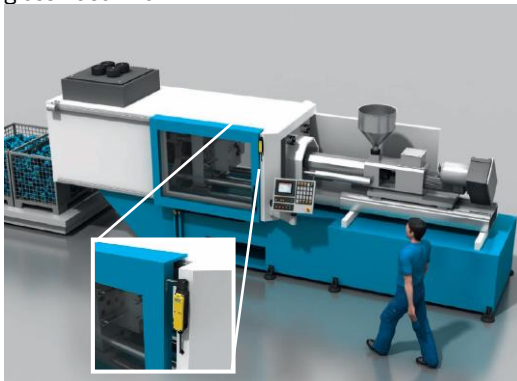
Die Sicherheitsfunktion definiert, wie das Risiko durch sicherheitstechnische Maßnahmen gemindert werden soll. Für jede Gefährdung, die konstruktiv nicht beseitigt wurde, ist eine Sicherheitsfunktion zu definieren. Eine genaue Definition der Sicherheitsfunktion ist notwendig, um die erforderliche Sicherheit mit angemessenem Aufwand zu erzielen. Aus der Definition der Sicherheitsfunktion leitet sich die für die Funktion notwendige Art und Anzahl der Komponenten ab.



Beispiele Sicherheitsfunktionen:

■ Zugang zeitweilig verhindern

Türverriegelung mit Zuhaltung an einer Spritzgießmaschine



■ Stopp auslösen

Zugangsabsicherung an einer Reifen-Heizpresse



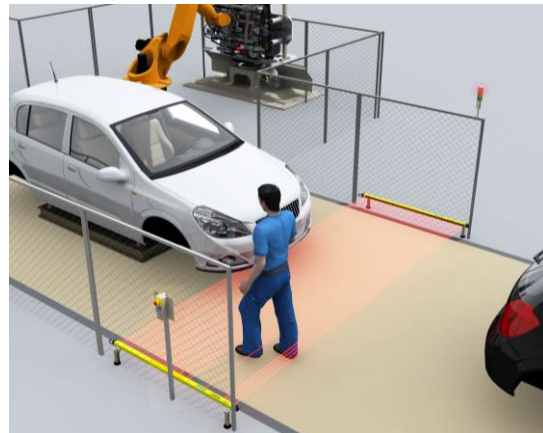
■ Stopp auslösen und Start verhindern

Zugangsabsicherung und Hintertretschutz einer Drehtischanlage



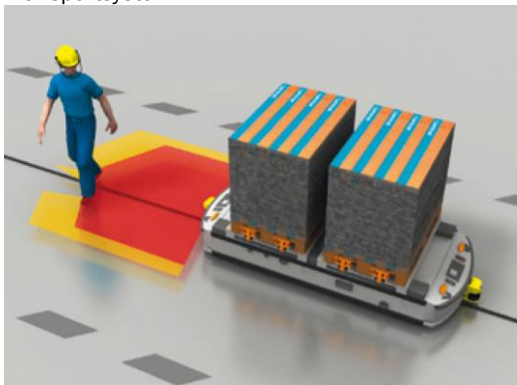
■ Mensch/Material unterscheiden

Zugangsabsicherung an einer automatischen Transportanlage für Auto-Chassis



■ Stopp auslösen

Gefahrenbereichsabsicherung an einem fahrerlosen Transportsystem



Weitere Sicherheitsfunktionen

- Zugang/Zugriff dauerhaft verhindern
- Teile/Stoffe/Strahlungen zurückhalten
- Start verhindern
- unerwarteten Anlauf vermeiden
- Maschinenparameter überwachen
- Sicherheitsfunktionen manuell und zeitlich begrenzt aufheben
- Sicherheitsfunktionen kombinieren oder wechseln
- Stopp auslösen bei Überschreitung einer festgelegten Geschwindigkeit
- Stopp auslösen bei Nichteinhaltung der Bewegungsrichtung
- Sichere Bremsenansteuerung

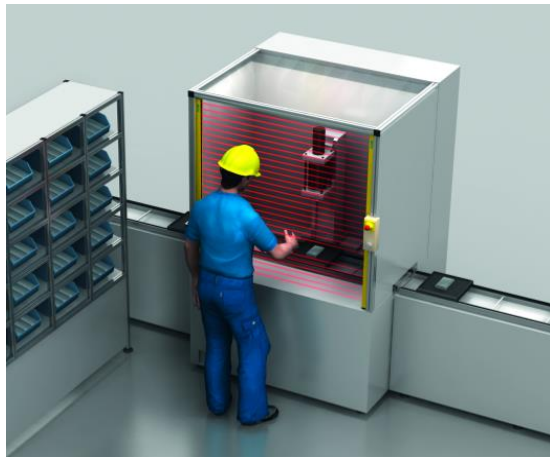
Mehr Information:

[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

Welche Vorteile bieten optoelektronische Schutzeinrichtungen und wofür werden sie eingesetzt?

Error! Reference source not found.

Beispiel einer Gefahrstellenabsicherung mit einem Lichtvorhang an einer Presse



Anwendung:

- Kontinuierliche Interaktion einer Person mit der Maschine
- Automatischer Materialtransport in die Maschine/aus der Maschine ohne Barrieren ist möglich
- Optische Annäherungserkennung von Personen ist möglich und gewünscht.
- Gefahrstellenabsicherung, Zugangsabsicherung und Gefahrenbereichsabsicherung
- Auch für mobile Anwendung (AGV, FTS)

Ihr Nutzen:

- Hohe Produktivität wird unterstützt
- Ungehinderter Zugang zur Maschine
- Freier Einblick die Maschine ist möglich
- Häufige Interaktion des Bedieners mit der Maschine ist einfach möglich
- Reduzierung der Ursachen für Manipulationen

Bemerkungen:

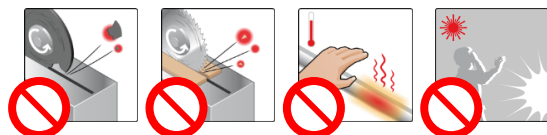
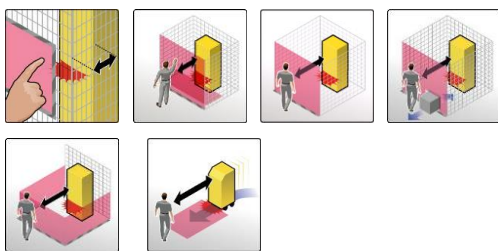
- Nicht einsetzbar, wenn die Maschine nicht in angemessener Zeit gestoppt werden kann oder nicht gestoppt werden darf bevor der Maschinenzklus komplett abgelaufen ist.
- In diesem Fall können [bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung](#) (→ Seite 8) eingesetzt werden.
- Das [erforderliche Sicherheitsniveau](#) (→ Seite 15) ist der Produktnorm (C-Norm) für die Maschine zu entnehmen bzw. zu bestimmen!
- Die Bestimmung des [Mindestabstands](#) ist notwendig (→ Seite 20)!

Vorsicht!

Nicht einsetzbar, wenn Gefahr durch herausgeschleuderte Teile, Hitze oder Strahlung besteht!

In diesem Fall müssen [bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen, ggf. mit Zuhaltung](#) (→ Seite 8) oder trennende Schutzeinrichtungen (Zäune, Barrieren, ...) eingesetzt werden.

Weitere Schutzeinrichtungen



Empfohlene Produkttechnologien



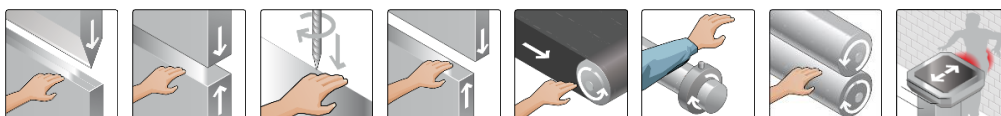
mit passender [Steuerungslösung](#)



und [Sicherheitsbefehle](#)



Für Gefährdungen an Maschinen, wie z.B.:

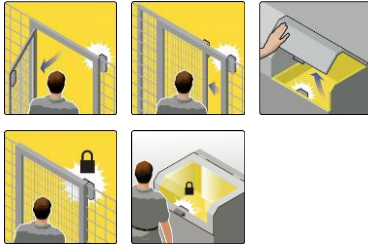


Welche Vorteile bieten Verriegelungen trennender Schutzeinrichtungen und wofür werden sie eingesetzt?

Error! Reference source not found.

