

DIN EN ISO 14119**DIN**

ICS 13.110

Einsprüche bis 2011-11-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1088:2008-10**Entwurf**

**Sicherheit von Maschinen –
Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden
Schutzeinrichtungen –
Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO/DIS 14119:2011);
Deutsche Fassung prEN ISO 14119:2011**

Safety of machinery –
Interlocking devices associated with guards –
Principles for design and selection (ISO/DIS 14119:2011);
German version prEN ISO 14119:2011

Sécurité des machines –
Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs –
Principes de conception et de choix (ISO/DIS 14119:2011);
Version allemande prEN ISO 14119:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-09-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nasg@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 80 Seiten

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN



Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist...¹⁾.

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG).

Dieses Dokument (prEN ISO 14119:2011) wurde von der Arbeitsgruppe 7 „Verriegelungseinrichtungen“ des Technischen Komitees ISO/TC 199 "Safety of Machinery" (Sekretariat: DIN (Deutschland)) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 "Sicherheit von Maschinen und Geräten" (Sekretariat: DIN (Deutschland)) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) entsprechend der Vereinbarung zwischen dem CEN und der ISO über die technische Zusammenarbeit (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 095-01-04 GA "Schutzeinrichtungen, Sicherheitsmaßnahmen und Verriegelungen" im Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG).

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 12100:2010	siehe	DIN EN ISO 12100:2011-03
ISO 13849-1:2006	siehe	DIN EN ISO 13849-1:2008-12
ISO 13849-2:2003	siehe	DIN EN ISO 13849-2:2008-09
ISO 13855:2010	siehe	DIN EN ISO 13855:2010-10
ISO 13857	siehe	DIN EN ISO 13857
ISO 14118:2000	siehe	DIN EN 1037:2008-11
ISO 14120:2002	siehe	DIN EN 953:2009-07
IEC 60204-1:2005	siehe	DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06
IEC 60947-5-1:2003	siehe	DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200):2005-02
IEC 60947-5-2	siehe	DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208)
IEC 60947-5-3	siehe	DIN EN 60947-5-3 (VDE 0660-214)
IEC 62061:2005	siehe	DIN EN 62061 (VDE 0113-50):2005-10

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1088:2008-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Normnummer geändert;
- verbesserte Struktur als Ergebnis einer Differenzierung und Definition von vier Bauarten von Verriegelungseinrichtungen;
- Beschreibung ihrer Technologie und ihrer Vorteile und Nachteile in den Anhängen;
- Definition und Berücksichtigung des „Umgehen in vernünftigerweise vorhersehbarer Weise“;
- erforderliche Maßnahmen zur Minimierung eines möglichen Umgehens als Ergebnis der Risikoeinschätzung;
- Berücksichtigung neuer Technologien und neuer Einbindung der neuen informativen Anhänge G, H, I und J.

¹⁾ Wird bei Herausgabe der Norm festgelegt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 12100:2011-03, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010*

DIN EN ISO 13849-1:2008-12, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2008*

DIN EN ISO 13849-2:2008-09, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2008*

DIN EN ISO 13855:2010-10, *Sicherheit von Maschinen — Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (ISO 13855:2010); Deutsche Fassung EN ISO 13855:2010*

DIN EN ISO 13857, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2008)*

DIN EN 1037:2008-11, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf; Deutsche Fassung EN 1037:1995+A1:2008*

DIN EN 953:2009-07, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen; Deutsche Fassung EN 953:1997+A1:2009*

DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2006*

DIN EN 60947-5—1 (VDE 0660-200):2005-02, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2006*

DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208), *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-2: Steuergeräte und Schaltelemente — Näherungsschalter (IEC 60947-5-2:2007)*

DIN EN 60947-5-3 (VDE 0660-214), *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-3: Steuergeräte und Schaltelemente — Anforderungen für Näherungsschalter mit definiertem Verhalten unter Fehlerbedingungen (PDF) (IEC 60947-5-3:1999 + A1:2005)*

DIN EN 62061 (VDE 0113-50):2005-10, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061:2005); Deutsche Fassung EN 62061:2005*

— Leerseite —

CEN/TC 114

Datum: 2011-07

prEN ISO 14119:2011

CEN/TC 114

Sekretariat: DIN

Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO/DIS 14119:2011)

Sécurité des machines — Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs — Principes de conception et de choix (ISO/DIS 14119:2011)

Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection (ISO/DIS 14119:2011)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	8
4 Arbeitsprinzipien und typische Arten von Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen.....	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Prinzipien von Verriegelungen für trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung.....	15
4.3 Prinzipien von Verriegelungen für trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung.....	15
4.3.1 Allgemeines.....	15
4.3.2 Verriegelungseinrichtung mit mechanisch betätigter Zuhaltung.....	17
4.3.3 Verriegelungseinrichtung mit elektromagnetisch betätigter Zuhaltung.....	18
5 Anforderungen für die Gestaltung und die Installation von Verriegelungseinrichtungen mit und ohne Zuhaltung	18
5.1 Allgemeines.....	18
5.1.1 Anordnung und Befestigung von Verriegelungseinrichtungen von Positionsschaltern.....	18
5.1.2 Anordnung und Befestigung von Betätigungselementen.....	19
5.1.3 Betätigungsarten von Verriegelungseinrichtungen.....	19
5.1.4 Schnittstelle zu den Steuerungen	20
5.1.5 Mechanischer Anschlag.....	20
5.2 Zusätzliche Anforderungen an Zuhaltungseinrichtungen	20
5.2.1 Allgemeines.....	20
5.2.2 Mechanische Zuhaltungseinrichtung	20
5.2.3 Elektromagnetische Zuhaltungseinrichtung	22
5.2.4 Zuhaltungskraft.....	22
5.2.5 Zusätzliche Entsperrung der Zuhaltung.....	23
5.2.6 Anforderungen an Befestigungen.....	24
6 Auswahl einer Verriegelungseinrichtung.....	24
6.1 Allgemeines	24
6.2 Auswahl einer Zuhaltungseinrichtung	25
6.2.1 Nachlauf des gesamten Systems und Zugangszeit.....	25
6.2.2 Besondere Anforderungen an die Auswahl von Zuhaltungseinrichtungen	25
6.2.3 Auswahl von zusätzlichen Entsperrung von Zuhaltungseinrichtungen.....	26
6.3 Berücksichtigung von Umwelteinflüssen	27
6.3.1 Allgemeines.....	27
6.3.2 Einfluss von Staub auf Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen	27
7 Konstruktion zum Verringern von Umgehungsmöglichkeiten von Verriegelungseinrichtungen	28
7.1 Allgemeines	28
7.2 Zusätzliche Maßnahmen zur Minimierung der Möglichkeiten zum Umgehen von Verriegelungseinrichtungen	29
7.3 Gestaltungsmaßnahmen zur Minimierung eines Umgehens von Verriegelungseinrichtungen mit Steckverbindung	34
8 Anforderungen an die Steuerung.....	34
8.1 Allgemeines.....	34
8.2 Fehlerbewertung.....	34
8.3 Vermeidung von Ausfällen gemeinsamer Ursache	35
8.3.1 Allgemeines.....	35
8.3.2 Zwangläufige und nicht zwangläufige Betätigungsart von Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen	35
8.3.3 Diversität der Energiearten.....	36

