

# SICK AG WHITEPAPER

## GESTALTUNG UND AUSWAHL VON VERRIEGELUNGSEINRICHTUNGEN GEMÄSS EN ISO 14119

### AUTOR

**Otto Görnemann**

Manager Machine Safety & Regulations  
bei der SICK AG in Waldkirch/Deutschland

### ZUSAMMENFASSUNG

Die neue EN ISO 14119 „Sicherheit von Maschinen - Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen - Leitsätze für Gestaltung und Auswahl“ löst seit Ende 2013 mit einer Übergangsfrist von 18 Monaten die bisherige EN 1088 ab. Sie klassifiziert verschiedene Arten von Verriegelungen und unterscheidet physikalische Wirk- und Betätigungsprinzipien. Außerdem führt sie eine qualitative Bewertung der Kodierung von Betätigern ein und gibt Hinweise für eine manipulationssichere Montage. Durch diese Neuerungen und die praxisnahe Auslegung der bestehenden Inhalte aus der EN 1088:2008 ist die EN ISO 14119:2013 aus Anwendersicht praxistauglich und gut umsetzbar. Obwohl die neuen Anforderungen für die Maschinenhersteller minimal sind, profitieren diese von zahlreichen vorteilhaften Konkretisierungen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>Was ändert sich? Unterschiede zwischen EN ISO 14119 und EN 1088</b> .....	<b>4</b>
Anwendungsbereich und Begriffe.....	4
<b>Generelle Prinzipien von Verriegelungen</b> .....	<b>6</b>
Auswahl der richtigen Verriegelungseinrichtung.....	6
Zwangsläufige Betätigung und Zwangsöffnung.....	6
Montage: Befestigung und Arten von Betätigern.....	7
Besonderheiten von Zuhaltungen.....	7
Verringerung der Umgehungsmöglichkeiten .....	8
<b>Anforderungen an Steuerungen</b> .....	<b>9</b>
Präzisierung bei Fehlerausschlüssen .....	9
Funktionsfähigkeit bei seltener Betätigung.....	9
Fehler mit gemeinsamer Ursache.....	9
Zuverlässigkeit der Entriegelung.....	9
Logische Reihenschaltung von Verriegelungseinrichtungen und Fehlermaskierung.....	10
<b>Informationen für Benutzer</b> .....	<b>10</b>
<b>Fazit</b> .....	<b>11</b>

## Einleitung

Die neue internationale Norm EN ISO 14119 definiert – unabhängig von der jeweiligen Technologie – die Leitlinien für die Gestaltung und Auswahl von Verriegelungseinrichtungen, die in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen angewendet werden. Als eine Typ-B Norm nach ISO 12100-1 (Sicherheitsfachgrundnorm) ist sie grundsätzlich für alle Maschinen anwendbar. Diese Norm ersetzt als EN ISO 14119:2013 seit Ende 2013 mit einer Übergangsfrist von 18 Monaten die EN 1088 aus dem Jahr 1995.

Trennende Schutzeinrichtungen sind typisch im Maschinenbau. Feststehende trennende Schutzeinrichtungen sind einfach und können dort eingesetzt werden, wo bei normalem Maschinenbetrieb kein Zugang einer Person zu einem Gefahrenbereich notwendig ist. Das entspricht aber einem Maschinenbetrieb ohne jegliche Fehlfunktionen oder Eingriffe! Diese Situation kommt in der Praxis jedoch sehr selten vor.

Wenn der Zugang durch solch eine feststehende trennende Schutzeinrichtung erforderlich wird, führt dies mit großer Wahrscheinlichkeit dazu, dass diese nicht wieder an ihrem Platz positioniert oder nicht korrekt befestigt wird. Dies macht die Anwendung zusätzlicher Maßnahmen erforderlich, um zu verhindern, dass bei nicht vorhandener Schutzwirkung, gefahrbringende Maschinenfunktionen ausgeführt werden. Die klassische Lösung ist, den Betrieb dieser Funktionen mit dem Zustand der trennenden Schutzeinrichtung zu verriegeln.

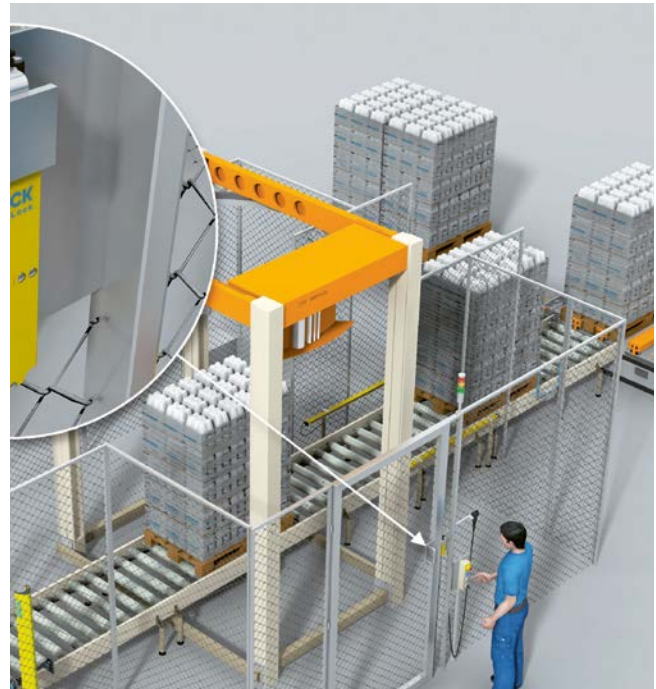


Abbildung 1: Verriegelung einer Schutzeinrichtung mit zeitweiser Verhinderung des Zugangs durch eine Sicherheitszuhaltung