Beispiel für die Verriegelung einer Schutztür mit magnetischen Sicherheitsschaltern

Weitere Schutzeinrichtungen



Anwendung:

- Elektrische Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen mit und ohne Zuhaltung
- Verhinderung, dass der Bediener direkt in den Gefahrenbereich gelangt
- Schutz vor potentiellen ernsthaften Gefährdungen

Ihr Nutzen:

- Maximaler Schutz kann erreicht werden
- Trennende Schutzeinrichtungen sind die einzig mögliche Schutzeinrichtung, wenn Gefahr durch herausgeschleuderte Teile, Hitze oder Strahlung besteht!
- Zeitweilige Verhinderung des Zugangs durch Zuhaltung, ermöglicht den sicheren Stopp der Maschine mit Beendigung des Maschinentzyklus.

Bemerkungen:

- Direkter Maschinenzugang /-zugriff wird verlangsamt!
- Freie Sicht in den Maschinenraum kann eingeschränkt sein.
- Das [erforderliche Sicherheitsniveau](#) (→ Seite 15) ist der Produktnorm (C-Norm) für die Maschine zu entnehmen bzw. zu bestimmen!
- Die Bestimmung des [Sicherheitsabstands](#) ist notwendig (→ Seite 20)!

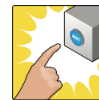
Empfohlene Produkttechnologien



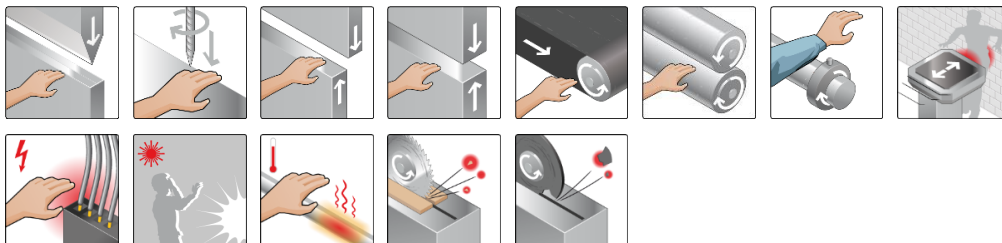
mit passender [Steuerungslösung](#)



und [Sicherheitsbefehle](#)



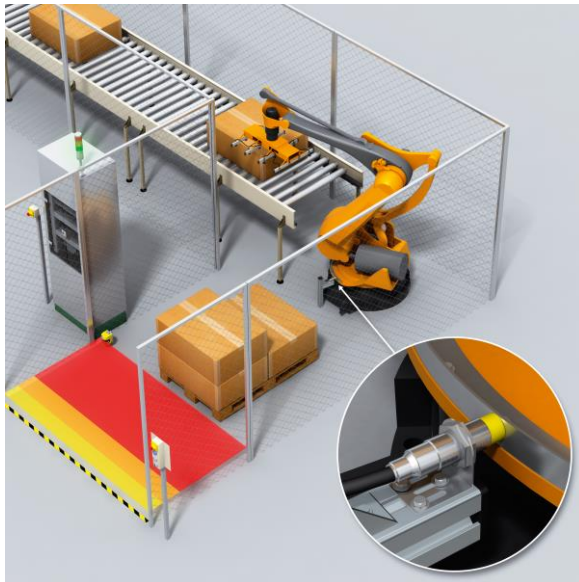
Für Gefährdungen an Maschinen, wie z.B.:



Welche Vorteile bieten sichere Positionsüberwachungen und wofür werden sie eingesetzt?

Error! Reference source not found.

Beispiel für die sichere Überwachung der Arbeitsposition eines Roboters



Anwendung:

- Maschinenparameter werden im Betrieb erfasst und überwacht.
- Auch für mobile Anwendungen geeignet, z.B. zur Steuerung der Überwachungsfelder von Sicherheits-Laserscannern bei der Geschwindigkeitsumschaltung von fahrerlosen Transportfahrzeugen.

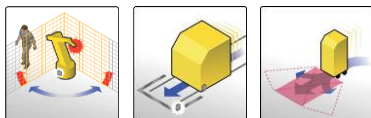
Ihr Nutzen:

- Kombination von Maschinen- und Personenschutz ist möglich

Bemerkung:

- Das [erforderliche Sicherheitsniveau](#) (→ Seite 15) ist der Produktnorm (C-Norm) für die Maschine zu entnehmen bzw. zu bestimmen!

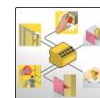
Weitere Schutzeinrichtungen



Empfohlene Produkttechnologien



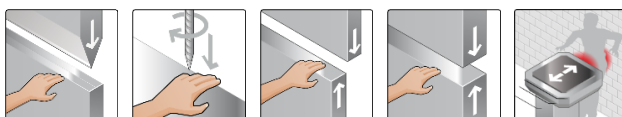
mit passender [Steuerungslösung](#)



und [Sicherheitsbefehle](#)



Für Gefährdungen an Maschinen, wie z.B.:



Wofür werden sichere Befehlseinrichtungen eingesetzt?

Sicher befehlen

Beispiel für den Einsatz eines Zustimmschalters im Einrichtbetrieb



Anwendung:

- Not-Halt als Ergänzung zu anderen Schutzeinrichtungen bzw. Sicherheitsmaßnahmen¹
- Gefahr bringende Bewegungen sollen durch manuelle Betätigung sicher gestoppt werden
- Kritische Maschinenfunktionen sollen manuell sicher in Gang gesetzt werden

Bemerkung:

- Das [erforderliche Sicherheitsniveau](#) (→ Seite 15) ist der Produktnorm (C-Norm) für die Maschine zu entnehmen bzw. zu bestimmen!

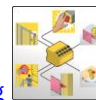
Weitere Schutzeinrichtungen



Empfohlene Produkttechnologien



mit passender [Steuerungslösung](#)

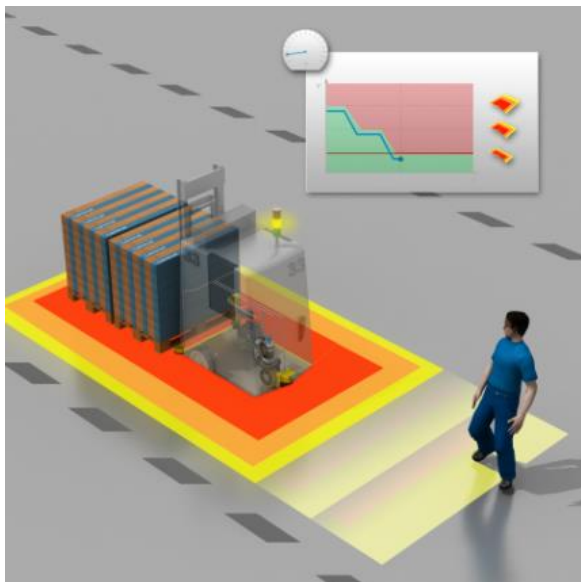


¹ Sichere Befehlseinrichtungen sind Ergänzungen zu anderen Schutzeinrichtungen bzw. eine Sicherheitsmaßnahme. Not-Halt ist eine notwendige Sicherheitsmaßnahme, aber keine Schutzeinrichtung

Welche Vorteile bieten Motion-Control-Funktionen und wofür werden sie eingesetzt?

Bewegungen sicher überwachen

Beispiel für die sichere Geschwindigkeitsbegrenzung bei Warnfeld-Verletzung des Sicherheits-Laserscanners am AGV



Anwendung:

- Überwachung von Stillstand, Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung
- Freigabe der Zuhaltungen trennender Schutzeinrichtungen, wenn die gefahrbringende Bewegung nicht vorhanden ist
- In Kombination mit optischen Schutzeinrichtungen zur Absicherung von fahrerlosen Transportsystemen
- Wartung und Service-Modus mit begrenzter Geschwindigkeit

Ihr Nutzen:

- Optimierung von Produktionsprozessen mit Eingriff durch Personen
- Komfortables Einrichten und Warten von Maschinen
- Optimierung von Prozessen mit fahrerlosen Transportsystemen

Bemerkung:

- Die Realisierung der sicheren Bewegungsüberwachung erfolgt in der Regel durch die Kombination von Sensor (Näherungssensor, Encoder, Motor-Feedbacksystem) und Monitor.



Empfohlene Produkttechnologien



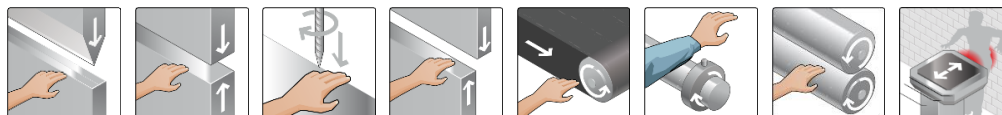
mit passender [Steuerungslösung](#)



und [Sicherheitsbefehle](#)



Für Gefährdungen an Maschinen, wie z.B.:



Was ist der Unterschied zwischen Sicherheits- und Standardkomponenten?