8.4	Entsperrung einer Zuhaltungseinrichtung	36
8.5	Fehlerausschluss	36
8.6	Logische Reihenschaltung von Verriegelungseinrichtungen	37
8.7	Elektrische Anforderungen und Umgebungsbedingungen	37
8.7.1	Allgemeines	37
8.7.2	Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit.....	37
8.7.3	Störfestigkeit.....	37
8.7.4	Elektrische Betriebsbedingungen	37
9	Benutzerinformationen	37
9.1	Allgemeines	37
9.2	Benutzerinformationen, die vom Hersteller der Verriegelungseinrichtung anzugeben sind.....	38
9.2.1	Kennzeichnung.....	38
9.2.2	Anweisungen	38
9.3	Benutzerinformationen, die durch vom Maschinenhersteller anzugeben sind	39
9.3.1	Kennzeichnung.....	39
9.3.2	Anweisungen	39
Anhang A (informativ) Beispiele für Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen		40
A.1	Kurvenscheibe.....	40
A.1.1	Beschreibung.....	40
A.1.2	Vorteile	40
A.1.3	Nachteile.....	41
A.1.4	Bemerkungen.....	41
A.2	Lineare Nocken.....	41
A.2.1	Beschreibung.....	41
A.2.2	Vorteile	41
A.2.3	Nachteile.....	42
A.2.4	Bemerkungen.....	42
A.3	Scharnier	42
A.3.1	Beschreibung.....	42
A.3.2	Vorteile	43
A.3.3	Nachteile.....	43
A.3.4	Bemerkungen.....	43
A.4	Pneumatische/hydraulische Verriegelungseinrichtungen.....	43
A.4.1	Bemerkungen.....	44
Anhang B (informativ) Beispiele für Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen		45
B.1	Schalter mit Zunge	45
B.1.1	Beschreibung.....	45
B.1.2	Vorteile	46
B.1.3	Nachteile.....	46
B.1.4	Bemerkungen.....	46
B.2	Schlüsseltransfersystem.....	46
B.2.1	Beschreibung.....	46
B.2.2	Vorteile	47
B.2.3	Nachteile.....	48
B.2.4	Bemerkungen.....	48
Anhang C (informativ) Beispiele für Bauart 3-Verriegelungseinrichtungen		49
C.1	Beschreibung.....	49
C.2	Vorteile	49
C.3	Nachteile.....	49
C.4	Bemerkungen.....	49
Anhang D (informativ) Beispiel einer Bauart 4-Verriegelungseinrichtung		51
D.1	Kodierte magnetisch betätigte Verriegelungseinrichtung.....	51
D.1.1	Beschreibung.....	51
D.1.2	Vorteile	51
D.1.3	Nachteile.....	51
D.1.4	Bemerkungen.....	51
D.2	Kodierte RFID betätigte Verriegelungseinrichtung.....	52

D.2.1	Beschreibung	52
D.2.2	Vorteile	52
D.2.3	Nachteile	52
D.2.4	Bemerkungen	52
Anhang E (informativ) Beispiele sonstiger Verriegelungseinrichtungen		54
E.1	Mechanische Verriegelung zwischen einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und einem beweglichen Element	54
E.1.1	Beschreibung	54
E.1.2	Bemerkungen	54
Anhang F (informativ) Beispiele für Zuhaltungseinrichtungen		55
F.1	Beispiel einer Verriegelungseinrichtung mit getrennter Erfassung der Position der trennenden Schutzeinrichtung und Position des Zuhaltungselementes	55
F.1.1	Beschreibung	55
F.1.2	Vorteile	55
F.2	Verriegelungsfunktion sichergestellt durch separates Erfassen der Position der trennenden Schutzeinrichtung und der Positon der Zuhaltungseinrichtung	56
F.2.1	Beschreibung	56
F.2.2	Vorteile	56
F.3	Verriegelungsfunktion sichergestellt durch Erkennung der Position der Zuhaltungseinrichtung allein	57
F.3.1	Beschreibung	57
F.4	Verriegelungseinrichtung mit elektromagnetischer Zuhaltungseinrichtung	58
F.4.1	Beschreibung	58
F.4.2	Vorteile	59
F.4.3	Nachteile	59
F.5	Verriegelungseinrichtung mit Zuhaltung mit handbetätigter Verzögerungseinrichtung	59
F.5.1	Beschreibung	59
F.5.2	Vorteile	59
F.5.3	Nachteile	59
Anhang G (informativ) Anwendungsbeispiele für Verriegelungseinrichtungen, die in einer Sicherheitsfunktion verwendet werden		60
G.1	Allgemeines	60
G.2	Beispiel 1, Kategorie 1	60
G.2.1	Sicherheitsfunktion	60
G.2.2	Beschreibung der Funktionsweise	60
G.2.3	Gestaltungsmaßnahmen	61
G.3	Beispiel 2, Kategorie 3	62
G.3.1	Sicherheitsfunktionen	62
G.3.2	Beschreibung der Funktionsweise	63
G.3.3	Gestaltungsmerkmale	63
G.4	Beispiel 3, Kategorie 4	65
G.4.1	Sicherheitsfunktion	65
G.4.2	Funktionsbeschreibung	65
G.4.3	Gestaltungsmaßnahmen	66
Anhang H (informativ) Anreiz zum Umgehen einer Verriegelungseinrichtung		67
Anhang I (informativ) Höchste statische Einwirkungskräfte		70
Anhang J (informativ) Bewertung der Fehlzustandsmaskierung bei Reihenschaltung von Zuhaltungseinrichtungen mit potenzialfreien Kontakten		71
J.1	Fehlzustandsmaskierung für Reihenschaltungen mit potenzialfreien Kontakten	71
J.2	Führung der Verbindungskabel	72
J.3	Faktoren, die eine Fehlzustandsmaskierung beeinträchtigen	73
J.4	Wahrscheinlichkeit einer Fehlzustandsmaskierung	73
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG		75
Literaturhinweise		76

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14119:2011) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Safety of machinery“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird ISO 14119:1998, ISO 14119 AMD 1:2007 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 14119:2011 wurde vom CEN als prEN ISO 14119:2011 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Die Struktur von Sicherheitsnormen auf dem Gebiet der Maschinen ist wie folgt:

- Typ A-Normen (Sicherheitsgrundnormen) behandeln Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die auf Maschinen angewandt werden können;
- Typ B-Normen (Sicherheitsfachgrundnormen) behandeln einen Sicherheitsaspekt oder eine Art von Schutzeinrichtung, die für eine ganze Reihe von Maschinen verwendet werden können:
 - Typ B1-Normen für bestimmte Sicherheitsaspekte (z. B. Sicherheitsabstände, Oberflächentemperatur, Lärm);
 - Typ B2-Normen für Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungseinrichtungen, druckempfindliche Schutzeinrichtungen, trennende Schutzeinrichtungen);
- Typ C-Normen (Maschinensicherheitsnormen) behandeln detaillierte Sicherheitsanforderungen an eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen.

Dieses Dokument ist eine Typ B2-Norm nach ISO 12100.

Die Anforderungen in diesem Dokument können durch eine Typ C-Norm ergänzt oder geändert werden.

Für Maschinen, die durch den Anwendungsbereich einer Typ C-Norm abgedeckt sind und die entsprechend den Anforderungen dieser Norm gestaltet und konstruiert wurden, haben die Anforderungen dieser Typ C-Norm Vorrang.

