Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ✔
EN ISO 13849-1:2015 ✔
EN ISO 14119:2013 ✔

Bewährtes bleibt sicher.

Kategorien und Performance Level nach EN ISO 13849-1

EUCHNER
More than safety.

Welchen PL erreiche ich mit welchem Produkt?

		Mechanische Sicherheitsschalter		
		Mit integriertem Betätiger	Mit getrenntem Betätiger	
			ohne Zuhaltung	mit Zuhaltung und Zuhaltungsüberwachung
	Gültig für folgende Produkte	alle Sicherheitsschalter der Bauart 1 NZ, N1A, NB01, NM, ESH	alle Sicherheitsschalter der Bauart 2 NZ.VZ, NX, NM.VZ, NQ, NP, GP, SGP	alle Sicherheitsschalter der Bauart 2 mit Zuhaltungen TZ, TX, TP, TQ, STP, STA, STM, TK*
Berücksichtigung welcher Normen bei der Produktentwicklung?	Die Produkte erfüllen die Anforderungen folgender Normen	▸ EN 60947-5-1, Anhang K zwangsöffnende Kontakte ▸ EN ISO 14119		
		Lösungsbeispiele		
Was wird benötigt, um eine bestimmte Kategorie/PL zu erreichen?	Für Kategorie 1/PL c nach EN ISO 13849-1	▸ 1 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)	▸ 1 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)	▸ 1 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)
	Für Kategorie 3/PL d nach EN ISO 13849-1	**Lösung a)** ▸ 1 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM) ▸ Fehlerausschluss oder **Lösung b)** ▸ 2 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)	**Lösung a)** ▸ 1 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM) ▸ Fehlerausschluss oder **Lösung b)** ▸ 2 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)	**Lösung a)** ▸ 1 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM) ▸ Fehlerausschluss oder **Lösung b)** ▸ 2 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)
	Für Kategorie 4/PL e nach EN ISO 13849-1	▸ 2 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)	▸ 2 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 1 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)	▸ 2 EUCHNER Sicherheitsschalter ▸ 2 Sicherheitsrelais (z.B. ESM)
Erfordert die Lösung einen Fehlerausschluss?	Informationen zum Fehlerausschluss (siehe EN ISO 13849-1 und EN ISO 13849-2)	**Warum ist ein Fehlerausschluss erlaubt?** Lt. Abschnitt 7.3 der EN ISO 13849-1:2015 darf ein Fehlerausschluss gemacht werden. **Wer macht den Fehlerausschluss?** Nur der Konstrukteur einer Maschine/Anlage kann einen Fehlerausschluss vornehmen. **Wie geht man dabei richtig vor?** Schritt 1: Begründen (Warum wurde ein Fehler ausgeschlossen?) Schritt 2: Validieren (Erfüllt die Lösung alle Anforderungen?) Schritt 3: Dokumentieren (Kann jederzeit nachvollzogen werden warum ein Fehlerausschluss gemacht wurde und unter welchen Bedingungen die Lösung das erforderliche Sicherheitsniveau erreicht hat?) **Tipp:** ▸ Verwenden Sie für die o.g. Schritte die Checkliste in diesem Folder ▸ Beim Berechnen und Dokumentieren hilft Ihnen die SISTEMA-Software, diese kann auf der Homepage des IFA heruntergeladen werden.		
Was hilft bei der Validierung?	Grundlegende Dinge, die bei der Konstruktion berücksichtigt werden müssen (s. zusätzlich **EN ISO 14119** und **EN ISO 13849 Teil 1 + 2**)	▸ Sicherheitsschalter nicht als Endanschlag verwenden ▸ Steuernocken und Sicherheitsschalter formschlüssig befestigen ▸ Elektrische Auswertung zweikanalig ausführen	▸ Sicherheitsschalter nicht als Endanschlag verwenden ▸ Betätiger und Sicherheitsschalter formschlüssig befestigen ▸ Betätigerführung und Eintauchtiefe beachten ▸ Elektrische Auswertung zweikanalig ausführen	▸ Sicherheitsschalter nicht als Endanschlag verwenden ▸ Betätiger und Sicherheitsschalter formschlüssig befestigen ▸ Betätigerführung und Eintauchtiefe beachten ▸ Maximale Zuhaltekraft beachten ▸ elektrische Auswertung zweikanalig ausführen