Konkret beschreibt diese internationale Sicherheitsnorm folgende Punkte:

- Funktionsprinzipien und typische Arten von Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen
- Anforderungen für die Gestaltung und die Montage von Verriegelungseinrichtungen
- Methodik zur Auswahl von Verriegelungseinrichtungen
- Methodik zur Bewertung der Anreize zur Umgehung
- Anforderungen zur Verbesserung der Umgehungsvermeidung
- Anforderungen an die Einbindung in der Steuerung sowie
- Anforderungen an die Informationen für den Bediener/Anwender

Wie bereits im Titel der Norm erkennbar, ist der Anwendungsbereich nicht nur auf bewegliche trennende Schutzeinrichtungen beschränkt – er umfasst auch feste trennende Schutzeinrichtungen, die mit Verriegelungseinrichtungen versehen sind. Das scheint auf den ersten Blick etwas widersprüchlich, ist aber sinnvoll, wenn trennende Schutzeinrichtungen verwendet werden, die zwar betriebsmäßig nicht entfernt werden müssen, aber im Bedarfsfall – z. B. bei einer Störung oder für eine Reparatur – einen schnellen Zugang ermöglichen müssen.

Der Anwendungsbereich der EN ISO 14119 erstreckt sich auf alle Maschinen, in denen verriegelte trennende Schutzeinrichtungen (z. B. Schutztüren) eingesetzt werden. Sofern eine C-Norm für eine bestimmte Maschine die Bestimmungen der EN ISO 14119 nicht ergänzt oder ändert, sind die Bestimmungen dieser Sicherheitsnorm maßgeblich für eine Vielzahl von Maschinen, z. B. in Anlagen der Fabrik- und Logistikautomation. Auf Grund der breitflächigen Anwendbarkeit ist der neuen Norm sehr große Bedeutung beizumessen.

Die Änderungen und Ergänzungen gegenüber der alten EN 1088:2008 haben für den Anwender eine Reihe relevanter Folgen.

## Was ändert sich? Unterschiede zwischen EN ISO 14119 und EN 1088

Verglichen mit der europäischen EN 1088:2008 erfolgte in der jetzt internationalen Norm EN ISO 14119:2013 eine grundlegende Überarbeitung wesentlicher Inhalte (vgl. Abbildung 2).












Die wichtigsten Änderungen betreffen folgende Punkte:

- Verbesserte Struktur als Ergebnis der Definition und Differenzierung von vier Bauarten von Verriegelungseinrichtungen
- Beschreibung von Verriegelungs-Technologien sowie deren jeweiligen Vor- und Nachteilen (Anhänge A bis E)
- Definition und Berücksichtigung von „Umgehen in vernünftigerweise vorhersehbarer Weise“
- Bewertung des Anreizes zur Manipulation / Umgehung (Anhang H)
- Erforderliche Maßnahmen zur Verringerung des möglichen Umgehens
- Berücksichtigung der elektromagnetischen Zuhaltungen (Abschnitt 5.7.3)
- Einführung eines Tests zur Validierung von Zuhaltkräften
- Einbindung in die Steuerung (Anhang G) und Reihenschaltungen (Abschnitt 8.6)
- Einführung eines neuen Symbols für die Kontakte der Zuhaltungsüberwachung

Dieser Artikel beleuchtet im Folgenden die oben genannten Neuerungen, die für die Anwender (Maschinenhersteller) sehr bedeutsam sind, und stellt heraus, welche neuen Implikationen sich daraus ergeben.

### Anwendungsbereich und Begriffe

Grundsätzlich richtet sich auch die neue Norm an Hersteller und Anwender von Verriegelungseinrichtungen. Der Anwendungsbereich für die EN ISO 14119:2013 ist gegenüber der EN 1088:2008 nur in zwei Punkten ergänzt worden. Neben den klassischen

Bezeichnung	Betätigung		Betätiger		SICK-Produkt
	Prinzip	Beispiel	Prinzip	Beispiele	Beispiel
Bauart 1	Mechanisch	Physischer Kontakt, Kraft, Druck	Nicht codiert	Schaltnocke	i10P 
				Schaltlineal	i10R 
				Scharnier	i10H 
Bauart 2			Codiert	Geformter Betätiger (Schaltzunge)	i16S 
				Schlüssel	-
Bauart 3	Berührungslos	Induktiv	Nicht codiert	Geeignete ferromagnetische Stoffe	IN4000 
		Magnetisch		Magnete, Elektromagnete	MM12 <sup>1)</sup> 
		Kapazitiv		alle geeigneten Stoffe	CM18 <sup>1)</sup> 
		Ultraschall		alle geeigneten Stoffe	UM12 <sup>1)</sup> 
		Optisch		alle geeigneten Stoffe	WT 12 <sup>1)</sup> 
Bauart 4		Magnetisch	Codiert	Codierter Magnet	RE11 
		RFID		Codierter RFID-Transponder	TR4 Direct 
		Optisch		Codierter optischer Betätiger	-

1) Diese Sensoren sind nicht für Sicherheitsanwendungen entwickelt. Bei der Anwendung in Verriegelungseinrichtungen muss der Konstrukteur mögliche systematische Ausfälle und Fehler mit gemeinsamer Ursache sehr sorgfältig berücksichtigen und zusätzliche geeignete Maßnahmen treffen.