Diese Internationale Norm wurde erarbeitet, um Konstrukteuren von Maschinen und Verfassern von Produktsicherheitsnormen Hilfestellung bei Gestaltung, Konstruktion und Auswahl von Verriegelungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen zu geben.

Relevante Abschnitte dieser Internationalen Norm, allein oder in Verbindung mit Vorschriften aus anderen Normen, dürfen als Grundlage für Verifizierungsverfahren für die Anwendbarkeit von Einrichtungen für Verriegelungszwecke verwendet werden.

Die informativen Anhänge A bis F erläutern die Technologie und die Vor- und Nachteile von 4 definierten Typen von Verriegelungseinrichtungen. Andere Lösungen dürfen angewendet werden, vorausgesetzt, dass diese mit den grundlegenden Anforderungen der vorliegenden Norm übereinstimmen. Die informativen Anhänge G bis J enthalten Informationen zu besonderen Fragen, z. B. zu Verriegelungseinrichtungen, die in Sicherheitsfunktionen verwendet werden, Risikoeinschätzung unter Berücksichtigung von Beweggründen für ein Umgehen, statische Kräfteinwirkungen und Maskierung von Serienfehlern in Verbindung mit Verriegelungseinrichtungen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Leitlinien für die Gestaltung und Auswahl – unabhängig von der Energieart – von Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen fest.

Weiterhin enthält sie Anforderungen speziell für elektrische Verriegelungseinrichtungen.

Diese Internationale Norm umfasst Teile von trennenden Schutzeinrichtungen, die Verriegelungseinrichtungen betätigen.

ANMERKUNG ISO 14120 enthält Anforderungen für trennende Schutzeinrichtungen. Die Verarbeitung des von der Verriegelungseinrichtung ausgehenden Signals zum Anhalten und Stillsetzen der Maschine wird in ISO 13849-1 behandelt.

Diese Internationale Norm stellt Maßnahmen bereit, um ein Umgehen von Verriegelungseinrichtungen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art zu minimieren.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 12100:2010, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2:2003, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*

ISO 13855:2010, *Safety of machinery — Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body*

ISO 13857, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by the upper and lower limbs*

ISO 14118:2000, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*

ISO 14120:2002, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*

IEC 60204-1:2005, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices*

IEC 60947-5-2, *Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-2: Control circuit devices and switching elements — Proximity switches*

IEC 60947-5-3, *Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-3: Control circuit devices and switching elements — Requirements for proximity devices with defined behaviour under fault conditions (PDF)*

IEC 62061:2005, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

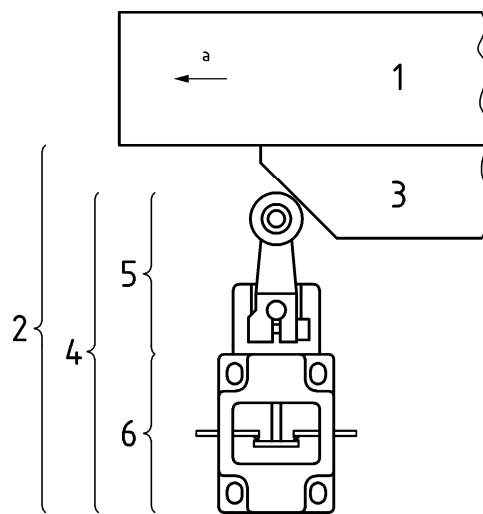
3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100:2010, ISO 13849-1:2006 und die folgenden Begriffe.

3.1 Verriegelungseinrichtung
Verriegelung
mechanische, elektrische oder sonstige Art einer Einrichtung, die den Zweck hat, die Ausführung von gefährdenden Maschinenfunktionen unter festgelegten Bedingungen zu verhindern (im Allgemeinen so lange, wie die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist)

[ISO 12100:2010, 3.28.1]

ANMERKUNG Siehe Bild 1 und Tabelle 1.



Legende

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|-------------------|
| 1 | trennende Schutzeinrichtung | 4 | Positionsschalter |
| 2 | Verriegelungseinrichtung | 5 | Betätigungssystem |
| 3 | Betätigungselement (Nocke) | 6 | Ausgabesystem |
| a | Öffnungsrichtung | | |

Bild 1 — Beispiel einer Verriegelungseinrichtung

3.2 verriegelte trennende Schutzeinrichtung
trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung, damit zusammen mit dem Steuerungssystem der Maschine die folgenden Funktionen ausgeführt werden:

- die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, bevor die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist;
- ein Stoppbefehl wird ausgelöst, wenn die trennende Schutzeinrichtung während gefährdender Maschinenfunktionen geöffnet wird;
- die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen können ausgeführt werden; sobald die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist. Das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung löst nicht selbsttätig die gefährdenden Maschinenfunktionen aus

[ISO 12100:2010, 3.27.4]

3.3

trennende Schutzeinrichtung mit Startfunktion

besondere Ausführung einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung, die bei Erreichen ihrer Schließstellung einen Befehl zum Auslösen der gefährdenden Maschinenfunktion(en) ohne Anwendung einer gesonderten Anlaufsteuerung gibt

ANMERKUNG Siehe ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5 hinsichtlich detaillierter Festlegungen zu den Anwendungsbedingungen.

[ISO 12100:2010, 3.27.6]

3.4

Zuhaltungseinrichtung

Zuhaltung

Einrichtung, deren Zweck es ist, eine trennende Schutzeinrichtung in der geschlossenen Position zu halten, und die mit der Steuerung verbunden ist

3.5

verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Zuhaltung

trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung und einer Zuhaltung, damit zusammen mit dem Steuerungssystem der Maschine die folgenden Funktionen ausgeführt werden:

- die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, bevor die trennende Schutzeinrichtung in geschlossener Position und zugehalten ist;
- die trennende Schutzeinrichtung bleibt geschlossen und zugehalten, bis das Risiko durch die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen nicht mehr vorliegt.

[ISO 12100:2010, 3.27.5, modifiziert]

3.6

sicherheitsbezogenes Teil einer Steuerung

SRP/CS

Teil einer Steuerung, das auf sicherheitsbezogene Eingangssignale reagiert und sicherheitsbezogene Ausgangssignale erzeugt

ANMERKUNG 1 Die Kombination sicherheitsbezogener Teile einer Steuerung beginnt an dem Punkt, an dem sicherheitsbezogene Signale erzeugt werden (einschließlich z. B. Betätiger und Rolle eines Positionsschalters) und endet an den Ausgängen der Leistungssteuerungselemente (einschließlich z. B. Hauptkontakte eines Schützes).

ANMERKUNG 2 Werden Überwachungssysteme zur Diagnose verwendet, werden sie wie SRP/CS behandelt.

[ISO 13849-1:2006, 3.1.1]

3.7

Umgehen

Handlung, durch die die Verriegelungseinrichtung derart außer Betrieb gesetzt oder umgangen wird, dass die Maschine nicht mehr bestimmungsgemäß oder nur ohne die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen verwendet werden kann

3.8

Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art

Umgehen einer Verriegelungseinrichtung von Hand oder durch Benutzung eines leicht verfügbaren Gegenstandes

ANMERKUNG 1 Die Definition schließt das Entfernen von Schaltern oder Betätigungselementen mit Hilfe von Werkzeugen, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Maschine erforderlich oder leicht verfügbar sind (Schraubendreher, Schraubenschlüssel, Sechskantschlüssel, Zangen) ein.