* Produkt besitzt keine Fehlschließsicherung

Berührungslose Sicherheitsstechnik

Magnet-Codierung	Transponder-Codierung		
Systemfamilie CMS (System bestehend aus Lesekopf und Auswertegerät mit Relaisausgängen)	Systemfamilie CES-AZ (System bestehend aus Lesekopf und Auswertegerät mit Relaisausgängen)	Systemfamilien CES-A-.5, CES-AH, CES-AP, CET-AP, CTP-AP, MGB-AP	Systemfamilien CES-AR, CET-AR, CTP-AR, CEM-AR, MGB-...-AR
Auswertegeräte CMS und Sicherheitsrelais ESM mit den entsprechenden CMS-Leseköpfen der Bauart 4	Auswertegeräte CES mit den Leseköpfen CES-A-L... und den Leseköpfen mit Zuhaltung CEM, CET-AX der Bauart 4	Sicherheitsschalter CES-A-.5, CES-AH, CES-AP, Sicherheitsschalter mit Zuhaltung CET-AP, CTP-AP sowie die MGB-AP mit und ohne Zuhaltung der Bauart 4	Sicherheitsschalter CES-AR, ESL-AR, Sicherheitsschalter mit Zuhaltung CET-AR, CEM-AR, CTP-AR sowie die MGB-AR mit und ohne Zuhaltung der Bauart 4
▸ EN 60947-5-2 ▸ EN 60947-5-3 ▸ EN ISO 14119	▸ EN 60947-5-2 ▸ EN 60947-5-3 ▸ EN ISO 14119		
	Lösungsbeispiele		
▸ 1 Lesekopf ▸ 1 Auswertegerät CMS oder 1 Sicherheitsrelais ESM	▸ 1 Lesekopf ▸ 1 Auswertegerät CES	▸ 1 Sicherheitsschalter CES, CTP, CET, MGB	▸ 1 Sicherheitsschalter CES, CET, ESL, CTP, CEM oder 1 MGB
▸ 1 Lesekopf ▸ 1 Auswertegerät CMS oder 1 Sicherheitsrelais ESM*	▸ 1 Lesekopf ▸ 1 Auswertegerät CES	▸ 1 Sicherheitsschalter CES, CTP, CET, MGB	▸ 1 Sicherheitsschalter CES, CET, ESL, CTP,CEM oder 1 MGB
▸ 1 Lesekopf ▸ 1 Auswertegerät CMS oder 1 Sicherheitsrelais ESM*	▸ 1 Lesekopf ▸ 1 Auswertegerät CES*	▸ 1 Sicherheitsschalter CES*, CTP, CET, MGB	▸ 1 Sicherheitsschalter CES, CET, ESL, CTP, CEM oder 1 MGB
	Kein Fehlerausschluss erforderlich		
Wichtig: Das Auswertegerät besitzt Relaiskontakte. Je nach Anwendung kann dies Auswirkungen auf den erreichbaren PL haben. ▸ max. Anzahl der Schaltspiele beachten ▸ Schaltströme begrenzen	**Wichtig:** Das Auswertegerät besitzt Relaiskontakte. Je nach Anwendung kann dies Auswirkungen auf den erreichbaren PL haben. ▸ max. Anzahl der Schaltspiele beachten ▸ Schaltströme begrenzen		

Haftungsausschluss
EUCHNER übernimmt keinerlei Haftung für die Korrektheit, Aktualität, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Schadenersatzforderungen gegen EUCHNER oder ihre Mitarbeiter auf der Grundlage der bereitgestellten Informationen sind ausgeschlossen, außer wenn grobe Fahrlässigkeit oder Vorsatz nachgewiesen werden kann. Alle in diesem Folder bereitgestellten Informationen oder Beispiele entheben den Konstrukteur nicht der ihm obliegenden Risikobewertung oder -analyse.

* abhängig vom verwendeten Produkt

Fehlerausschluss für einen elektromechanischen Sicherheitsschalter mit SISTEMA durchführen

Was ist SISTEMA?