Abbildung 2: Typen (Bauarten von Verriegelungseinrichtungen nach EN ISO 14119:2013

Verriegelungseinrichtungen wurden auch Verriegelungseinrichtungen mit elektromagnetischer Zuhaltung berücksichtigt. Dies wird nicht explizit im Anwendungsbereich erklärt, erfolgt aber durch deren Aufnahme im neuen Abschnitt 5.7.3. Neu mit aufgenommen sind außerdem die Anforderungen hinsichtlich der Verringerung der Manipulationsmöglichkeiten, d. h. der bewussten und vernünftigerweise vorhersehbaren Umgehung. Zu bemerken ist, dass die Norm zwar auf Schlüsseltransfersysteme anwendbar ist, aber nicht alle erforderlichen Produkthanforderungen enthält. Dieses soll in einem separaten Normungsdokument noch erfolgen.

Bei den Definitionen sind einige Begriffe hinzugekommen und andere wurden präzisiert. Das betrifft insbesondere die Definition der Verriegelungseinrichtung und deren Elemente, der Kodierung von Betätigern sowie die daraus resultierende Klassifizierung in vier Bauarten. Bei der Kodierung von Betätigern und unabhängig der verwendeten Technologie wird in EN ISO 14119 zum ersten Mal eine Einteilung der Kodierungstiefen vorgenommen. Wenn die Variantenanzahl der Betätiger zwischen 1 und 9 liegt wird dies als Kodierung der niedrigen Stufe definiert. Bei 10 bis 1000 Varianten spricht die Norm von der mittleren Stufe der Kodierung. Die hohe Kodierungsstufe erfordert mehr als 1000 Varianten. Diese Grenzwerte zur Darstellung der Kodierungstiefe wurden in Rücksprache mit verschiedenen Herstellern praxisgerecht festgelegt.

Der weit verbreitete Begriff „Sicherheitsschalter“ wird in der Norm nicht verwendet, da es aufgrund der Vielzahl von Technologien und Ausführungen von geeigneten Sensoren für Verriegelungseinrichtungen nicht möglich ist, gemeinsame Anforderungen zu definieren. Unabhängig von der jeweils angewandten Technologie (mechanisch, elektrisch, pneumatisch, hydraulisch) gelten folgende Begriffsbestimmungen:

- Eine Verriegelungseinrichtung besteht aus mindestens einem Betätiger und einem Positionsschalter.
- Ein Positionsschalter besteht aus einem Betätigungssystem und einem Ausgangssystem.
- Die neuen Anhänge A bis E beschreiben die verschiedenen Bauarten von Verriegelungseinrichtungen, deren Vor- und Nachteile und zeigen verschiedene Applikationsbeispiele.

Je nach Technologie des verwendeten Positionsschalters und der Anforderungen der funktionalen Sicherheit sind ein oder mehrere Verriegelungseinrichtungen für eine trennende Schutzeinrichtung notwendig.

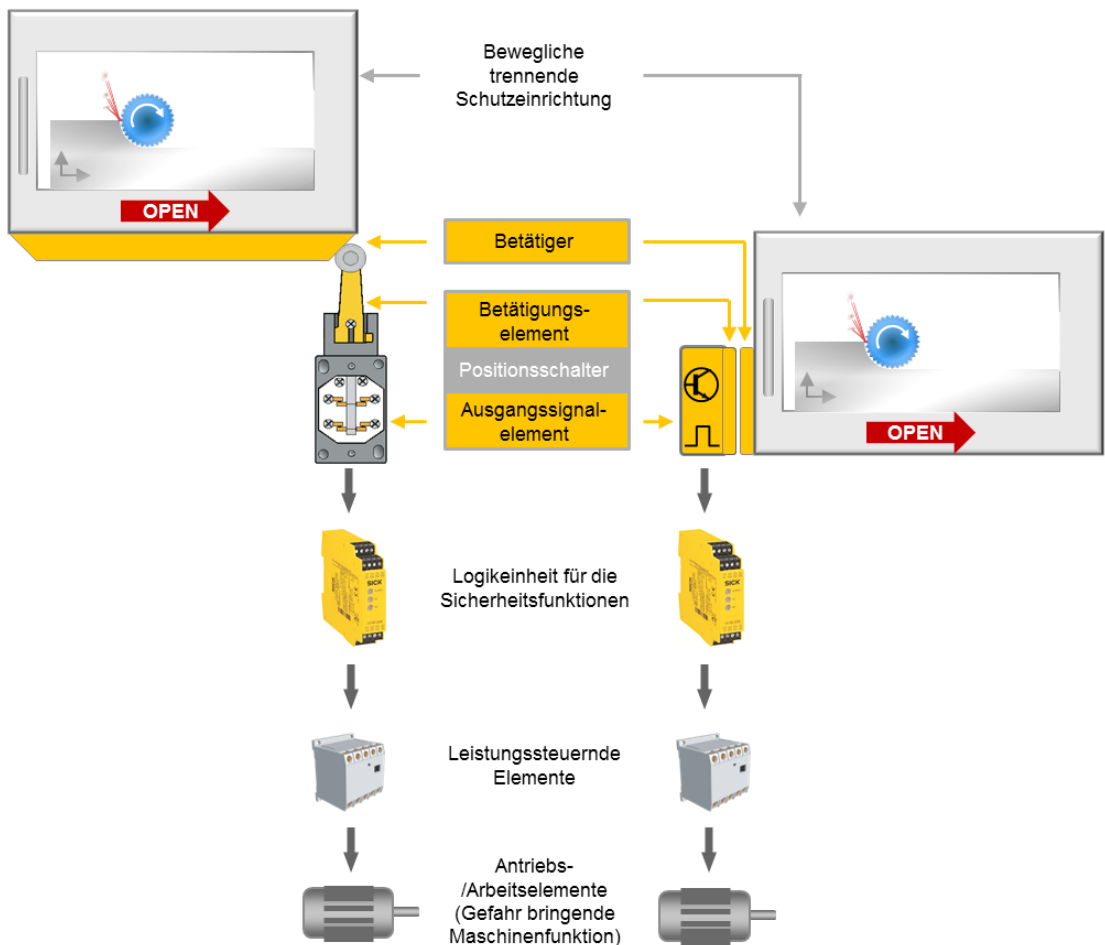


Abbildung 3: Beispiele für Verriegelungen Bauart 1 (links) und Bauart 3 (rechts).