ANMERKUNG 2 Leicht verfügbare Gegenstände für ersatzweise Betätigung können sein:

- Schrauben, Nadeln, Blechstücke;
- Gegenstände des täglichen Gebrauchs, wie Schlüssel, Münzen, Klebeband, Bindfaden und Draht;
- Ersatzschlüssel für Verriegelungseinrichtungen mit Schlüsseltransfersystemen;
- Ersatzbetätigungselement.

3.9 automatische Überwachung

Diagnosefunktion, die sicherstellt, dass eine Sicherheitsmaßnahme ausgelöst wird, sobald die Fähigkeit eines Teils oder Elements eingeschränkt ist, seine Funktion auszuführen, oder wenn die Verfahrensbedingungen so verändert werden, dass Gefährdungen entstehen

3.10 mechanisch zwangsläufige Betätigung

Bewegung eines mechanischen Bauteils, die zwangsläufig von der Bewegung eines anderen mechanischen Bauteils entweder durch direkte Berührung oder durch starre Teile abhängt

3.11 Zwangsoffnen (eines Kontaktelementes)

Sicherstellung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Bedienteils des Schalters über nicht federnde Teile (z. B. nicht abhängig von einer Feder)

[IEC 60947-5-1:2003, K 2.2]

3.12 Betätigungselement

separates Teil einer Verriegelungseinrichtung, das den Zustand der trennenden Schutzeinrichtung (geschlossen oder geöffnet) an das Betätigungssystem überträgt

ANMERKUNG 1 Eine an der trennenden Schutzeinrichtung befestigte Nocke, ein Schlüssel, ein geformter Betätiger, ein Reflektor, ein Magnet, RFID-Transponder sind Beispiele von Betätigungselementen.

ANMERKUNG 2 Siehe auch Anhänge A bis E.

ANMERKUNG 3 Siehe Beispiele für Betätigungselemente in Bild 2.

3.13 kodierte Betätigungselement

speziell gestalteter Betätigungselement (z. B. durch Form) zur Betätigung eines bestimmten Positionsschalters

3.13.1 kodierte Betätigungselement mit geringer Kodierungsstufe

kodierte Betätigungselement, für das die Anzahl der verfügbaren Kodierungsmöglichkeiten zwischen 1 und 9 liegen muss

3.13.2 kodierte Betätigungselement mit mittlerer Kodierungsstufe

kodierte Betätigungselement, für das die Anzahl der verfügbaren Kodierungsmöglichkeiten zwischen 10 und $\leq 1\ 000$ liegen muss

3.13.3 kodierte Betätigungselement mit hoher Kodierungsstufe

kodierte Betätigungselement, für das die Anzahl der verfügbaren Kodierungsmöglichkeiten $> 1\ 000$ betragen muss

3.14

Betätigungssystem

Teil der Verriegelungseinrichtung, das die Stellung des Betätigungselementes überträgt und den Zustand des Ausgangssystems ändert

ANMERKUNG 1 Ein Rollenstößel, ein Nocken-Verbindungssystem, ein optischer, induktiver oder kapazitiver Sensor sind Beispiele für ein Betätigungssystem.

ANMERKUNG 2 Siehe Beispiele für Betätigungssysteme in Bild 2.

3.15

Ausgangssystem

Teil der Verriegelungseinrichtung, das den Zustands der trennenden Schutzeinrichtung der Steuerung anzeigt

ANMERKUNG 1 Ein Kontaktelement (elektromechanisch), ein Halbleiterausgang und ein Ventil sind Beispiele für Ausgangssysteme.

ANMERKUNG 2 Siehe Beispiele für Ausgangssysteme in Bild 2.

3.16

Bauart 1-Verriegelungseinrichtung

unkodierte nockenbetätigte Verriegelungseinrichtung, in der Betätigungselement und Betätigungssystem voneinander getrennt sind und so gestaltet sind, dass sie zueinander passen

ANMERKUNG 1 Scharnier-Sicherheitsschalter sind Beispiele für Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen.

ANMERKUNG 2 Beispiele siehe Anhang A.

3.17

Bauart 2-Verriegelungseinrichtung

kodierte Verriegelungseinrichtung mit Betätiger, in der Betätigungselement und Betätigungssystem voneinander getrennt sind und die so gestaltet sind, dass sie zueinander passen

ANMERKUNG Beispiele siehe Anhang B.

3.18

Bauart 3-Verriegelungseinrichtung

unkodierte, nicht mechanisch betätigte Verriegelungseinrichtung, dessen Betätigungselement und Betätigungssystem voneinander getrennt sind

ANMERKUNG 1 Näherungsschalter sind Beispiele für Bauart 3-Verriegelungseinrichtungen.

ANMERKUNG 2 Beispiele siehe Anhang C.

3.19

Bauart 4-Verriegelungseinrichtung

kodierte, nicht mechanisch betätigte Verriegelungseinrichtung, dessen Betätigungselement und Betätigungssystem voneinander getrennt sind

ANMERKUNG 1 RFID-Transponder betätigte Schalter sind Beispiele für Bauart-4 Verriegelungseinrichtungen.

ANMERKUNG 2 Beispiele siehe Anhang D.

3.20

Stoppbefehl

durch die Verriegelungseinrichtung erzeugtes Signal zur Beendigung einer gefährdenden Maschinenfunktion

ANMERKUNG Dies kann das Stoppen von gefährdender Maschinenbewegungen oder die Minderung eines Risikos auf ein annehmbares Maß beinhalten.

3.21

Nachlauf des gesamten Systems

Zeitintervall zwischen dem Stoppbefehl durch das Öffnen einer trennenden Schutzeinrichtung und der Beendigung der gefahrbringenden Maschinenfunktion

ANMERKUNG In Anlehnung an ISO 13855:2010, 3.1.2.

3.22

Zugangszeit

die von einer Person benötigte Zeit zur Erreichung des Gefährdungsbereiches nach Auslösen des Stoppbefehls durch die Verriegelungseinrichtung, berechnet auf der Basis einer Annäherungsgeschwindigkeit des Körpers oder Teilen des Körpers

ANMERKUNG Für die Auswahl der Annäherungsgeschwindigkeit und die Berechnung, siehe ISO 13855.

3.23

Zuhaltekraft

Haltekraft

Kraft, der eine Zuhaltungseinrichtung ohne Beschädigungen widerstehen kann, so dass die weitere Verwendung nicht beeinträchtigt wird und die trennende Schutzeinrichtung in der geschlossenen Position bleibt

3.24

Vermeidung einer unbeabsichtigten Verriegelungsstellung

Merkmal einer Zuhaltungseinrichtung zur Sicherstellung, dass die Zuhaltung (z. B. Verriegelungsbolzen) nicht die Verriegelungsstellung einnehmen kann, wenn die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist

3.25

Notentsperrung einer Zuhaltung

Möglichkeit einer manuellen Entsperrung der Zuhaltung im Notfall ohne Hilfsmittel von außerhalb des geschützten Bereichs

ANMERKUNG Eine Zuhaltung mit Notentsperrung kann z. B. für die Befreiung eingeschlossener Personen oder zur Brandbekämpfung erforderlich sein.