Sicherheitskomponenten

werden in Sicherheitskreisen zur Realisierung von Sicherheitsfunktionen zum Schutz von Personen eingesetzt. Für optoelektronische Schutzeinrichtungen ist eine der wichtigsten Anforderungen die sichere Detektion von Personen.



Standardkomponenten werden in Maschinen und Anlagen für Betriebsfunktionen u.a. zur Objektdetektion eingesetzt.

Die zusätzliche Anforderungen an Sicherheitskomponenten ...

... bedeuten:



- Spezielle zweikanalige Struktur für die Erkennung von Fehlern intern und in der Verdrahtung.
- Der "sichere Zustand" ist definiert.
- Spezielle geräteinterne Sicherheitsmechanismen.
- Beachtung spezieller Sicherheitsstandards für die Entwicklung und Produktion als Grundlage.
- Erhöhte Resistenz auf Einflussfaktoren im Feld.
- CE Typprüfung durch eine benannte Prüfstelle (z.B. TÜV oder IFA).
- [Spezielle Sicherheitsdaten](#) (PL, SIL, PFHd, B10d, ...), → Seite 16 und die CE Erklärung in Übereinstimmung mit der Maschinenrichtlinie.

- Zusätzliche Kosten der Hardware.
- Zusätzlichen Aufwand für Entwicklung und Test.
- Zusätzlichen Aufwand für Entwicklung und Test.
- Zusätzlichen Aufwand für Dokumentation.
- Zusätzlichen Aufwand für Training des Entwicklungsteams.
- Zusätzlichen Aufwand für Entwicklung und Test.
- Zusätzliche Kosten für Zulassung/Zertifikat.
- Spezielles Management/Qualifizierung für die Entwicklung von Komponenten der funktionalen Sicherheit
- Zusätzlichen Aufwand für Entwicklung und Test.

Können Standardsensoren in Sicherheitsfunktionen eingesetzt werden?

Generell kann festgehalten werden:

- Prinzipiell ist der Einsatz von Standardbauteilen in Sicherheitsanwendungen möglich.
- Aber: wenn es um Personenschutz geht, braucht der Anwender (Maschinenhersteller) Kenntnis über die Eignung des Bauteils (u.a. der Einsatzbedingungen). Diese Eignung muss der Maschinenhersteller nachweisen!
- Ein guter (hoher) MTTFd-Wert deckt nur einen kleinen Teil der notwendigen [Kriterien und Maßnahmen](#) ab (→ Seite 16).
- Standard-Optosensorik zur Detektion von Personen ist nicht zulässig (nur mit besonderem Konformitätsbewertungsverfahren).
- Es ist nicht möglich weitere sicherheitstechnischen Kenngrößen (PL, SIL, DC, ...) außer dem MTTF für Standardbauteile anzugeben.

Der Maschinenhersteller ist auf der sicheren Seite mit Bauteilen die für Sicherheitsfunktionen entwickelt und ggf. geprüft wurden!

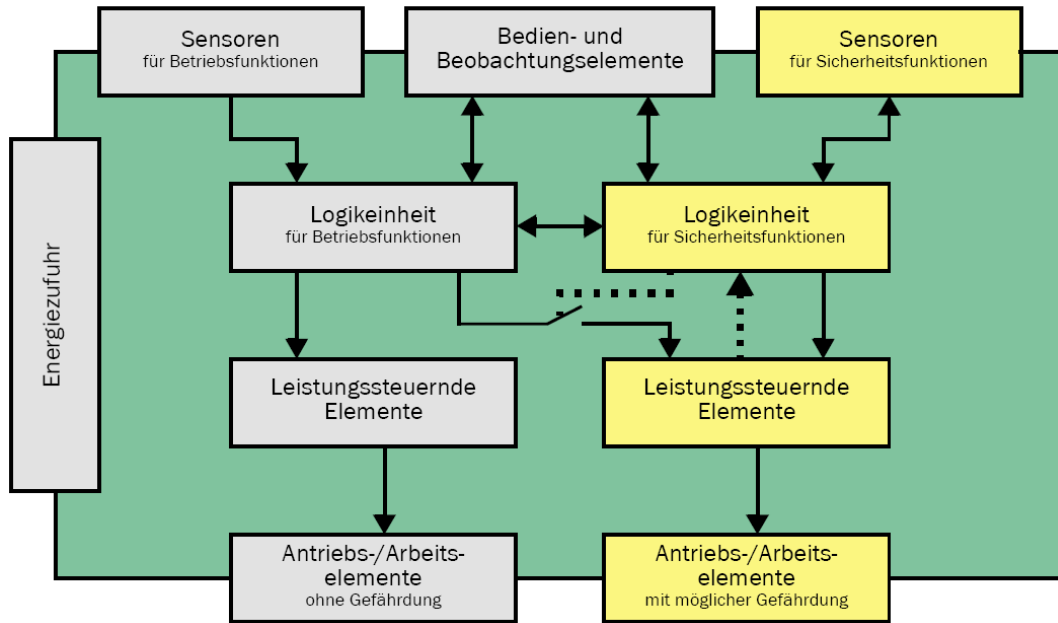
Standardbauteil	bis PL = „a“	bis PL = „b“	bis PL = „c“	bis PL = „d“	bis PL = „e“
Näherungssensoren z.B. induktive, kapazitive	Angaben vom Hersteller: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ Sicherheitsprinzipien ■ Datenblatt ■ Angabe von MTTFd bzw. B_{10d} Beachtung durch den Anwender: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ Sicherheitsprinzipien für die Implementierung ■ Einfluss der Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Wasser, Staub, elektromagnetische Beeinflussung, ...) auf die Sicherheitsfunktion⁴⁾ ■ Dokumentation⁴⁾ 		Angaben vom Hersteller: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ Sicherheitsprinzipien ■ Datenblatt ■ Angabe des MTTFd bzw. B_{10d} Beachtung durch den Anwender: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ und bewährter³⁾ Sicherheitsprinzipien für die Implementierung ■ Anforderungen an die Kategorie, z.B. zweikanalige Struktur mit zwei Sensoren⁴⁾ ■ Ermittlung/Sicherstellung des DC und Maßnahmen gegen CCF⁴⁾ ■ Einfluss der Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Wasser, Staub, elektromagnetische Beeinflussung, ...) auf die Sicherheitsfunktion⁴⁾ ■ Dokumentation⁴⁾ 		
Lichtschranken	Keine Anwendung für die Detektion von Personen ⁵⁾ , sonst wie Näherungssensoren mit zusätzlicher Berücksichtigung der optischen Umgebungseinflüsse.				
Lichttaster Lichtgitter Laser-scanner	Angaben vom Hersteller: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ Sicherheitsprinzipien ■ Datenblatt ■ Angabe von MTTFd Beachtung durch den Anwender: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ Sicherheitsprinzipien für die Implementierung ■ Einfluss der Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Wasser, Staub, elektromagnetische Beeinflussung, Licht...) auf die Sicherheitsfunktion⁴⁾ ■ Dokumentation⁴⁾ 		Angaben vom Hersteller: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ und bewährter³⁾ Sicherheitsprinzipien für die Implementierung ■ Datenblatt ■ Angabe von MTTFd Beachtung durch den Anwender: <ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung grundlegender²⁾ und bewährter³⁾ Sicherheitsprinzipien für die Implementierung ■ Anforderungen an die Kategorie, z.B. zweikanalige Struktur mit zwei Sensoren⁴⁾ ■ Ermittlung/Sicherstellung des DC und Maßnahmen gegen CCF⁴⁾ ■ Einfluss der Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Wasser, Staub, elektromagnetische Beeinflussung, Licht...) auf die Sicherheitsfunktion⁴⁾ ■ Dokumentation⁴⁾ 		
<p>1) Generell gehört der Nachweis der Eignung aller eingesetzten Bauteile für die Sicherheitsfunktionen zu den Pflichten des Maschinenherstellers. Für die Bewertung des Einsatzes von Standardbauteilen über diese Empfehlungen hinaus und für Optimierungen können z.B. notifizierte Stelle wie IFA oder TÜV einbezogen werden.</p> <p>2) Grundlegende Sicherheitsprinzipien berücksichtigen seitens des Bauteilherstellers die anerkannten Regeln der Technik, die z.B. in Produktnormen beschrieben sind (Umgebungsbedingungen, Wirkprinzipien, ...). Bei Entwicklung und Produktion wurden Maßnahmen zur Beherrschung der systematischen Fehler getroffen. Seitens des Anwenders sind u.a. die Einhaltung der spezifizierten Daten und die geeignete Befestigung zu beachten (siehe EN ISO 13849-2, Abschnitte A.2, B.2, C.2 D.2).</p> <p>3) Bewährte Sicherheitsprinzipien sind Prinzipien, bei denen bestimmte Fehler durch Verwendung oder Auslegung von Bauteilen ausgeschlossen werden können durch z.B. Anwendung von Bauteilen mit definiertem Ausfallverhalten oder Zwangsführung/-öffnung oder Techniken wie Redundanz und Diversität (EN ISO 13849-2, Abschnitte A.3 und D.3).</p> <p>4) Siehe EN ISO 13849-1, Abschnitt 10 bzw. Anhang G.</p> <p>5) Für die Detektion von Personen werden in der IEC 61496 konkrete zusätzliche Anforderungen, z.B. an die EMV und die optischen Leistungsmerkmale gestellt. Innerhalb der EU ist nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ein besonderes Konformitätsbewertungsverfahren erforderlich.</p>					