## Generelle Prinzipien von Verriegelungen

Verriegelung sind Einrichtungen, die die Position (Schutzstellung) einer trennenden Schutzeinrichtung überwachen und den Betrieb einer Gefahr bringenden Maschinenfunktion verhindern, wenn die Schutzeinrichtung sich nicht in der Schutzstellung, d. h. montiert und geschlossen, befindet. Dies geschieht entweder durch Verhindern des Ingangsetzens, solange die Schutzeinrichtung nicht in der Schutzstellung (also geschlossen) ist, oder durch das Auslösen eines Haltbefehls, wenn die Schutzeinrichtung geöffnet wird. Wenn eine bewegliche trennende Schutzeinrichtung geöffnet wird und Gefahr bringende Maschinenfunktionen bereits stattfinden, müssen diese rechtzeitig angehalten werden, bevor die Person die entsprechenden Gefahrstellen erreicht. Dieses Anhalten benötigt eine gewisse Zeit - die so genannte „Anhaltezeit“. Diese hat Einfluß auf den notwendigen Mindestabstand zwischen der Gefahrstelle und der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (siehe EN ISO 13855).

In der Praxis ist die Realisierung des Mindestabstandes an Maschinen nicht immer möglich. In solchen Fällen muss der Zugang zu den Gefahrenstellen so lange verhindert werden, bis keine Gefahr bringenden Maschinenfunktionen stattfinden. Dafür ist das Öffnen der trennenden Schutzeinrichtungen mittels Zuhaltungen zu blockieren, die entsprechend der EN ISO 14119 auszuwählen sind. Zuhaltungen können integrierter Bestandteil einer Verriegelungseinrichtung oder getrennt ausgeführt sein.

Eine Zuhaltung, die jederzeit von einer Person (z. B. dem Maschinenbediener) entsperrt werden kann, wird als Zuhaltung ohne Bedingung bezeichnet. Hier ist es wichtig dass dieser Vorgang eine entsprechende Zeit benötigt, damit die Zugriffszeit größer ist als die Anhaltezeit. Wenn aber das Entsperrn der trennenden Schutzeinrichtung nur dann möglich ist, wenn eine Bedingung erfüllt ist, z. B. Stillstand einer Gefahr bringenden Bewegung, wird dieses in der Norm als Entsperrung mit Bedingung bezeichnet.

Die Sperrung und Entsperrung können entweder durch die gesteuerte Zuführung von Energie (elektrisch, pneumatisch, hydraulisch) oder durch gespeicherte Energie erfolgen (Federkraft).

Die Entsperrung der Zuhaltung durch Energie kann wie folgt durchgeführt werden:

- Zeitgesteuert: Bei Verwendung eines Zeitschalters darf ein Ausfall dieser Einrichtung die Verzögerungszeit nicht vermindern.
- Automatisch: Nur wenn keine Gefahr bringender Maschinenzustand besteht (z. B. durch Stillstandswächter).
- Manuell: Die Zeit zwischen Entsperrung und Öffnung der trennenden Schutzeinrichtung muss größer als die Anhaltezeit der Gefahr bringenden Maschinenfunktion sein.

### Auswahl der richtigen Verriegelungseinrichtung

Ob eine trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelung mit oder ohne Zuhaltung versehen werden muss hängt davon ab ob der Mindestabstand nach EN ISO 13855 realisiert werden kann. Die möglichen mechanischen Belastungen müssen sorgfältig betrachtet werden. Gemäß EN ISO 14119 müssen neben den klassischen statischen Belastungen auch dynamische Belastungen bei der Auswahl von Verriegelungseinrichtung berücksichtigt werden. Hierzu zählen beispielsweise Vibrationen an Verriegelungseinrichtungen von Bauart 2 an geschlossenen Schutztüren oder mechanisches Prellen bei hohen Betätigungsgeschwindigkeiten. Bei umweltbedingten Belastungen (z. B. durch abrasive Stäube, Späne oder andere Partikel) fordert die neue Norm die zusätzliche Betrachtung eines möglichen Ausfalls von mechanisch betätigten Verriegelungseinrichtungen und entsprechende Gegenmaßnahmen wie z.B. verdeckten Einbau.

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von elektromagnetischen Zuhaltungen, deren Zuhaltkraft durch Elektromagneten erzeugt wird. Elektromagnetische Zuhaltungen sind in der EN ISO 14119:2013 neu aufgenommen worden und für sie gelten zusätzliche Anforderungen.