3.26

Hilfsentsperrung einer Zuhaltung

Möglichkeit einer manuellen Entsperrung der Zuhaltung mit Hilfe eines Werkzeugs oder eines Schlüssels von außerhalb des geschützten Bereichs im Falle einer Fehlfunktion

ANMERKUNG Eine Zuhaltung mit Hilfsentsperrung ist nicht geeignet für die schnelle Rettung von eingeschlossenen Personen.

3.27

Fluchtentsperrung einer Zuhaltung

Möglichkeit einer manuellen Entsperrung der Zuhaltung ohne Hilfe von innerhalb des geschützten Bereiches zum Verlassen dieses Bereiches

3.28

Zuhaltung zum Personenschutz

Anwendung einer Zuhaltungseinrichtung zum Schutz von Personen gegen Gefährdungen

3.29

Zuhaltung zum Schutz des Prozesses

Anwendung einer Zuhaltungsvorrichtung zum Schutz vor Unterbrechungen des Arbeitsprozesses

3.30

Werkzeug

Gerät wie ein Schlüssel oder ein Schraubenschlüssel, zum Bewegen eines Befestigungselementes. Ein Hilfsmittel wie eine Münze oder eine Nagelfeile kann nicht als Werkzeug angesehen werden

[ISO 14120:2002, 3.9]

4 Arbeitsprinzipien und typische Arten von Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen

4.1 Allgemeines

Verriegelungstechniken umfassen ein breites Spektrum von technologischen Aspekten. Verriegelungseinrichtungen können nach einer Vielzahl von Kriterien klassifiziert werden, z. B. die Art der Verbindung zwischen trennender Schutzeinrichtung und Unterbrechungselementen oder nach Art der Technologie (elektromechanisch, pneumatisch, elektronisch, usw.) der Unterbrechungselemente.

Verriegelungseinrichtungen können unterschiedliche Funktionen vereinen und besitzen eine Positionsüberwachungsfunktion für trennende Schutzeinrichtungen, die erkennt, ob die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist oder nicht und die einen Stoppbefehl ausgibt. Einige Verriegelungseinrichtungen besitzen eine Zuhaltungsfunktion, um die trennende Schutzeinrichtung, während gefährliche Maschinenfunktionen gegenwärtig sind, zuzuhalten. Eine separate Statusüberwachungsfunktion für Zuhaltungseinrichtungen überwacht, ob die Zuhaltungseinrichtung zugehalten ist oder nicht und erzeugt ein entsprechendes Ausgangssignal (siehe 4.3.1 a) und b)).

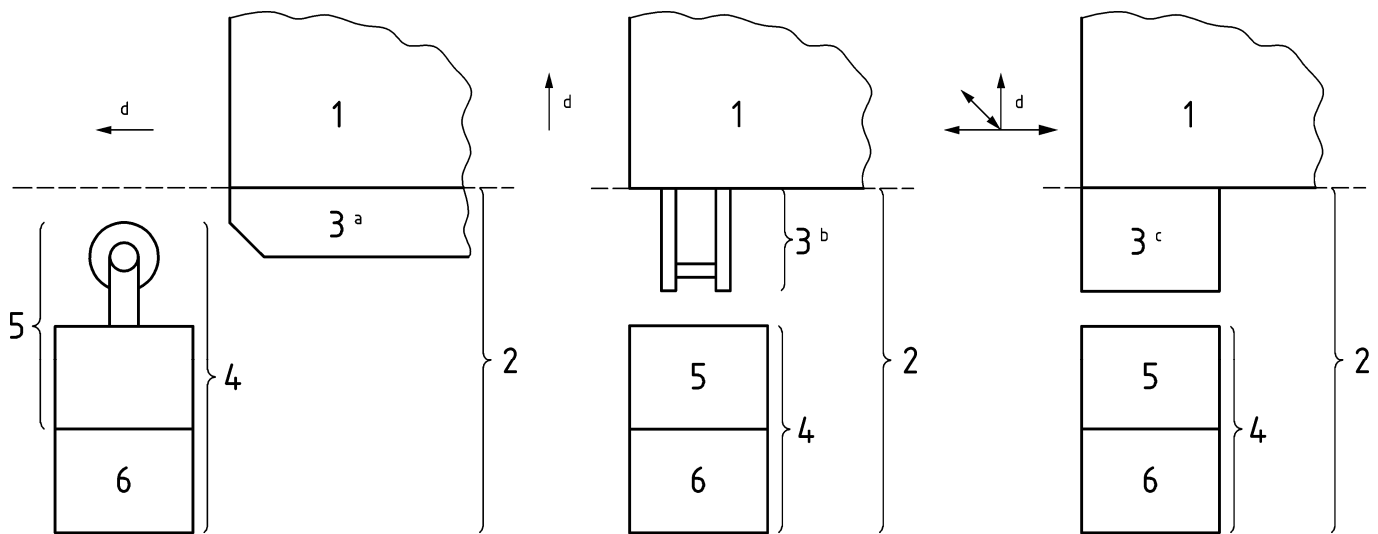
ANMERKUNG 1 Die Zuhaltungseinrichtung (siehe 3.4) kann integraler Teil der Verriegelungseinrichtung oder eine eigene Einheit sein.

ANMERKUNG 2 Für weitere Informationen zu trennenden Schutzeinrichtungen, siehe auch ISO 12100:2010, 6.3.3.1.

Tabelle 1 zeigt die Betätigungsprinzipien und Betätigungselemente der definierten Bauarten von Verriegelungseinrichtungen. Diese Bauarten sind nicht dazu bestimmt in einer bestimmten Reihenfolge oder Hierarchie bezogen auf die Sicherheitsanforderungen verwendet zu werden.

Tabelle 1 — Funktion der Verriegelungseinrichtungen

Betätigungsprinzip		Betätigungselemente Beispiele		Abkürzung	Beispiele (Anhang)
mechanisch	Kontakt, Kraft	unkodiert	Kurvenscheibe	Bauart 1	A.1
			lineare Nocken		A.2, A.4
			Scharnier		A.3
		kodiert	Zunge (geformtes Betätigungselement)	Bauart 2	B.1
			Schlüsseltransfersystem		B.2
berührungslos	induktiv	unkodiert	Geeignetes Eisenmetall	Bauart 3	C
	magnetisch		Magnet, Elektromagnet		
	kapazitiv		jedes geeignete Objekt		
	Ultraschall		jedes geeignete Objekt		
	optisch		jedes geeignete Objekt		
	magnetisch	kodiert	kodierter Magnet	Bauart 4	D.1
	RFID		kodierter RFID-Transponder		D.2
	optisch		optisch kodierter Transponder		–
Beispiele für andere Verriegelungseinrichtungen					E



a) Bauart 1-Verriegelungseinrichtung (betätigt durch uncodierte Nocke)

b) Bauart 2-Verriegelungseinrichtung (betätigt durch codierte Zunge)

c) Bauart 3- oder 4-Verriegelungseinrichtung (uncodiert oder codiert, nicht mechanisch betätigt)

Legende

- | | | | |
|--------------|---|---|-------------------|
| 1 | bewegliche trennende Schutzeinrichtung | 4 | Positionsschalter |
| 2 | Verriegelungseinrichtung | 5 | Betätigungssystem |
| 3 | Betätigungselement (^a Nocken, ^b Zunge, ^c z. B. RFID, Reflektor, geeignete Oberfläche) | 6 | Ausgabesystem |
| ^d | Öffnungsrichtung | | |

ANMERKUNG In einigen Sonderfällen kann die Verriegelungseinrichtung auf der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und das Betätigungselement auf dem stationären Teil der Maschine befestigt sein. In diesen Fällen kennzeichnet "1" im Bild den stationären Teil der Maschine.