Empfehlung für die Anwendung von Standardsensoren in Sicherheitsfunktionen entsprechend EN ISO 13849-1

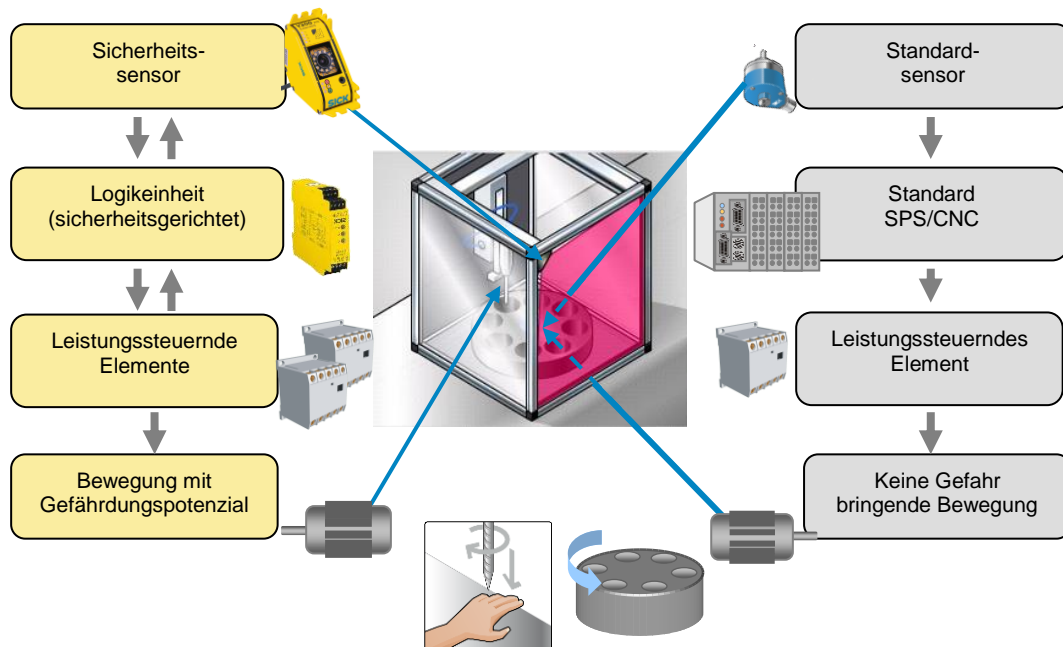
Mehr Information im [SICK-Whitepaper „Standardsensoren für Sicherheitsfunktionen“](#)

Wie wirken Steuerfunktionen und Sicherheitsfunktionen an einer Maschine zusammen?

Eine Maschine oder Anlage besteht aus verschiedenen Komponenten, die zusammenwirken und die Funktion einer Maschine oder Anlage sicherstellen. Hierbei sind Komponenten, die reine Betriebsaufgaben übernehmen, zu unterscheiden von solchen, die sicherheitstechnische Funktionen übernehmen.



Prinzipieller funktionaler Aufbau einer Maschinensteuerung



Beispiel: Darstellung von Komponenten der Maschinensteuerung eines Bohrautomaten

Mehr Information:
[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

Was ist das erforderliche Sicherheitsniveau (required Performance Level)?

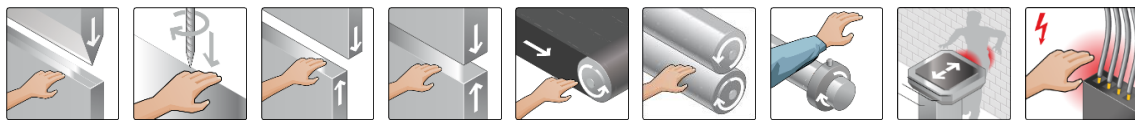
In der Regel wird in C-Normen (maschinenspezifische Normen) das erforderliche Sicherheitsniveau vorgegeben. Das erforderliche Sicherheitsniveau ist für jede Sicherheitsfunktion einzeln festzulegen und gilt dann für alle beteiligten Geräte, wie z. B. für

- den Sensor/die Schutzeinrichtung
- die auswertende Logikeinheit
- das/die leistungssteuernde(n) Element(en)

Falls keine C-Norm für die entsprechende Maschine vorhanden ist oder in der C-Norm diesbezüglich keine Vorgaben existieren, kann das erforderliche Sicherheitsniveau nach einer der folgenden Normen ermittelt werden:

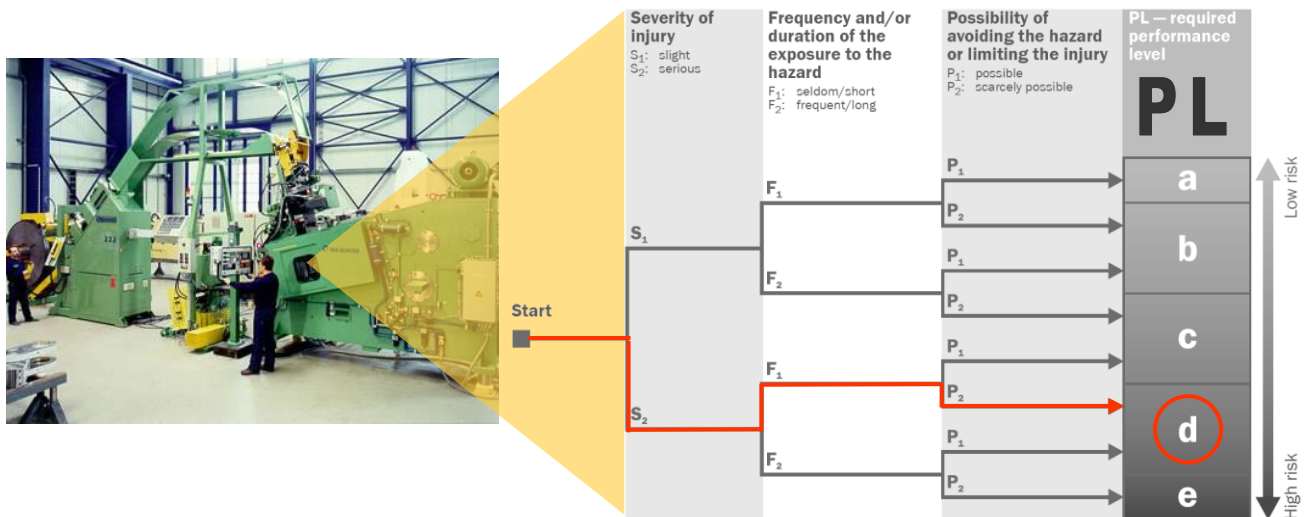
- EN ISO 13849-1
- EN 62061

Die Norm EN ISO 13849-1 verwendet zur Bestimmung des erforderlichen Sicherheitsniveaus einen Risikographen. Es werden die Parameter **S** (Schwere der Verletzung), **F** (Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdung) und **P** (Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder zur Begrenzung des Schadens) für die Bestimmung der Risikohöhe verwendet.



Beispiele für Gefährdungen an Maschinen

Das Ergebnis des Verfahrens ist ein „erforderlicher Performance Level“ (PL_r: required (erforderlicher) Performance Level).



S1 – Leichte, reversible Verletzung (Quetschung und/oder Fleischwunde ohne Komplikation)

S2 - Ernsthafte, irreversible Verletzung (Tot, Amputation, gebrochene Gliedmaßen, ...)

F1 – Seltene oder kurze Dauer der Gefährdung. Häufigkeit < einmal pro Stunde

F2 – Häufige oder lange Dauer der Gefährdung (irrelevant ob eine oder mehrere nacheinander arbeitende Bedienerpersonen)

P1 – Möglich der Gefahr auszuweichen oder die Verletzung einzuschränken (durch Einweisung, Experten, langsame Annäherung der Gefahr, Fluchtmöglichkeit, ...)

P2 – Kaum möglich den Unfall zu vermeiden

Beispiel zur Bestimmung des erforderlichen Performance Levels für die Absicherung der Werkzeugwechsel-Luke an einer Stanzmaschine mit Risikograph nach EN ISO 13849-1.