### Zwangläufige Betätigung und Zwangsöffnung

Eine wichtige Anforderung an mechanischen Verriegelungseinrichtungen ist die zuverlässige Betätigung. Bei der zwangläufigen Betätigung werden die beweglichen mechanischen Bauteile der Verriegelung zwangläufig durch die mechanischen Bauteile der trennenden Schutzeinrichtung mitbewegt (z. B. bei einer Schutztür). Realisiert wird das entweder durch direkten Kontakt oder durch starre Teile. Die zwangläufige Betätigung einer Verriegelungseinrichtung stellt die Betätigung des Positionsschalters beim Öffnen der trennenden Schutzeinrichtungen sicher und verringert die Manipulationsmöglichkeiten.

Ein Kontaktelement ist zwangsöffnend, wenn die Trennung der Schaltkontakte unmittelbar durch eine definierte Bewegung des Betätigungssystems durch nicht-elastische Teile, z. B. Federn, erfolgt. Die Anwendung von zwangsöffnenden Kontakten von mechanisch betätigten Positionsschaltern stellt sicher, dass die Trennung des elektrischen Stromkreises auch bei Kontaktverschweißen oder anderen elektrischen Fehlern noch ausgeführt wird.



Abbildung 4: Kennzeichnung von zwangsöffnenden Kontakten gemäß EN 60947-5-1 Anhang K

Die EN ISO 14119 fordert, dass bei Verwendung von mechanisch betätigten Verriegelungseinrichtungen (Bauart 1 oder 2) mindestens eine davon die Anforderungen der zwangsläufigen Betätigung und der Zwangsöffnung erfüllt. Ist eine Verriegelungseinrichtung Bauart 3 oder 4 die einzige Verriegelungseinrichtung an einer trennenden Schutzeinrichtungen, dann muss diese die Anforderung von IEC 60947-5-3 erfüllen. Die Verwendung von zwei redundanten elektronischen Ausgängen bei berührungslosen Positionsschaltern gilt als gleichwertig zur Zwangsöffnung, wenn diese entsprechend überwacht werden.

### Montage: Befestigung und Arten von Betätigern

Eine korrekte Befestigung ist eine grundlegende Anforderung an Verriegelungseinrichtungen. Daher unterscheiden sich die Anforderungen an die Befestigung in der neuen Norm nicht von denen der früheren Norm. Allerdings wird zwischen Schaltnocken-Schaltlineale und anderen Betätigerarten (mechanisch oder berührungslos) unterschieden, da diese Elemente von den Maschinenherstellern stammen und nicht von den Herstellern der Positionssensoren. Während die EN 1088 den Positionsgeber als mechanischen Anschlag verbietet, ist dieses in der neuen EN ISO 14119 erlaubt – allerdings unter den Bedingungen, dass dies vom Hersteller ausdrücklich angegeben wird und die Positionsgeber gemäß den Herstellerangaben verwendet werden. Anforderungen an die korrekten Abständen zu den Gefahrstellen sind zwar nicht Teil des Anwendungsbereichs der Norm, jedoch ist deren Einhaltung nur bei korrekter Ausführung der Verriegelungseinrichtung möglich. Die EN ISO 14119 fordert die Schutzwirkung der trennenden Schutzeinrichtung bei jeder Stellung, außer derjenigen die einen Zustandswechsel beim Positionsgeber bewirkt. Die Sicherheitsabstände gemäß EN ISO 13857 bzw. die Mindestabstände gemäß EN ISO 13855 sind einzuhalten.

### Besonderheiten von Zuhaltungen

Für sicherheitstechnische Anwendungen sind grundsätzlich Zuhaltungen zu verwenden, die durch gesteuerte Zuführung von Energie entsperren werden. Nur wenn aufgrund der Risikobeurteilung die Anwendung dieser Zuhaltungsart nicht möglich ist, darf gemäß EN ISO 14119 eine Entsperrung durch Federkraft angewendet werden. Diese muss jedoch das gleiche Sicherheitsniveau aufweisen.

Wenn Zuhaltungen für den Personenschutz wie auch zum Schutz von Maschinen, Werkstücken oder Prozessen verwendet werden, sind gemäß der neuen Norm die Anforderungen des Personenschutzes vorrangig.

Das Ausgangssystem der Stellungsüberwachung der trennenden Schutzeinrichtungen wie auch das der Zuhaltungsüberwachung müssen für die Anwendung an Steuerungen nach EN ISO 13849-1 oder EN 62061 (IEC 62061) kompatibel sein. Somit ist es für den Hersteller unbedingt notwendig, erforderliche sicherheitstechnische Kenngrößen wie B10d oder MTTFd anzugeben.

Während die EN 1088 bei Zuhaltungen mit Entsperrung durch gesteuerte Energie grundsätzlich eine manuelle Entriegelung mit Hilfe eines Werkzeuges vorschrieb, wird in der neuen Norm diese Anforderung nicht mehr gestellt. Wenn aber im Notfall eine manuelle Entriegelung erforderlich sein sollte, muss die angewendete Zuhaltung diese Funktionalität beinhalten. Hierbei ist zu beachten, dass in den seltensten Fällen eine Risikobeurteilung diese Notwendigkeit ergibt. Neu in der EN ISO 14119 sind die Anforderungen an Hilfs- und Notentriegelungen.

Wie bereits dargestellt wurden die elektromagnetischen Zuhaltungen in den Anwendungsbereich aufgenommen. Die neue Norm beinhaltet hierzu spezielle Anforderungen: Die Zuhaltkraft muss überwacht werden, um sicherzustellen, dass die erforderliche Zuhaltkraft für die Applikation erreicht wird. Zur Orientierung bei der Festlegung der erforderlichen Zuhaltkraft kann die Tabelle im Anhang I herangezogen werden. Sie zeigt Beispiele für maximale Betätigungskräfte bei typischen Betätigungen von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen. Die Freigabe Gefahr bringender Maschinenfunktionen durch eine elektromagnetische Zuhaltung darf nur erfolgen, wenn sich die trennende Schutzeinrichtung in Schutzstellung befindet und die erforderliche Zuhaltkraft erreicht wird.