Bild 2 — Prinzipien von Bauart 1-, Bauart 2-, Bauart 3- und Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen

4.2 Prinzipien von Verriegelungen für trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung

Bei Verwendung einer Verriegelungsfunktion für trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung, ist ein Öffnen der trennenden Schutzeinrichtung zu jeder Zeit möglich, unabhängig von der Funktion der Maschine.

Ist die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen, erzeugt die Verriegelungseinrichtung einen Stoppbefehl

ANMERKUNG 1 Für Verriegelungen mit der Maschinensteuerung, siehe Abschnitt 8.

ANMERKUNG 2 Beispiele für Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung sind in den Anhängen A, B, C und D gezeigt.

ANMERKUNG 3 Bild 4 zeigt ein Funktionsdiagramm einer Verriegelungseinrichtung ohne Zuhaltung.

4.3 Prinzipien von Verriegelungen für trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung

4.3.1 Allgemeines

Bei einer Verriegelung für trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung muss ein Öffnen der trennenden Schutzeinrichtung durch eine Zuhaltungseinrichtung (siehe 3.4) vermieden sein, sofern nicht alle durch diese trennende Schutzeinrichtung abgedeckten gefährlichen Maschinenfunktionen beendet sind.

Es gibt zwei Alternativen für die Gestaltung der Zuhaltungsfunktion:

- a) Ein Entsperren der trennenden Schutzeinrichtung ist jederzeit durch den Bediener möglich. Nach dem Start der Entsperrung, erzeugt die Zuhaltungseinrichtung einen Stoppbefehl. Dies nennt man Entsperrung ohne Bedingung, siehe Bild 5 a).
- b) Ein Entsperren der trennenden Schutzeinrichtung ist erst möglich, wenn die gefährlichen Maschinenfunktionen beendet sind. Dies nennt man Entsperrung mit Bedingung, siehe Bild 5 b).

ANMERKUNG Die Zuhaltungseinrichtung (siehe 3.4) kann integraler Teil der Verriegelungseinrichtung oder eine eigene Einheit sein.

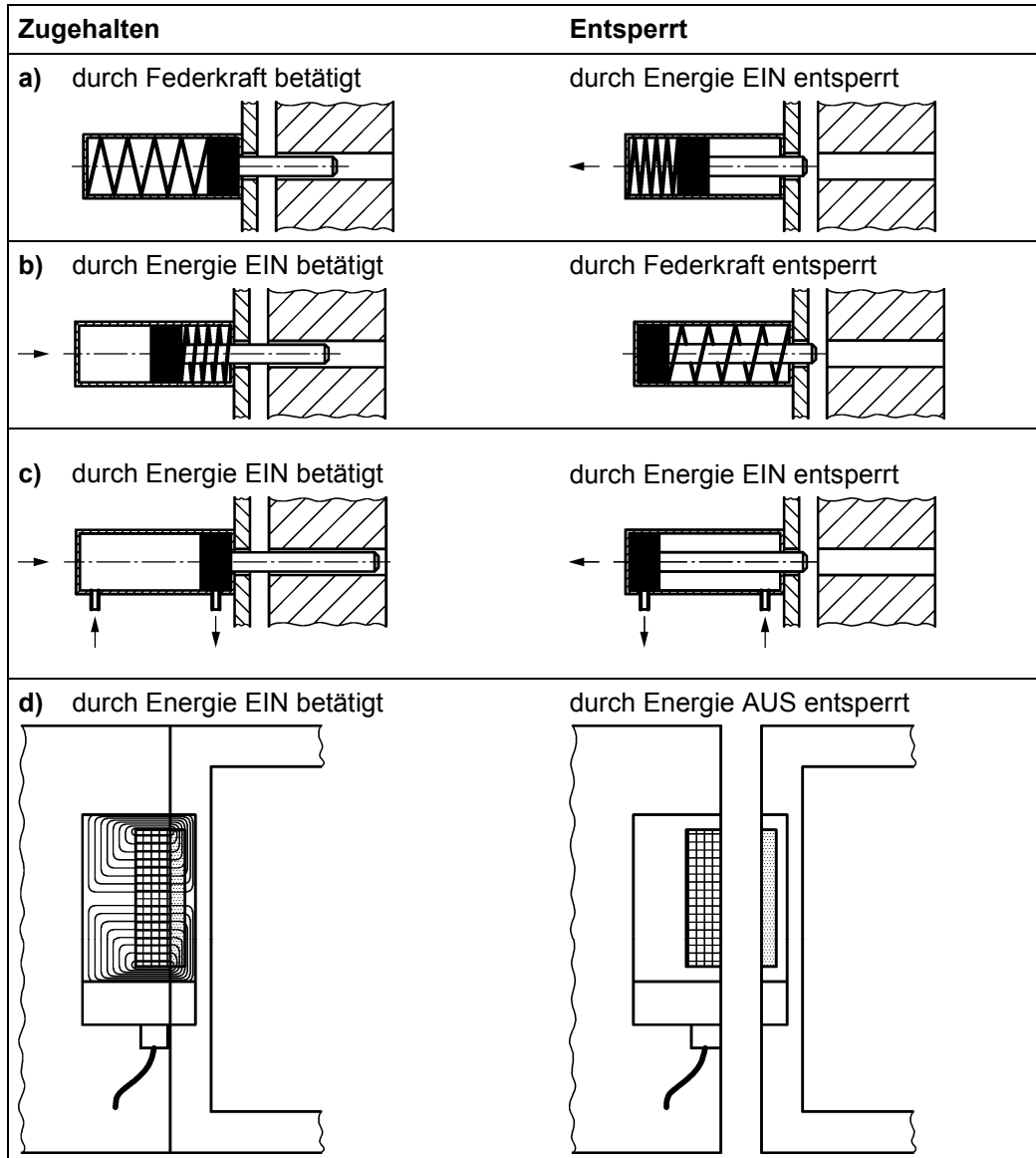
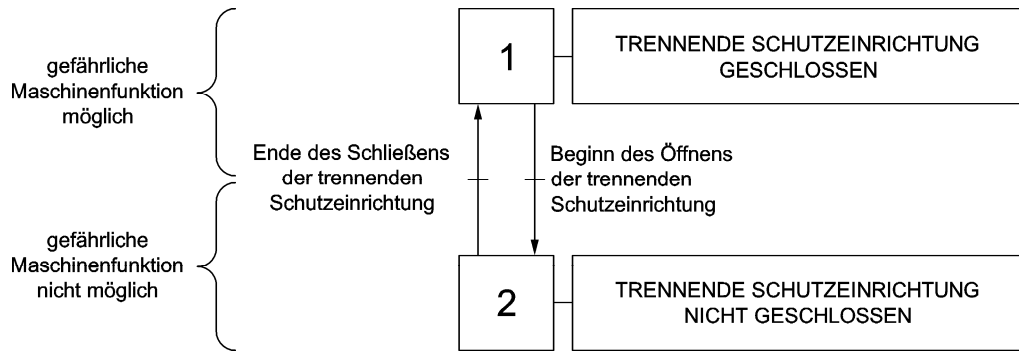