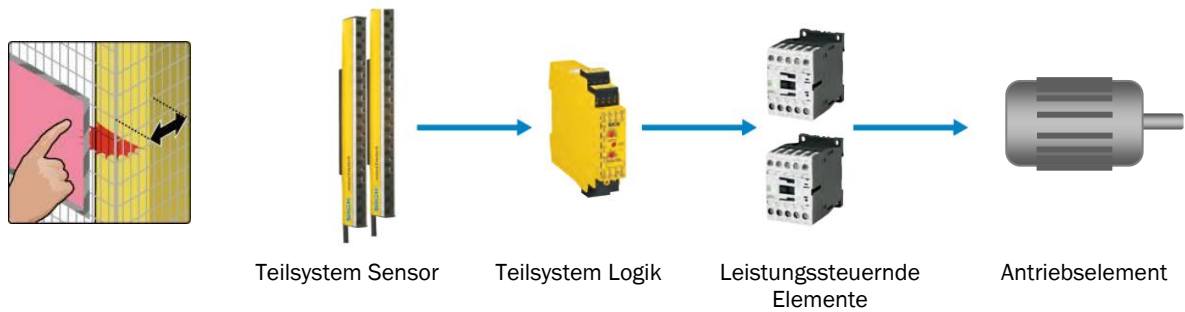
Mehr Information:

[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

Wie wird das erreichte Sicherheitsniveau (Performance Level) einer Sicherheitsfunktion ermittelt?

Entsprechend der Normen für die funktionale Sicherheit (z.B. EN ISO 13849-1) soll das Ist-Sicherheitsniveau einer Sicherheitsfunktion dem erforderlichen Sicherheitsniveau (→ Seite 15) entsprechen.

Eine Sicherheitsfunktion, die mit Hilfe steuerungstechnischer Maßnahmen realisiert wird, besteht i. d. R. aus Sensor, Logik und leistungssteuerndes Element. Eine solche Kette kann einerseits diskrete Elemente wie Schutztürverriegelungen oder Ventile als auch komplexe Sicherheits-Steuerungen enthalten. Es ist in der Regel daher notwendig, eine Sicherheitsfunktion in Teilsysteme zu unterteilen.



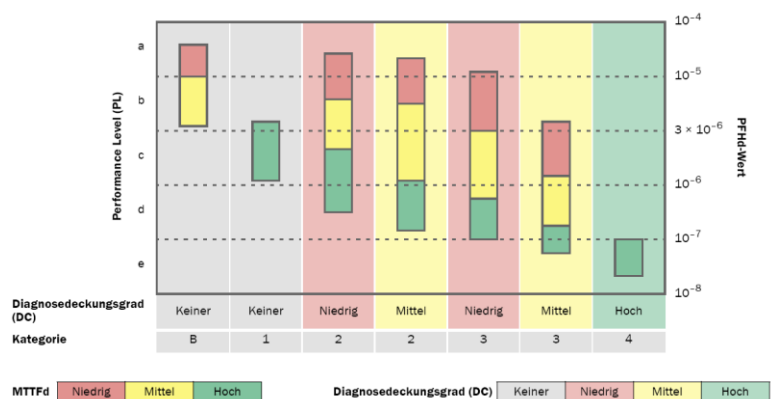
In der Praxis werden für bestimmte Sicherheitsfunktionen vielfach bereits zertifizierte Teilsysteme verwendet. Diese Teilsysteme können z. B. Lichtvorhänge aber auch Sicherheits-Steuerungen sein, für die bereits „vorgerechnete“ PL bzw. PFHd-Werte vom Hersteller der Komponente geliefert werden.

Diese Werte gelten nur innerhalb einer vom Hersteller anzugebenden Gebrauchsdauer. Neben den quantifizierbaren Aspekten müssen auch die Maßnahmen gegen systematische Ausfälle verifiziert werden.

Der erreichte Performance Level für ein Teilsystem setzt sich nach EN ISO 13849-1 aus den nachfolgenden Parametern zusammen:

- Struktur sowie Verhalten der Sicherheitsfunktion unter Fehlerbedingungen (Kategorie)
- MTTFd-Werte einzelner Bauteile (Kennzahl für die sicherheitstechnische Zuverlässigkeit)
- Diagnosedeckungsgrad (DC) für die Wirksamkeit der Fehlerdetektionsmechanismen
- Fehler aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF) und der Maßnahmen dagegen
- sicherheitsrelevante Softwareaspekte (Gestaltungsprozess der Software)
- Einsatzbedingungen
- systematische Ausfälle (auf Fehler zurückzuführen, die durch bestimmte Zustände, Belastungen, Eingangsbedingungen hervorgerufen werden. Sie können während der Entwicklung, der Herstellung, im Betrieb oder während der Wartung auftreten.)

Ob die konzipierte technische Schutzmaßnahme dem erforderlichen Sicherheitsniveau (PLr) entspricht, kann nach EN ISO 13849-1 ermittelt werden. Als vereinfachte Übersicht bietet die Norm auch ein Balkendiagramm, in dem o.g. erforderliche Kriterien zusammengefasst sind. Im Balkendiagramm sind nicht berücksichtigt: der Gestaltungsprozess, die Einsatzbedingungen und die Maßnahmen gegen systematischen Ausfälle.



Mehr Information:

[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

Was ist der Unterschied zwischen Performance Level (PL) und Safety Integrity Level (SIL)?

1. Erforderliches Sicherheitsniveau

Entsprechend der Risikohöhe wird das erforderliche Sicherheitsniveau (→ Seite 15), bestimmt. Die Norm EN ISO 13849-1 verwendet für die Bestimmung des **PL**² einen Risikographen, die EN 62061 ein numerische Verfahren zur Bestimmung des **SIL**³.

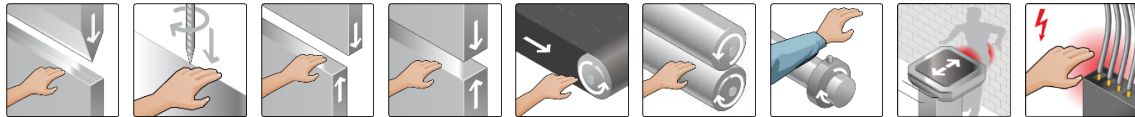
Beide Normen berücksichtigen zur Bestimmung des erforderlichen Sicherheitsniveaus

- die Schwere der Verletzung
- die Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdung
- die Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder zur Begrenzung des Schadens

Die EN 62061 (SIL) berücksichtigt zusätzlich die Eintrittswahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses.

Das Ergebnis der EN ISO 13849 ist ein erforderliches Sicherheitsniveau PLr a, b, c, d oder e, wobei e der höchsten Risikostufe entspricht.

Die EN 62061 Ergebnisse sind in drei Risikostufen SIL 1, 2 oder 3 gegliedert, wobei 3 das höchste Risiko ist.



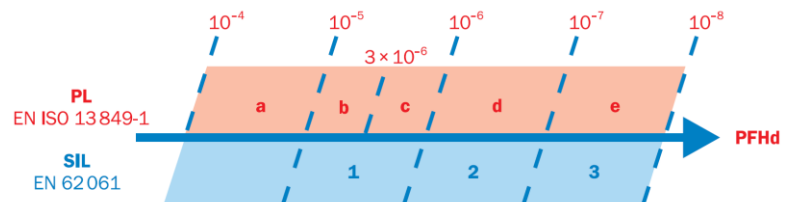
Beispiele für Gefährdungen an Maschinen

2. Realisiertes Sicherheitsniveau

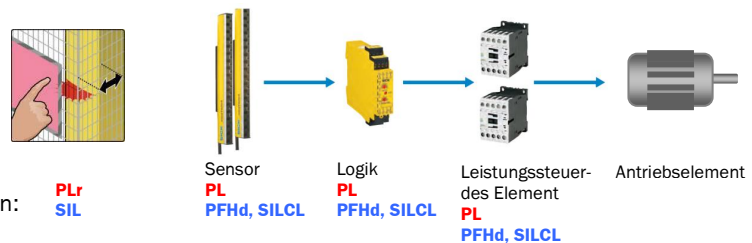
Entsprechend beider Normen soll das Ist-Sicherheitsniveau mit PL/SILCL (→ Seite 16), dem Soll-Sicherheitsniveau (PLr/SIL) entsprechen. Hier wird wiederum nach zwei unterschiedlichen Methoden vorgegangen.

- Bestimmen des erreichten Performance Levels (PL)⁴ gemäß EN ISO 13 849-1
- Bestimmen des erreichten Sicherheits-Integritätslevels (SILCL)⁵ gemäß EN 62 061

Beide Methoden überprüfen, ob das verbleibende Restrisiko akzeptabel ist. Als quantitative Kenngröße wird hierfür der PFHd-Wert⁶ ermittelt.