Im Gegensatz zu einer mechanischen Zuhaltung kann eine elektromechanische Zuhaltung überwunden werden, ohne dass sie dabei beschädigt oder zerstört wird. Die Kraft die einwirkt muss nur höher sein als die Zuhaltkraft. Das ist unter Zuhilfenahme einfacher Hilfsmittel möglich und stellt die Gefahr der Umgehung dar. Die EN ISO 14119 fordert in einem solchen Fall, dass das Wiedereingangssetzen der Gefahr bringenden Maschinenfunktionen nicht unmittelbar erfolgen darf. Ziel dieser Anforderung ist es sicherzustellen, dass das Wiedereingangssetzen nach einer derartigen Umgehung einen Zeitaufwand erfordert, der der Reparatur einer beschädigten mechanischen Zuhaltung entspricht.

Gemäß EN ISO 14119 kann dies durch eine der folgenden Maßnahmen erreicht werden:

- Aktivierung einer eingebauten Rücksetzsperrung mit einer 10 min. Verzögerung
- Erzeugung eines Störzustandes, welcher nur durch Reparatur oder Ersatz der Zuhaltung beendet werden kann
- Maßnahmen in der Maschinensteuerung, die eine ähnliche Verzögerung bewirken

Weiterhin neu in EN ISO 14119 ist die Anforderung der Prüfung der Zuhaltkraft unabhängig der eingesetzten Technologie. Die neue Norm schreibt auch einen entsprechenden Sicherheitskoeffizienten vor. So soll die Zuhaltkraft der eingesetzten Zuhaltung mindestens das 1,3-fache der für die Applikation erforderlichen Zuhaltkraft aufweisen.



**Verringerung der Umgehungsmöglichkeiten**

Die in der EN 1088 gestellten Anforderungen zur Verringerung der Umgehungsmöglichkeiten von Verriegelungen an trennenden Schutzeinrichtungen werden in der EN ISO 14119 in generelle und zusätzliche Designmaßnahmen aufgeteilt.

Die neue Norm gibt auch eine Methodik zu Bewertung des Umgehungsanreizes und zur Auswahl der erforderlichen zusätzlichen Maßnahmen an die Hand. Zuerst muss der Normenanwender die grundsätzlichen Designmaßnahmen zur Verringerung der Umgehung von Verriegelungen anwenden. Die in der EN 1088 angegebenen Maßnahmen für verschiedene Verriegelungsarten werden in der neuen Norm zusammengefasst. In einem weiteren Schritt muss der Normenanwender bewerten, wie hoch der Anreiz für die Umgehung der Verriegelung ist. Hierzu hat die EN ISO 14119 die vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV/IFA) entwickelte Methodik in den informativen Anhang H übernommen und zeigt zusätzlich ein Bewertungsbeispiel (<http://www.dguv.de/ifa/Praxishilfen/Bewertungsschema-für-Manipulationsanreize/index.jsp>).

Falls die Bewertung des Umgehungsanreizes zeigt, dass das Risiko der Umgehung zusätzliche Maßnahmen erfordert, beschreibt die neue Norm diese Maßnahmen im Abschnitt 7.2 und stellt in Tabelle 3 die relevanten Mindestanforderungen zusammen.

Prinzipien und Maßnahmen	Bauart 1* und Bauart 3	Bauart 1**	Bauart 2 und Bauart 4 mit Kodierungsstufe			Schlüsseltransfer- Systeme mit Kodierungsstufe	
			niedrig	mittel	hoch	mittel	hoch
Montage ausserhalb der normalen Reichweite	X		X	X			
Schlechte Zugänglichkeit, Abschirmung							
Verdeckte Montage							
Zustandsüberwachung oder zyklische Testung							
Unlösbare Befestigung von Geber und Betätiger							
Unlösbare Befestigung des Positionsgebers		M				M	M
Unlösbare Befestigung des Betätigers		M	M	M	M	M	M
Zusätzliche Verriegelung mit Plausibilitätscheck	R		R	R			

X = Die Anwendung mindestens einer der aufgeführten Maßnahmen ist erforderlich

M = Die Anwendung dieser Maßnahme ist erforderlich

R = Die Anwendung dieser Maßnahme wird empfohlen

\* ausgenommen Scharnierschalter

\*\* nur Scharnierschalter

**Anmerkung 1:** Tabelle 3 soll für die Auswahl der geeigneten Maßnahmen gegen Umgehen von Verriegelungseinrichtungen verwendet werden. Gemäß der Risikobewertung der Anwendung kann mehr als eine der angegebenen Maßnahmen erforderlich sein

**Anmerkung 2:** Wenn die Anzahl der Schlüssel die innerhalb eines Werkes verwendet wird bekannt ist, kann die Kodierung der Betätiger als ausreichende Maßnahme unter den folgenden Bedingungen verwendet werden:

- die Kodierung ist auf dem Gerät angegeben ist und jeder Verriegelungseinrichtung hat eine andere Kodierung
- die Betätiger weisen eine mittlere oder hohe Kodierungsstufe auf

**Anmerkung 3:** Eine klare Unterscheidung zwischen der Kodierungsstufe von Schlüsselbetätigern und den „Riegel-oder Rastmechanismen“ eines Schlüsseltransfer-System ist notwendig. Diese Tabelle bezieht sich ausschließlich auf die Kodierung von Schlüsselbetätigern.