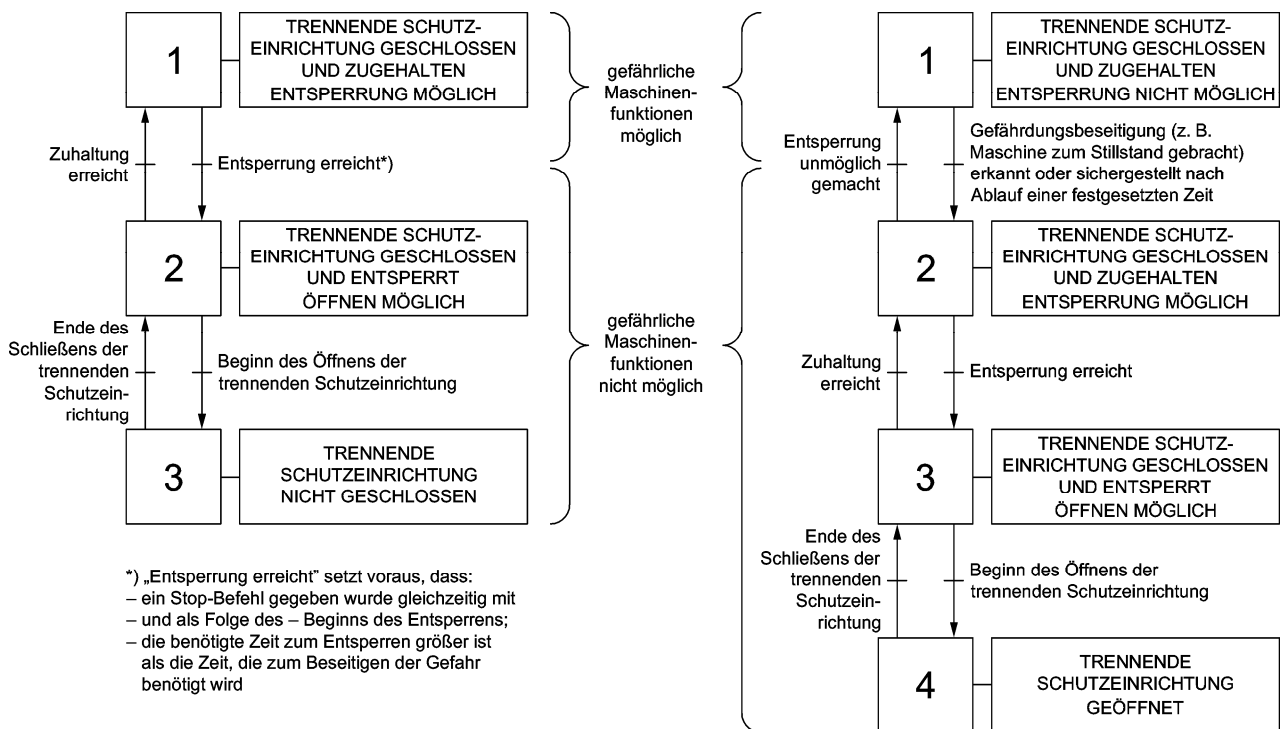
Bild 3 — Betätigungsarten der Zuhaltungseinrichtung in energiebetätigten Zuhaltungseinrichtungen

Anhang F zeigt Beispiele für Verriegelungseinrichtungen.



*) Sofort nach Beginn der Öffnung der trennenden Schutzeinrichtung wird der Stoppbefehl ausgegeben, aber die gefährlichen Funktionen dauern über die Nachlaufzeit des gesamten Systems an. Sicherheit ist gewährleistet, wenn die Zeit zum Erreichen der Gefahr größer ist als die Zeit zum Stillsetzen.

Bild 4 — Funktionsdiagramm für Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung („zweistufige Verriegelung“)



ANMERKUNG Der Wechsel von Stufe 2 nach 3, oder von Stufe 3 nach 2, kann ohne Zeitverzögerung stattfinden.

a) Entsperrung ohne Bedingung („dreistufige Verriegelung“)

b) Entsperrung mit Bedingung („vierstufige Verriegelung“)

Bild 5 — Funktionsdiagramme für Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung

4.3.2 Verriegelungseinrichtung mit mechanisch betätigter Zuhaltung

Der mechanische Teil (z. B. Riegel), der die verriegelte trennende Schutzeinrichtung zuhält, kann

- von Hand betätigt und von Hand entsperrt werden (siehe Bild F.5);
- durch Federkraft betätigt (oder ähnliche Kräfte) und durch Energie EIN entsperrt werden (siehe a) in Bild 3);

- durch Energie EIN betätigt und durch Federkraft (oder ähnliche Kräfte) entsperrt werden (siehe b) in Bild 3);
- durch Energie EIN betätigt und durch Energie EIN entsperrt werden (siehe c) in Bild 3).

Die Zuhaltung arbeitet nach dem Formschlussprinzip (und nicht nach dem Reib- oder Kraftschlussprinzip).

4.3.3 Verriegelungseinrichtung mit elektromagnetisch betätigter Zuhaltung

Die trennende Schutzeinrichtung wird durch elektromagnetische Kräfte (siehe F.4) ohne mechanische Arretierungsmittel geschlossen (zugehalten) gehalten.

Die elektromagnetisch betätigte Zuhaltung arbeitet nach dem Prinzip

- durch Energie EIN betätigt und durch Energie AUS entsperrt (siehe d) in Bild 3).

5 Anforderungen für die Gestaltung und die Installation von Verriegelungseinrichtungen mit und ohne Zuhaltung

5.1 Allgemeines

5.1.1 Anordnung und Befestigung von Verriegelungseinrichtungen von Positionsschaltern

Verriegelungseinrichtungen müssen so angeordnet sein, dass sie gegen eine Veränderung ihrer Position ausreichend gesichert sind. Um dies zu erreichen, müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- a) Die Befestigungselemente der Verriegelungseinrichtung müssen zuverlässig sein und um sie zu lösen muss ein Werkzeug erforderlich sein;
- b) Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen müssen Vorkehrungen zur dauerhaften Sicherung der Position nach der Einstellung haben (z.B. durch Bolzen oder Passstifte);
- c) Für Wartung und Überprüfung des korrekten Betriebs müssen die erforderlichen Zugangsmöglichkeiten zu den Verriegelungseinrichtungen sichergestellt sein. Ein Vermeiden des Umgehens in vernünftigerweise vorhersehbare Art ist bei der Gestaltung der Zugangsmöglichkeiten auch zu berücksichtigen. Für Anforderungen zur Vermeidung des Umgehens, siehe Abschnitt 7;
- d) Die Selbstlockerung oder das Umgehen der Verriegelungseinrichtung in vernünftigerweise vorhersehbarer Art ist zu vermeiden (siehe Abschnitt 7);
- e) Die Verriegelungseinrichtung muss so angebracht und, falls erforderlich, so geschützt sein, dass Schäden durch vorhersehbare äußere Einflüsse vermieden werden;
- f) Die durch die mechanische Betätigung erzeugte Bewegung muss innerhalb des vom Hersteller angegebenen Betätigungsbereichs des Positionsschalters bleiben, um den ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen und/oder ein Überfahren zu verhindern.
- g) Eine Verriegelungseinrichtung darf nicht als mechanischer Anschlag dienen, es sei denn, dass dies die bestimmungsgemäße Verwendung der Verriegelungseinrichtung laut Herstellerangaben ist;
- h) Fluchtungsfehler der trennenden Schutzeinrichtung, durch die vor einem Zustandswechsel des Positionsschalters eine Lücke erzeugt wird, dürfen nicht fähig sein, die Schutzwirkung der trennenden Schutzeinrichtung zu beeinträchtigen (hinsichtlich Zugang zu Gefahrenzonen, siehe ISO 13855 und ISO 13857);
- i) Die Aufnahme und die Befestigung der Verriegelungseinrichtungen müssen ausreichend stabil sein, um den ordnungsgemäßen Betrieb der Verriegelungseinrichtung aufrecht zu erhalten.