SISTEMA bietet Entwicklern und Prüfern von sicherheitsbezogenen Maschinensteuerungen Hilfestellung bei der Sicherheitsbewertung nach EN ISO 13849-1.
Die Software bietet die Möglichkeit, die Struktur von sicherheitsbezogenen Steuerungsteilen auf Basis der Sicherheitsarchitektur nachzubilden und erlaubt eine automatisierte Berechnung der Zuverlässigkeitswerte.
Das Programm SISTEMA ist Freeware und darf daher frei kopiert und weitergegeben werden. Herausgegeben wurde die Software vom IFA www.dguv.de/ifa.

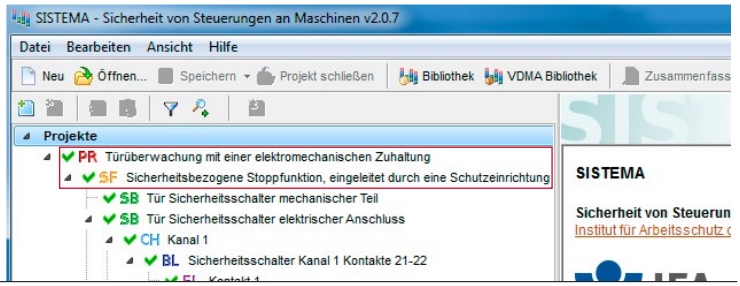
Eine Bibliothek mit Sicherheitskennwerten für EUCHNER Produkte kann unter https://www.euchner.de/de-de/Service/Downloads/Software/Sistema heruntergeladen werden.

Vorraussetzungen/Vorgehensweise

- In diesem Musterprojekt wird nur der Türstellungssensor dargestellt (Eine Logik sowie ein sicherheitstechnischer Ausgang müssen später für die Berechnung des Gesamtsystems ergänzt werden)
- Der elektromechanische Türstellungssensor wird in zwei Subsysteme unterteilt:
  - Subsystem Mechanik mit Fehlerausschluss
  - Subsystem Elektrik, 2-kanalig in Kategorie 3 aufgebaut

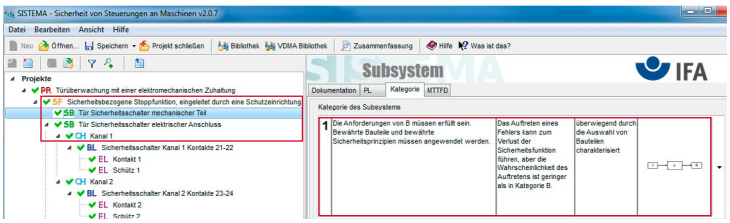
Schritt 1

Neues SISTEMA-Projekt und neue Sicherheitsfunktion anlegen



Schritt 2

Ein Subsystem für den mechanischen Teil des Schalters anlegen. Die Mechanik ist einkanalig, Kategorie 1

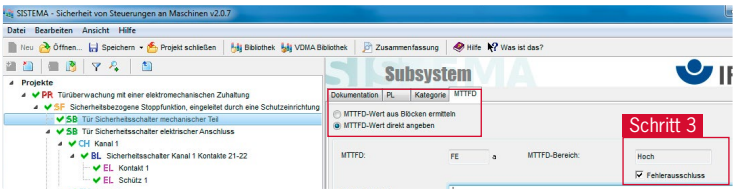


Schritt 2

Schritt 3

Für den Teil Mechanik wird ein Fehlerausschluss auf Subsystem eingegeben

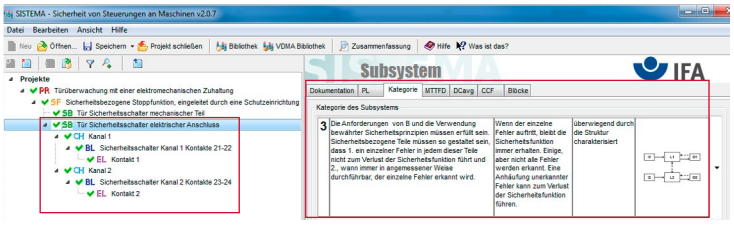
Tipp:
Zur Dokumentation des Fehlerausschlusses kann die umseitige Checkliste in SISTEMA eingebunden werden (z.B. als PDF-Datei).