**Anmerkung 4:** Maßnahmen in Übereinstimmung mit Tabelle 3 stellen nur die Mindestanforderungen dar.

Abbildung 5: Tabelle 3 von EN ISO 14119, mod. Zusätzliche Maßnahme zur Verringerung der Umgehungsmöglichkeiten von Verriegelungseinrichtungen

**Anforderungen an Steuerungen**

Eine der wesentlichen Neuerungen der EN ISO 14119 ist die Präzisierung von Anforderungen an die Steuerungen, die die Ausgänge von Verriegelungseinrichtungen auswerten bzw. umsetzen. Die Norm stellt klar, dass Verriegelungseinrichtungen an trennenden Schutzeinrichtungen und Zuhaltungen, entweder sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen sind (EN ISO 13849-1), oder dass sie als Subsysteme Teil eines sicherheitsbezogenen elektrischen Steuerungssystems sind (EN IEC 62061). Dadurch können Fehlinterpretationen vermieden werden.



### Präzisierung bei Fehlerausschlüssen

Das häufig angesprochene Thema der möglichen Fehlerausschlüsse wird so weit wie möglich in der neuen Norm präzisiert. Der Normenanwender muss dabei bedenken, dass eine B-Norm nur generelle Anforderungen und Aussagen treffen kann, die für die meisten Maschinen anwendbar sind. Wenn das erforderliche Zuverlässigkeitsniveau einer Steuerung PL e oder SIL3 erreichen soll, dann darf die Sicherheitsfunktion beim Auftreten eines einzelnen Fehlers nicht ausfallen. Es ist nach der neuen Norm normalerweise nicht zu rechtfertigen, dass bestimmte Fehler, wie z. B. ein gebrochener Betätiger, ausgeschlossen werden. Dennoch sind Fehlerausschlüsse gemäß EN ISO 13849-2 zulässig. Die gleichen Anforderungen sind bei PL d oder SIL2 zu beachten. In der Praxis bedeutet dies, dass im Normalfall zwei Verriegelungseinrichtungen erforderlich sind, um die Anforderungen von PL e oder SIL3 zu erfüllen. Bei PL d und SIL2 kann eine einzelne Verriegelungseinrichtung ausreichen, wenn eine Fehlerbetrachtung gemäß EN ISO 13849-1 oder EN IEC 62061 die entsprechenden Fehlerausschlüsse zulässt.

### Funktionsfähigkeit bei seltener Betätigung

Ebenfalls neu in der Norm EN ISO 14119 sind Anforderungen zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Verriegelungen von trennenden Schutzeinrichtungen, die selten betätigt werden. Bei solchen Schutzeinrichtungen besteht die Gefahr, dass in der Zeit zwischen zwei Betätigungen eine Anhäufung von Fehlern zum Ausfall der Sicherheitsfunktion führt. Wenn daher manuelle Funktions-tests erforderlich sind (um eine solche Anhäufung zu vermeiden), müssen diese innerhalb der folgenden Intervalle ausgeführt werden:

- 1 x pro Monat bei Anwendungen mit PL e (nach EN ISO 13849-1) oder SIL 3 (nach EN 62061)
- 1 x pro Jahr bei Anwendungen mit PL d und Kategorie 3 (nach EN ISO 13849-1) oder SIL2 mit HFT=1 (hardware fault tolerance nach EN 62061)

Es wird empfohlen, die Auslösung der erforderlichen Tests durch die Maschinensteuerung anzuzeigen und diese so zu gestalten, dass ein Wiedereingangssetzen der Maschine nur nach einem erfolgreichen Test möglich ist.

### Fehler mit gemeinsamer Ursache

Bei der Vermeidung von Ausfällen durch Fehler mit gemeinsamer Ursache beschreibt EN ISO 14119 die klassische Lösung der diversitären Betätigung von redundanten mechanischen Verriegelungseinrichtungen wie bereits in EN 1088. Die neue Norm weist auch konsequent auch auf die Anwendung unterschiedlicher Antriebsenergien hin. Z.B. die Anwendung einer redundanten Verriegelungseinrichtung, bei der ein Kanal direkt auf die hydraulische Kraftübertragung wirkt, während der zweite Kanal durch einen elektronischen Positionsgeber ein weiteres hydraulisches Ventil ansteuert.

### Zuverlässigkeit der Entriegelung

Das erforderliche Zuverlässigkeitsniveau der Entriegelung von Zuhaltungen wird in der neuen Norm in einer Anmerkung beschrieben. Dieses scheint auf den ersten Blick etwas knapp – der Normenanwender sollte jedoch bedenken, dass der sogenannte normative Text einer Norm hauptsächlich Anforderungen beinhalten soll. Die in der Norm enthaltenen, für den Anwender hilfreichen Informationen können aus diesen Grund nur in Form von Anmerkungen ausgeführt werden. Folgende Punkte sind sehr wichtig:

- In den meisten Fällen (nicht immer!) ist der erforderliche PL oder SIL der Zuhaltungsfunktion niedriger als der der Verriegelungsfunktion.
- Die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls der Zuhaltung zum gleichen Zeitpunkt des gewünschten Zugangs kann als sehr niedrig angesehen werden.
- Für die Zuhaltungsfunktion kann in der Regel ein Fehlerausschluss angenommen werden, auch bei erforderlichen PL e.
- Die Tabelle D.8 von EN ISO 13849-2:2013 ist nicht auf Zuhaltungen anzuwenden, da diese nur für Verriegelungseinrichtungen vorgesehen ist.