Beziehung zwischen PL und SIL:



Teilsicherheitssysteme einer Sicherheitsfunktion:

Die Anwendung der EN ISO 13849-1 wird aufgrund der einfacheren Handhabung und des größeren Anwendungsbereichs von SICK empfohlen.

Mehr Information: [Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

² PLr: Performance Level required = erforderlicher Performance Level
³ SIL: Safety Integritäts Level = Stufe der Sicherheitsintegrität der Sicherheitsfunktion
⁴ PL: Performance Level = Fähigkeit von sicherheitsbezogenen Teilen, eine Sicherheitsfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen auszuführen, um die erwartete Risikominderung zu erfüllen
⁵ SILCL: SIL claim limit (Anspruchsgrenze bzw. Eignung). Diskrete Stufe zur Feststellung der Integrität der Sicherheitsfunktion.
⁶ PFHd: Probability of dangerous failure per hour = Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Gefahr bringenden Ausfalls pro Stunde (1/h)

Was bedeutet der „Typ“ bei optoelektronischen Schutzeinrichtungen?



Die sicherheitstechnischen Kenngrößen sind für optoelektronische Schutzeinrichtungen in der Typ Klassifizierung (Typ 2, Typ 3, Typ 4) umgesetzt (siehe Normenreihe IEC 61496). Neben strukturellen Aspekten, ähnlich den bekannten Kategorien, sind in der Typ-Klassifizierung auch einzuhaltende Anforderungen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), der Umweltbedingungen und des optischen Systems definiert. Hierzu zählt insbesondere das Verhalten gegenüber Störquellen (Sonne, Lampen, Geräte gleicher Bauart etc.) und auch der Öffnungswinkel der Optiken bei Sicherheits-Lichtvorhängen oder Sicherheits-Lichtschranken.

	Typ 2	Typ 4	Vorteil Typ 4
Funktionale Sicherheit	Zwischen den Testintervallen ist bei Auftreten eines Fehlers ein Verlust der Schutzfunktion möglich.	Auch bei Auftreten von mehreren Fehlern bleibt die Schutzfunktion erhalten.	Höhere Risikoreduzierung
EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit)	Grundanforderungen	erhöhte Anforderungen	Höhere Zuverlässigkeit des Detektionsvermögens
Maximaler Öffnungswinkel der Optik	10°	5°	Höhere Anlagenverfügbarkeit bei schwierigen Umgebungsbedingungen.
Mindestabstand a zu reflektierenden Flächen auf eine Distanz D von < 3 m	262 mm	131 mm	
Mindestabstand a zu reflektierenden Flächen auf eine Distanz D von > 3 m	$= \text{Distanz} \times \tan(10^\circ / 2)$	$= \text{Distanz} \times \tan(5^\circ / 2)$	
Mehrere Sender der gleichen Bauart in einer Anlage	keine speziellen Anforderungen (Strahlkodierung wird empfohlen)	keine Beeinflussung oder OSSDs schalten bei Beeinflussung aus	

Hauptunterschiede BWS⁷ Typ 2 und Typ 4 nach IEC 61496.


Hinweis: Mit dem Typ 3 werden z.B. die Anforderungen an Sicherheits-Laserscanner definiert.

Mehr Information:
[Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

⁷ BWS – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

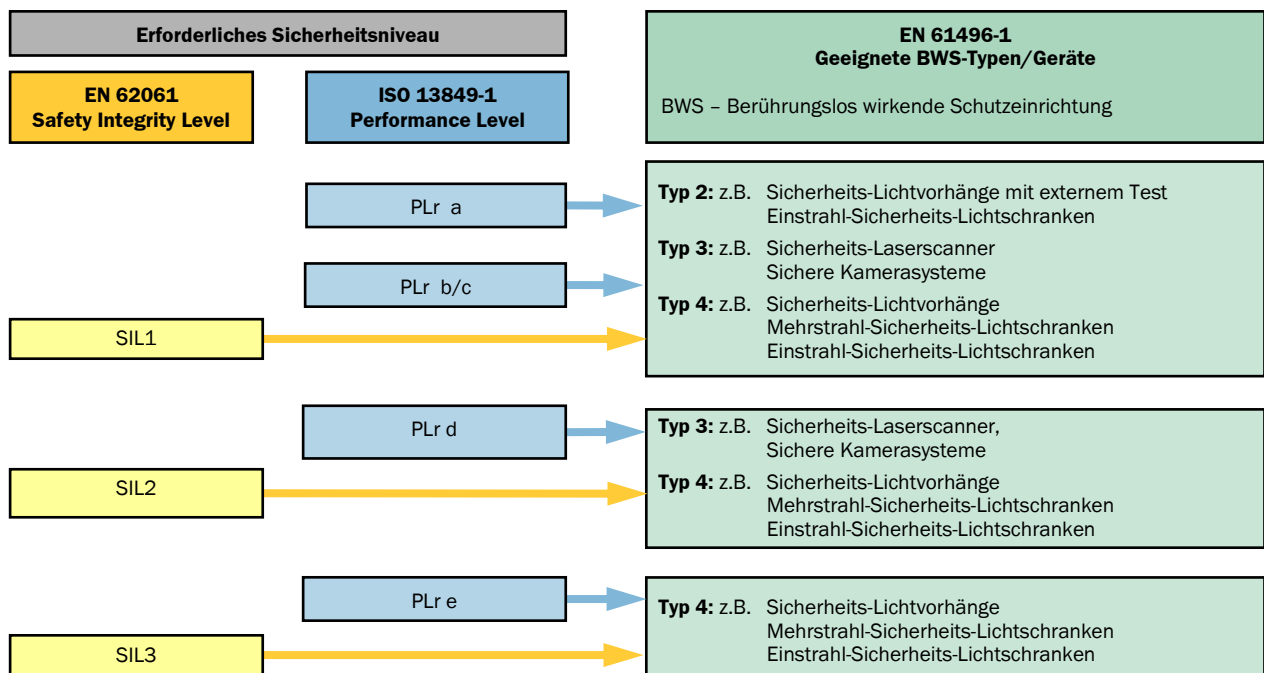
Welche Beziehung besteht zwischen PL/SIL und Typ für optoelektronische Schutzeinrichtungen?

Im Gegensatz zu einfachen Steuerungssystemen, z.B. elektronischen Sicherheitsschaltern müssen für optoelektronische Schutzeinrichtungen zusätzliche Kriterien, die über den Typ definiert sind, berücksichtigt werden. Hierzu gehört das notwendige [Detektionsvermögen](#) (→ Seite 18), das aus den optischen Wirkprinzipien resultiert und in der Normenreihe IEC 61496 festgelegt ist.

Funktionale Sicherheit	Resistenz gegen Umwelteinflüsse	Elektro-magnetische Verträglichkeit	Detektionsvermögen
Anforderungen an die funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Struktur (Kategorien) ■ Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls ■ Maßnahmen zur Fehlervermeidung und Fehlererkennung ■ Vermeidung bzw. Beherrschung von systematischen Fehlern ■ Qualität des Designprozesses ■ Dokumentation 		optoelektronische Schutzeinrichtungen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Konstruktion der BWS ■ optische Leistungsmerkmale ■ Detektionsvermögen ■ Zuverlässigkeit des Detektionsvermögens ■ EMV ■ Struktur (Kategorien) 	
PL / SIL EN ISO 13849-1 / EN 62061		+	Typ IEC 61496

Ergänzung der Anforderungen der EN ISO 13849-1 / EN 62061 und IEC 61496

Entsprechend dem erforderlichen Sicherheitsniveau empfiehlt SICK folgende Zuordnung von optoelektronischen Schutzeinrichtungen:



Mehr Information:
[🌐 Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)

Wozu wird der Mindestabstand (Sicherheitsabstand) benötigt und welche Faktoren spielen eine Rolle?

Der Mindestabstand (Sicherheitsabstand) beschreibt die minimale Entfernung von der Schutzeinrichtung bis zum Gefahrenbereich.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Auswahl der optimalen Schutzeinrichtung ist der verfügbare Platz und der notwendig Mindestabstand.

Es muss sichergestellt sein, dass noch rechtzeitig vor Erreichen der Gefahrstelle der Gefahr bringende Zustand aufgehoben ist. Die Berechnung des benötigten Mindestabstandes (Sicherheitsabstandes) erfolgt nach der Norm EN ISO 13 855.

Die Mindestabstandsbetrachtung gilt für BWS⁸ mit zweidimensionalem Schutzfeld, wie z. B. Lichtvorhänge (AOPD), Laserscanner (AOPDDR) oder zweidimensionale Kamerasysteme. Für verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, die einen Stopp auslösen, muss analog zur Vorgehensweise bei den BWS ebenfalls ein Sicherheitsabstand eingehalten werden. Alternativ können Verriegelungen mit Zuhaltungen den Zugang so lange verhindern, bis keine Gefährdung mehr vorhanden ist. Trennende Schutzeinrichtungen müssen einen ausreichenden Sicherheitsabstand zum Gefahrenbereich haben, sofern sie Öffnungen aufweisen (siehe Norm EN ISO 13 857).