Schritt 4

Ein Subsystem für den elektrischen Teil des Sicherheitsschalters anlegen

- Die elektrische Anschaltung ist zweikanalig, Kategorie 3



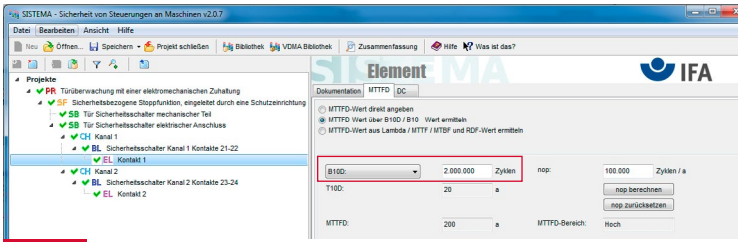
Schritt 4

Schritt 5

B_{10D} des gewählten Sicherheitsschalters eingeben

- Die Kontakte werden einzeln mit dem B_{10D} des gewählten Sicherheitsschalters berechnet

Hinweis:
Der PL e sollte bei der Absicherung von Schutztüren nicht auf einem Fehlerausschluss basieren!



Schritt 5

Fehlerausschluss an einem elektromechanischen Sicherheitsschalter mit und ohne Zuhaltung

Beachten Sie Folgendes wenn Sie mit Fehlerausschlüssen arbeiten:

- Der Fehlerausschluss sollte auf die mechanischen Teile eines Schalters beschränkt bleiben.
- Der elektrische Anschluss sollte der geforderten Kategorie genügen (vgl. EN ISO 13849-1:2015, Abschnitt 7.3: „Wenn Fehler ausgeschlossen werden, muss eine genaue Begründung in der technischen Dokumentation gegeben werden." und EN ISO 13849-1:2015, Abschnitt 8: „Die Gestaltung eines SRP/CS muss validiert werden ... . Die Validierung muss zeigen, dass die Kombination für jede Sicherheitsfunktion des SRP/CS die entsprechenden Anforderungen dieses Teils der EN ISO 13849 erfüllen.")
- Zur Erfüllung dieser Forderung muss die EN ISO 13849-2 herangezogen werden.

Checkliste

1.

Erfüllt? ☐

Werden die Anforderungen der Kategorie B an die Sicherheitsbauteile erfüllt?
Hält der Sicherheitsschalter den zu erwartenden Kräften an der Schutztür stand?

Hinweise: Es können statische Kräfte und dynamische Kräfte auftreten. Statische Kräfte entstehen bspw. durch Ziehen am Türgriff, bei dem u. U. über einen Hebel sehr große Kräfte auf den Schalter einwirken können. Dynamische Kräfte entstehen bspw. durch Zuschlagen der Tür.

- **Werden diese Kräfte bspw. bei Dejustage der Türführung auf den Kopf des Sicherheitsschalters eingeleitet (Betätiger trifft an falscher Stelle auf oder Kopf dient als Endanschlag)?**
- **Können durch Zurückschlagen der Tür bei bereits geschlossener Zuhaltung Kräfte entstehen, die oberhalb der Zuhaltekraft des Sicherheitsschalters liegen?**

Siehe hierzu den Abschnitt D.8 Elektromechanische Positionsschalter, Handschalter und Anhang A Möglichkeiten zur Validierung mechanischer Systeme EN ISO 13849-2:2013
Siehe hierzu auch EN ISO 13849-2:2013 Tabelle A.1 und Tabelle A.4
In der EN ISO 13849-2 Tabelle D.8 wird erwähnt, dass der Fehlerausschluss „mechanischer Fehler" für den PL e nicht zulässig ist. Die EN ISO 14119:2013 fordert im Abschnitt 6.2.2 die Berücksichtigung dynamischer Kräfte.

2.

Erfüllt? ☐

Ist der Sicherheitsschalter gegen Kräfte, die von außen einwirken können, geschützt?

Hinweise: Kann bspw. ein Gabelstapler den Sicherheitsschalter beschädigen?
Sind Kräfte, die dynamisch auf den Schalter einwirken, ausreichend begrenzt?
Siehe hierzu den Abschnitt 6.2.2 EN ISO 14119:2013

3.

Erfüllt? ☐

Ist die Verdrahtung entsprechend der gewählten Kategorie ausgeführt?