### Logische Reihenschaltung von Verriegelungseinrichtungen und Fehlermaskierung

Wenn Positionsgeber mit redundanten Kontakten in Reihe geschaltet sind, kann die Erkennung eines Fehlers durch die Betätigung eines beliebigen Schalters zwischen dem Fehler und der angeschlossenen sicherheitsrelevanten Auswertung als sicherheitsbezogenem Teil der Steuerung zurückgesetzt werden. Dieses Phänomen wird Fehlermaskierung genannt. Ist vorhersehbar, dass während einer Fehlersuche durch den Maschinenbediener eine Schutztür, Wartungsklappe oder andere bewegliche trennende Schutzeinrichtungen, deren Verriegelungen zwischen dem Fehler und dem sicherheitsrelevanten Kontrollsystem angeschlossen sind, betätigt werden, wird der Fehler maskiert. Deshalb muss die entsprechende Verringerung der Fehlererkennungsrate DC (für: Diagnostic Coverage, dt.: Diagnostik-Deckungsgrad) berücksichtigt werden. Ist eine hohe Zuverlässigkeit der Verriegelungsfunktion erforderlich, müssen zusätzliche Maßnahmen zur Fehlervermeidung oder Fehlererkennung getroffen werden.

Vor kurzem wurde der Technische Report ISO TR 24119 herausgegeben. Dieser unterstützt die Normenanwender bei der Bewertung des resultierenden DC Wertes einer logischen Reihenschaltung. Er enthält weitere Informationen sowie zwei Methoden zur Bewertung des Einflusses solcher Reihenschaltungen auf den Diagnostik-Deckungsgrad der gesamten Verriegelungsfunktion.



Abbildung 6: Maschine mit mehreren Türen zur Waferproduktion in einer Elektronikfertigung

## Informationen für Benutzer

Die neue Norm ist als EN ISO 14119:2013 auf Verriegelungseinrichtungen und Zuhaltungen anzuwenden, die aus verfügbaren Komponenten von Maschinenherstellern hergestellt werden, sowie auf Verriegelungseinrichtungen und Zuhaltungen, die als Fertig-Geräte einzeln in Verkehr gebracht werden. Somit sind die hierzu unterschiedlichen Anforderungen in der Norm enthalten. Grundsätzlich sind die Kennzeichnungsanforderungen von EN ISO 12100 anzuwenden. Sind aus Platzgründen diese Anforderungen nicht erfüllbar, muss eine entsprechende Produktkennzeichnung (Name, Logotyp des Herstellers, Typenbezeichnung) auf die Betriebsanleitung verweisen, die die erforderlichen Angaben enthalten muss.

Zur besseren Erkennung der Ausgänge (Kontakte etc.), die die Stellung der Zuhaltung signalisieren (Zuhaltungsüberwachung), wurde ein neues international gültiges Symbol entwickelt:

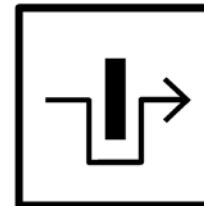


Abbildung 7: Symbol zur Kennzeichnung der Zuhaltungsüberwachung nach EN ISO 14119

Zu den erforderlichen Informationen und Inhalten der Betriebsanleitung (gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42 EG und EN ISO 12100), kommen nach EN ISO 14119 weitere Informationen und Angaben hinzu. Die Wichtigsten sind nachstehend aufgelistet:

- Alle Angaben, die der Anwender für die Bestimmung des Zuverlässigkeitsniveaus PL (nach EN ISO 13849-1) oder SIL (nach EN 62061) benötigt
- Warnungen, wenn eine Zuhaltungseinrichtung keine Not- oder Hilfs- Entriegelung besitzt und Zusatzmaßnahmen hierfür erforderlich sind
- Zuhaltungskraft FZh nach Abschnitt 5.7.4
- Zulässiger Betätigungsweg
- Maximal zulässige Stoßenergie in J, wenn die Verriegelungseinrichtung als Anschlag benutzt werden darf
- Maximaler Schaltstrom (Spitzenwert) und Schaltspannung
- Kodierstufe (hoch-mittel-niedrig)

## Fazit

Die strukturelle und redaktionelle Überarbeitung, die Klärung von Begrifflichkeiten, die praxisnahe Auslegung der bestehenden Inhalte aus der EN 1088 und die Neuerungen machen die EN ISO 14119 praxistauglich und gut umsetzbar. Die neuen Anforderungen für den Maschinenhersteller sind überschaubar. Es überwiegen die Vorteile durch die zahlreichen Konkretisierungen, insbesondere hinsichtlich der Funktionalen Sicherheit und der neuen Technologien.

## REFERENZEN

- EN ISO 14119:2013 „Sicherheit von Maschinen - Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen - Leitsätze für Gestaltung und Auswahl“
- EN 1088 „Sicherheit von Maschinen - Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen - Leitsätze für Gestaltung und Auswahl“
- EN ISO 13855 „Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen“
- EN 60947-5-2 (IEC 60947-5-3) „Niederspannungsschaltgeräte – Steuergeräte und Schaltelemente – Anforderungen für Näherungsschalter mit definiertem Verhalten unter Fehlerbedingungen“
- EN ISO 13857 „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“
- EN 62061 (IEC 62016) „Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer und elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme“
- EN ISO 13849-1 „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze“
- EN ISO 13849-2 „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 2: Validierung“
- EN ISO 12100 „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze Risikobeurteilung und Risikominderung“
- Richtlinie 2006/42/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 „Maschinenrichtlinie“