Wenn die minimale Entfernung zum Gefahrenbereich zu groß und aus ergonomischer Sicht nicht akzeptabel ist, dann muss entweder die Gesamtstopzeit der Maschine vermindert werden oder es muss eine BWS mit feinerer Auflösung verwendet werden. Ein mögliches Hintertreten ist zu verhindern.

Die allgemeine Berechnungsformel für den Mindestabstand (Sicherheitsabstand) lautet:

$$S = (K \times T) + C$$

Dabei ist ...

- **S** der Mindestabstand in Millimetern, gemessen von der nächstliegenden Gefahrstelle zum Detektionspunkt bzw. zur Detektionslinie oder Detektionsebene der Schutzeinrichtung.
- **K** ein Parameter in Millimetern pro Sekunde, abgeleitet von Daten über Annäherungsgeschwindigkeiten des Körpers oder von Körperteilen.
- **T** die Nachlaufzeit des gesamten Systems in Sekunden.
- **C** ein zusätzlicher Abstand in Millimetern. Der Abstand C ist anwendungsabhängig (siehe Tabelle 1 in der Norm EN ISO 13 855).

Die nebenstehende Abbildung veranschaulicht die Zusammensetzung Mindestabstands (Sicherheitsabstands). Hierbei beschreibt der Parameter C_{RO} das Übergreifen über eine Schutzeinrichtung und einen maximalen zurückgelegten Weg, bevor der Anwender von der Schutzeinrichtung erkannt wird. Für das Durchgreifen durch eine Schutzeinrichtung erfolgt analog eine Berechnung mittels C_{RT} . Faktoren, welche maßgeblich den Mindestabstand (Sicherheitsabstand) beeinträchtigen sind der zusätzliche Abstand C (C_{RT} bzw. C_{RO}) und T, die Nachlaufzeit des gesamten Systems. Diese können aktiv beeinflusst werden.

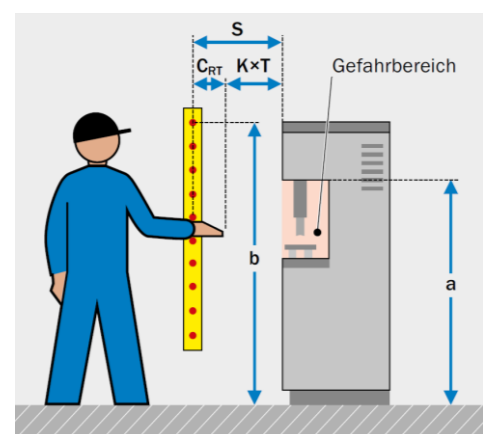
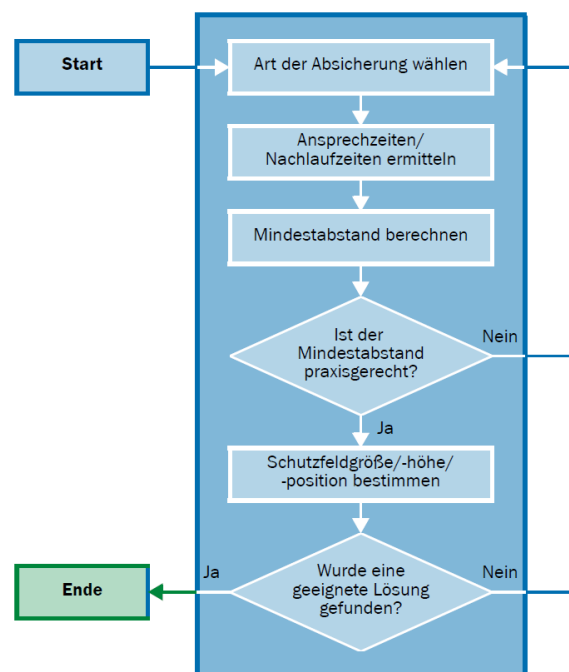
Bei **T** sind folgende Parameter zu berücksichtigen:

- Stoppzeit der Maschine
- Ansprechzeit der sicherheitsbezogenen Steuerung
- Ansprechzeit Schutzeinrichtung (BWS)
- Zuschläge abhängig vom Auflösungsvermögen der BWS, der Schutzfeldhöhe und/oder Art der Annäherung

Der zusätzliche Abstand **C** ist bei einer BWS und rechtwinkliger Annäherung abhängig von der Auflösung (d) und bei paralleler Annäherung abhängig von der Höhe des Schutzfeldes über der Bezugsebene (H).

Bei der Berechnung des Sicherheitsabstandes für verriegelte trennende Schutzeinrichtungen entfällt **C**. Die Berechnungsformel lautet dann: $S = (K \times T)$.

Mehr Information: [Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)



⁸ BWS – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

Warum und wann soll die Wirksamkeit von optoelektronischen Schutzeinrichtungen überprüft werden?

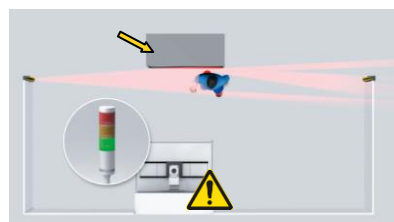
Die korrekte Funktion und die Wirksamkeit von optoelektronischen Schutzeinrichtungen kann nicht allein vom Hersteller der Schutzeinrichtung oder vom Maschinenhersteller sichergestellt werden.

Während des Einsatzes der Maschine können Schutzmaßnahmen durch Änderungen an der Maschine oder Änderung der Umgebungsbedingungen unwirksam werden. Die Unwirksamkeit muss vom Betreiber der Maschine durch Prüfungen aufgedeckt werden.

Ursachen für die Unwirksamkeit optoelektronischer Schutzeinrichtungen beim Einsatz der Maschine (Beispiele):

Schutzeinrichtungen werden unbewusst wirkungslos gemacht:

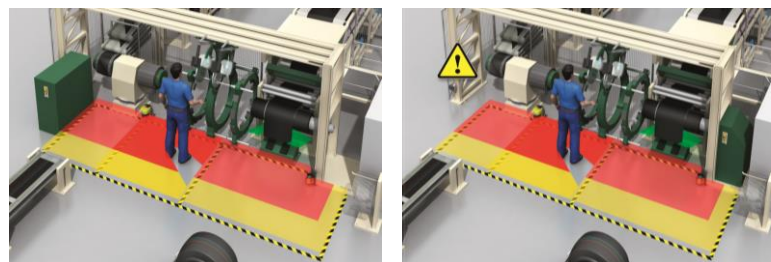
Betriebsmäßig **entfernte Abdeckungen** werden nach Wartungsarbeiten oder Werkzeugwechseln nicht wieder in die korrekte Position montiert. Dadurch kann ein Über-, Unter-, Umgreifen oder das unbemerkte Hintertreten von Schutzeinrichtung möglich werden.



Strahlen eines Sicherheits-Lichtvorhangs werden durch **reflektierende Gegenstände oder reflektierende Umgebungen** umspiegelt.

Im Beispiel wurde ein Behälter mit stark reflektierender Oberfläche im Sichtbereich des Lichtvorhangs abgestellt. Der Sicherheits-Lichtvorhang kann die Person beim Zugang nicht detektieren und die Maschine wird nicht abgeschaltet.

Im Beispiel wurde bei **Umbauarbeiten** der Schaltschrank versetzt, aber das Schutzfeld des Sicherheits-Laserscanners und die Kennzeichnung der Schutzfeldgrenzen wurden nicht angepasst. Ein unerkanntes Erreichen einer Gefahrstelle ist möglich, da die Schutzeinrichtung nicht mehr den kompletten Zugang abdeckt.



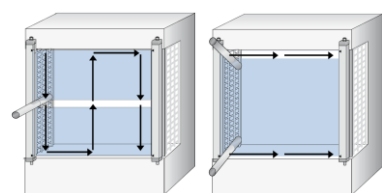
Wie häufig soll die Wirksamkeit der optoelektronischen Schutzeinrichtung überprüft werden?

Laut europäischer Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG müssen die Arbeitsmittel (Maschinen) überprüft und gegebenenfalls erprobt werden, um gefährliche Situationen zu vermeiden, wenn **außergewöhnliche Ereignisse** stattgefunden haben.