- **Ist die Verdrahtung gegen Querschluss geschützt oder wird jeder Fehler erkannt?**
- **Ist die Verdrahtung gegen Erdschluss geschützt oder wird jeder Fehler erkannt?**

Siehe hierzu den Tabelle D.4 Leitungen/Kabel EN ISO 13849-2:2013
Siehe hierzu den Tabelle D.6 Klemmstellen EN ISO 13849-2:2013
Siehe hierzu den Tabelle D.7 Mehrpolige Steckverbindungen EN ISO 13849-2:2013

4.

Erfüllt? ☐

Ist die Diagnose ausreichend hoch?

Hinweise: Da kein zweiter Schalter zum Vergleich des Zustands zur Verfügung steht, können nicht alle Fehler erkannt werden. Bspw. kann, wenn nur eine Mantelleitung zum Schalter geht, nicht jeder Kurzschluss erkannt werden.

- **Ist dies im Diagnosedeckungsgrad berücksichtigt worden?**

5.

Erfüllt? ☐

Zusätzliche Maßnahmen (kein Einfluss auf den Performance Level):
Sind die Hinweise zur Manipulation von Verriegelungseinrichtungen nach EN 14119 beachtet worden?
Siehe hierzu Abschnitt 7 der EN ISO 14119:2013
Geeignete Maßnahmen als Schutz vor Umgehen einer Sicherheitseinrichtung können z.B. die Folgenden sein:

- Verdeckter Einbau
- Unlösbar befestigter Betätiger
- Individuelle Kodierung des Betätigers
- Steuerungstechnische Maßnahmen wie zyklische Überprüfung des Schaltens
- Unterschiedliche Betriebsarten

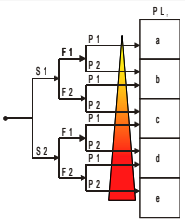
Diese Checkliste enthält nur Beispiele und ist keineswegs als vollständig zu betrachten. Die Firma EUCHNER übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler in dieser Darstellung. Die Anwendung dieser Checkliste entbindet den Anwender nicht von einer Überprüfung der eigenen Applikation eines Sicherheitsschalters mit oder ohne Zuhaltung.

Schrittweises Vorgehen zur Ermittlung des Systemverhaltens eines SRP/CS

1. Bestimmung des erforderlichen PL (PL_r) nach EN ISO 13849-1, Anhang A

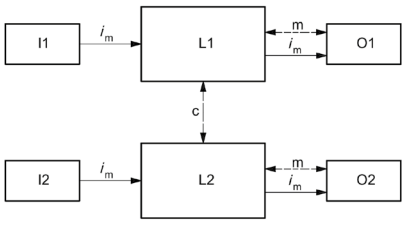
- Risiko ermitteln (Risikograf benutzen oder, falls zutreffend, C-Norm berücksichtigen)
- (Konstruktive) Lösung erarbeiten
- Restrisiken dokumentieren und in Benutzerinformation darauf hinweisen

Risikograf



2. Struktur ermitteln (Kategorie)

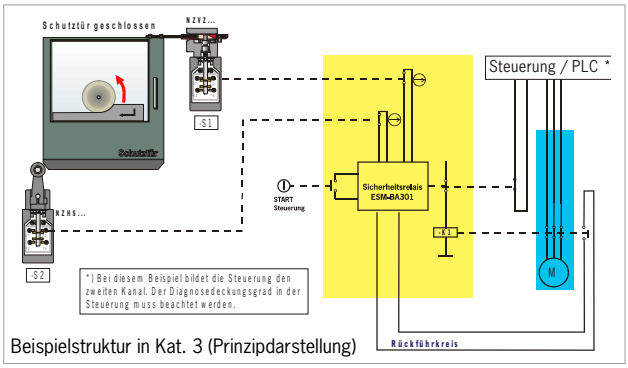
- Es muss eine Struktur gefunden werden, mit der das ermittelte Risiko minimiert wird



Die gestrichelten Linien zeigen die vernünftigerweise durchführbare Fehlererkennung.

Legende

i_m	Verbindungsmittel
c	Kreuzvergleich
I1, I2	Eingabeeinheiten, z.B. Sensor
L1, L2	Logik
m	Überwachung
O1, O2	Ausgabeeinheiten, z.B. Hauptschutz



Beispielstruktur in Kat. 3 (Prinzipdarstellung)

3. $MTTF_D$ Werte für Elektromechanik ermitteln

- B_{10D} Wert für die Berechnung der $MTTF_D$ verwenden. Die Werte für jedes Sicherheitsbauteil bekommen Sie in der Regel vom Bauteilhersteller, andernfalls aus Tab. 1, Anhang C der Norm.
- Es müssen Annahmen getroffen werden, wieviel Zyklen das elektromechanische Sicherheitsbauteil pro Jahr im Mittel schalten wird. Ein Verfahren hierzu ist in Anhang C.4 der Norm zu finden. Hierzu benötigte Werte sind:
  - Anzahl der Tage, an denen die Maschine in Betrieb ist d_{op}
  - Anzahl der Stunden pro Tag, an denen die Maschine läuft h_{op}
  - Mittlere Zeit zwischen dem Schalten des elektromechanischen Sicherheitsbauteils t_{cycle}

Wichtig:

- Der Konstrukteur muss Annahmen machen, wie häufig die Maschine genutzt wird. Er muss annehmen, dass die Maschine dabei voll ausgelastet ist.
- Der $MTTF_D$ Wert muss für jeden Kanal einzeln berechnet werden.

$$n_{op} = \frac{d_{op} \times h_{op} \times 3600\ \frac{s}{h}}{t_{cycle}} \qquad MTTF \approx \frac{B_{10D}}{0{,}1 \times n_{op}} \qquad \frac{1}{MTTF_D} = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{MTTF_{Di}}$$

4. Mittleren Diagnosedeckungsgrad (DC_{avg}) betrachten

- Der DC muss erst ab Kategorie 2 berücksichtigt werden
- Zur Abschätzung des Diagnosedeckungsgrades kann Anhang E der EN ISO 13849-1:2015 und Anhang E der EN ISO 13849-2:2013 benutzt werden
- Der DC muss für jedes Glied der Kette einzeln bestimmt werden
- Der DC_{150} wird aus den einzelnen DCs errechnet.

$$DC_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{D1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{D2}} + \ldots + \frac{DC_n}{MTTF_{Dn}}}{\frac{1}{MTTF_{D1}} + \frac{1}{MTTF_{D2}} + \ldots + \frac{1}{MTTF_{Dn}}}$$

5. CCF beurteilen (Abschätzung der Ausfälle aufgrund gemeinsamer Ursache)

- CCF muss erst ab Kategorie 2 berücksichtigt werden
- Verwendung von Tabelle F.1
- Mindestens 65 Punkte müssen erreicht werden

Überprüfung CCF nach ISO 13849-1
für Kat 2, 3 und 4 System nach Anhang F

2 Sicherheitsschalter
mit Sicherheitsrelais und Schützen

Nr	Merkmal nach Tabelle F.1	max. Punkte	Punkte	Bemerkung
1	**Trennung / Abtrennung**			
	Physikalische Trennung zwischen Signalpfaden; Trennung der Verdrahtung/Verrohrung ausreichende Luft- und Kriechstrecken auf gedruckten Schaltungen	15	15	Geeigneter Anschluss mit 2 Leitung
2	**Diversität**			
	Unterschiedliche Technologien/Gestaltung oder physikalische Prinzipien werden verwendet, zum Beispiel: der erste Kanal in programmierbarer Elektronik und der zweite Kanal fest verdrahtet, Art der Initiierung, Druck und Temperatur, Messung von Entfernung u	20	20	2 unterschiedliche Kanäle

6. Software beurteilen

- Sofern Bestandteile der Sicherheitslösung auf Software beruhen, müssen diese ebenfalls beurteilt werden

7. Bestimmung des erreichten PL

- Benutzen Sie für die Bestimmung die SISTEMA-Software.
- Vergleich PL mit PL_r

Wenn der PL ≥ PL_r ist, ist das Ziel erreicht!

EUCHNER GmbH + Co. KG
Kohlhammerstraße 16
70771 Leinfelden-Echterdingen
Deutschland

Tel. +49 711 7597-0
Fax +49 711 753316
info@euchner.de
www.euchner.de

EUCHNER
More than safety.

110044-09-02/18 Technische Änderungen vorbehalten, alle Angaben ohne Gewähr. © EUCHNER GmbH + Co. KG · TA