Die Prüfungshäufigkeit soll der **vorhersehbaren Häufigkeit von außergewöhnlichen Ereignissen**, die schädigende Wirkung haben können, entsprechen. Außergewöhnliche Ereignisse können Montage, erste Inbetriebnahme, Unfälle, Werkzeugwechsel oder Veränderungen sein. Auch die Höhe des Risikos, die Art der Befestigung, mechanische Einwirkungen, Umgebungsbedingungen und produkt-spezifische Eigenschaften der Schutzeinrichtung müssen in Betracht gezogen werden. Deshalb kann sogar eine **tägliche Prüfung der Wirksamkeit** optoelektronischer Schutzeinrichtungen notwendig sein. In Produktnormen der Maschinen (z.B. in der ISO 3691-4, Flurförderzeuge - Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung) und in den Betriebsanleitungen der optoelektronischen Schutzeinrichtungen sind ebenfalls Regelungen zur Durchführung und Häufigkeit der Prüfung getroffen.

Wie wird die Wirksamkeit der optoelektronischen Schutzeinrichtung überprüft?

Zur Prüfung der Wirksamkeit wird die Funktion der optoelektronischen Schutzeinrichtung genutzt. Durch die Prüfung soll festgestellt werden, ob die abzusichernde Gefahrstelle **nur durch das Detektionsfeld** der Schutzeinrichtung erreicht werden kann und ob der Zugriff bzw. Zugang durch diese erkannt wird. Prüfhilfsmittel wie ein Prüfstab oder geeignete Prüfkörper werden verwendet. Details und Hinweise sind in der Produktdokumentation der Schutzeinrichtungen beschrieben. Diese sind entsprechend dem Einsatz der Schutzeinrichtung in die Maschinen-Dokumentation zu übernehmen.



Beispiel aus der Betriebsanleitung des Sicherheits-Lichtvorhangs deTec4 Core von SICK:

Prüfung der Wirksamkeit von Sicherheits-Lichtvorhängen mit einem Prüfstab in zwei Schritten.

Wer ist für die Durchführung der Prüfung verantwortlich?

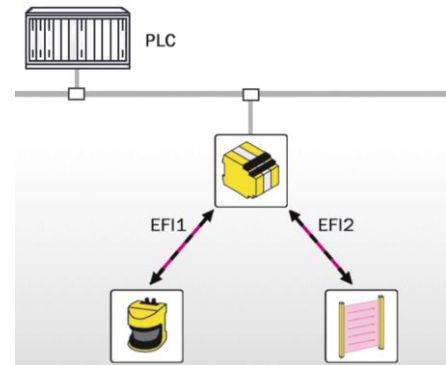
Der **Maschinenbetreiber** ist für die sicheren Arbeitsmittel verantwortlich. Der **Maschinenhersteller** muss eine sichere Maschine und die zugehörigen Unterlagen mit Beschreibung der Maßnahmen für den sicheren Betrieb liefern.

Was ist das Enhanced Function Interface (EFI) von SICK?

Das Enhanced Function Interface (EFI) ist eine SICK-spezifische Schnittstelle und stellt eine sichere Kommunikation zwischen optoelektronischen Schutzeinrichtungen, sens:Control Sicherheits-Steuerungen und Gateways zur Verfügung. Über eine EFI-Schnittstelle werden zusätzliche Daten für die sicherheitsgerichtete Kommunikation, erweiterte Funktionalität der Sensoren und Diagnose übertragen.

Durch EFI werden SICK-Geräte miteinander verbunden und der Funktionsumfang der einzelnen Schutzeinrichtungen erweitert. Sicherheitsbezogene Applikationen, die sonst nur mit hohem Schaltungs- oder Montageaufwand möglich sind, können durch über EFI verbundene Schutzeinrichtungen effizient realisiert werden. Dies sind zum Beispiel:

- die simultane Schutzfeldüberwachung (bis zu vier simultane Schutzfelder bei dem Sicherheits-Laserscanner S3000)
- die Betriebsartenumschaltung und Host/Guest-Auswertung (C4000) oder
- die Auswertung von Meldesignalen (z. B. für eine verschmutzte Frontscheibe).

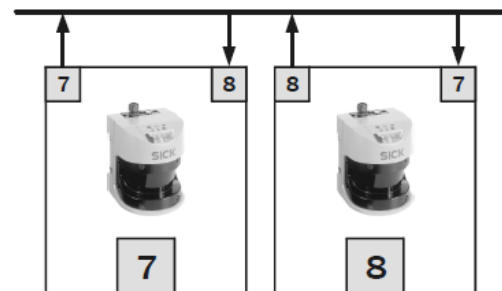


Zwischen den Geräten werden Status- und Steuerinformationen über EFI ausgetauscht. Über EFI-Gateways können die Applikationen in übergeordnete Bussysteme eingebunden werden. Zusätzlich wird die gemeinsame Konfiguration der Geräte in einem Projekt ermöglicht.

Bei EFI handelt es sich um ein lineares Bussystem. An diesem Bussystem können bis zu vier Geräte angeschlossen werden. Die tatsächliche Anzahl der Geräte hängt von der jeweiligen Applikation bzw. der Produktfamilie ab. Damit Daten über EFI ausgetauscht werden können, besitzt jedes angeschlossene Gerät eine eindeutige Adresse.

Beispiel:

Der S3000-Host hat die Adresse 7, der S3000-Guest die Adresse 8. Der Host empfängt über die Adresse 8 die Statusinformationen zu den OSSDs und die Diagnosemeldungen des Guest zur Verschmutzung. Der Guest hingegen erhält vom Host über die Adresse 7 die Werte der Inkrementalgeber.



Vorteile von EFI sind:

- Erweiterter Funktionsumfang der angeschlossenen Geräte
- Reduzierter Schaltungs- und Verdrahtungsaufwand
- Höhere Verfügbarkeit der Anlage
- Einfache und flexible Konfiguration
- Funktionsumschaltung der Schutzeinrichtung (z. B. Schutzfeldumschaltung bei Sicherheits-Laserscannern) über die Sicherheitssteuerung
- Vereinfachte Diagnose des Host/Guest-Systems

Die entscheidende Stärke der EFI-Schnittstelle gegenüber der Integration per OSSD besteht darin, dass Diagnoseinformationen aller EFI-Teilnehmer mit hohem Informationsgehalt an der übergeordneten Steuerung bzw. Gateway zur Verfügung stehen.

Mehr Information: [Technische Beschreibung „EFI – Enhanced Function Interface“](#)

Checkliste für den Hersteller bzw. Ausrüster zur Installation von Schutzeinrichtungen (z. B. einer BWS)

Die Prüfung der Wirksamkeit einer Schutzeinrichtung kann man anhand einer Checkliste durchführen.
Beispiel:

	Ja	Nein
1. Ist der Zugang bzw. Zugriff zum Gefahrenbereich oder zur Gefahrstelle ausreichend verhindert und nur durch abgesicherte Bereiche (BWS, Schutztüren mit Verriegelungseinrichtung) möglich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sind Maßnahmen getroffen worden, die bei Gefahrenbereichs- oder Gefahrstellenabsicherung einen ungeschützten Aufenthalt im Gefahrenbereich verhindern (mechanischer Hintertretschutz) oder überwachen, und sind diese gegen Entfernen gesichert oder verriegelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Entspricht die Schutzeinrichtung dem geforderten Zuverlässigkeitsniveau (PL oder SIL) für die Sicherheitsfunktion?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Wurde die maximale Stoppzeit bzw. Nachlaufzeit der Maschine nachgemessen und ist sie (an der Maschine und/oder in den Maschinenunterlagen) angegeben und dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Wird der erforderliche Sicherheits- oder Mindestabstand der Schutzeinrichtung zur nächstliegenden Gefahrstelle eingehalten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Wird das Untergreifen, Übergreifen, Untersteigen, Übersteigen oder Umgreifen der Schutzeinrichtung wirksam verhindert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sind die Geräte bzw. Schalter ordnungsgemäß befestigt und nach erfolgter Justage gegen Verschieben gesichert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag wirksam (Schutzklasse)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Ist das Befehlsgerät zum Rücksetzen der Schutzeinrichtung bzw. zum Wiederanlaufen der Maschine vorhanden und korrekt angebracht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Sind die für die Schutzeinrichtungen verwendeten Komponenten entsprechend den Herstellerangaben eingebunden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Sind bei jeder Einstellung des Betriebsartenwahlschalters die angegebenen Schutzfunktionen wirksam?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Sind die Schutzeinrichtungen während des gesamten Gefahr bringenden Zustands wirksam?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Wird bei Aus- bzw. Abschalten der Schutzeinrichtungen sowie beim Umschalten der Betriebsarten oder beim Umschalten auf eine andere Schutzeinrichtung ein eingeleiteter Gefahr bringender Zustand gestoppt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Sind die der Schutzeinrichtung beiliegenden Hinweise für den Bediener gut sichtbar angebracht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mehr Information: [🌐 Broschüre „Leitfaden Sichere Maschinen“](#)