5.1.2 Anordnung und Befestigung von Betätigungselementen

5.1.2.1 Allgemeines

Betätigungselemente (siehe Bild 2) müssen so befestigt werden, dass keine Lockerung auftritt oder sich ihre bestimmungsgemäße Position relativ zum Betätigungssystem über die gesamte Lebensdauer ändert.

5.1.2.2 Nocken

Kurvenscheiben und lineare Nocken für Bauart 1-Verriegelungseinrichtung müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

- a) Sie sind befestigt mit Befestigungselementen, die zum Lösen ein Werkzeug erfordern und
- b) die endgültige Befestigung muss durch Formschluss (z. B. Keil oder Bolzen) oder andere Verfahren erfolgen, die für eine gleichwertige Sicherheit der Befestigung sorgen und
- c) sie dürfen nicht den Positionsschalter beschädigen oder seine Haltbarkeit beeinträchtigen.

5.1.3 Betätigungsarten von Verriegelungseinrichtungen

Findet eine einzelne Bauart 1- oder Bauart 2-Verriegelungseinrichtung Verwendung, um einen Stoppbefehl zu erzeugen, so muss diese mechanisch zwangläufig betätigt werden mit Zwangsöffnung zwischen trennender Schutzeinrichtung, Betätigungselement und Kontaktelement (siehe 3.10, 3.11 und Tabelle 2).

Nicht mechanisch zwangläufige Betätigung einer Bauart 1-Verriegelungseinrichtung ist nur in Verbindung mit einer Bauart 1- oder Bauart 2-Verriegelungseinrichtung mit mechanisch zwangläufiger Betätigung zwischen trennender Schutzeinrichtung, Betätigungselement und Kontaktelement zulässig, insbesondere zur Vermeidung von Ausfällen gemeinsamer Ursache (siehe 8.3).

Tabelle 2 — Mechanisch zwangläufige und nicht mechanisch zwangläufige Betätigung von Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen

Mechanische Wirkung	Trennende Schutzeinrichtung geschlossen	Trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen	Arbeitsweise	Beispiel für Verhalten bei Ausfall
Zwangläufig			So lange die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist, wird der Tauchkern durch eine Nocke gedrückt. Ist die trennende Schutzeinrichtung geschlossen, verändert der Ausgang seinen Zustand durch die Wirkung einer Rückstellfeder.	Der Ausgang bleibt im sicheren Zustand, wenn die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist, selbst wenn die Feder bricht.
Nicht zwangläufig			So lange die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist, wird der Tauchkern durch eine Nocke gedrückt. Ist die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen, verändert der Ausgang seinen Zustand durch die Wirkung einer Rückstellfeder.	Bricht die Feder, kann der Ausgang in einen unsicheren Zustand fallen, selbst wenn die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist.

Bauart 3- oder Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen müssen entsprechend dem Betätigungsprinzip des verwendeten Positionsschalters betätigt werden.

Wenn eine Bauart 3- oder Bauart 4-Verriegelungseinrichtung die einzige Verriegelungseinrichtung ist, muss diese den Anforderungen des erforderlichen Sicherheitsintegritätslevels oder des erforderlichen Performance Levels (siehe IEC 60947-5-3) entsprechen, der durch die Sicherheitsfunktion und die Anforderungen an die Gestaltung zum Minimieren von Umgehungsmöglichkeiten vorgegeben ist (siehe Abschnitt 7).

5.1.4 Schnittstelle zu den Steuerungen

Das Ausgabesystem von Verriegelungseinrichtungen muss geeignet sein, um in eine nach ISO 13849-1 oder IEC 62061 gebaute Steuerung integriert werden zu können.

5.1.5 Mechanischer Anschlag

Wenn der Hersteller einer Verriegelungseinrichtung diese für geeignet erklärt als mechanischer Anschlag verwendet zu werden, muss der Wert der zulässigen Aufprallenergie angegeben werden (siehe auch 9.2.2 q)).

5.2 Zusätzliche Anforderungen an Zuhaltungseinrichtungen

5.2.1 Allgemeines

Wenn durch die Verwendung der Zuhaltungsfunktion Gefährdungen entstehen, sind zusätzliche Maßnahmen zu berücksichtigen (siehe 5.2.5 und ISO 12100:2010, 6.3.5.3).

Die Anforderungen von 5.2.1 sind anzuwenden, wenn die Zuhaltungsfunktion zum Personenschutz dient. Die Anforderungen gelten nicht, wenn die Zuhaltungsfunktion allein zum des Prozesses dient. Dennoch gilt: Wenn Zuhaltungsfunktion und Verriegelungsfunktion Teil der gleichen Einrichtung sind, darf die Verriegelungsfunktion der trennenden Schutzeinrichtung nicht durch eine nicht sicherbezogene Zuhaltungsfunktion verschlechtert werden (z. B. Zuhaltungsfunktion dient ausschließlich zum Schutz des Prozesses).

Die Anforderungen von 5.2.1 gelten sowohl für Zuhaltungseinrichtungen, die aus einzelnen Komponenten bestehen, als auch für Zuhaltungseinrichtungen, die integraler Bestandteil von Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung sind. Die Anforderungen gelten für alle Technologien.

Im arretierten Zustand muss die Zuhaltungseinrichtung überwacht werden. Die Überwachung muss geeignet sein, um in ein nach ISO 13849-1 oder IEC 62061 gebautes System integriert werden zu können.

5.2.2 Mechanische Zuhaltungseinrichtung

5.2.2.1 Allgemeines

Eine mechanische Zuhaltung muss durch das Einrücken zweier starrer Teile (formschlüssig) wirken.

Das Zuhaltungselement (z. B. Riegel), der zum Arretieren der trennenden Schutzeinrichtung vorgesehen ist, muss „durch Federkraft betätigt — durch Energie EIN entsperrt“ werden (siehe Bild 3 a)), es sei denn, dass die Risikobewertung ergibt, dass dieses Verfahren nicht geeignet ist. Wenn für eine bestimmte Anwendung andere Systeme (z. B. Bilder 3b), 3c)) verwendet werden, müssen diese ein gleichwertiges Sicherheitsniveau aufweisen.

ANMERKUNG 1 Wenn die Zuhaltung nicht durch Energie (EIN) entsperrt wird, führt ein Ausfall der Energie zu einem Entsperrern des Zuhaltungselementes. Häufig führt ein Ausfall der Energie zu einer erheblich verlängerten Anhaltezeit der Maschine und der Zugang zu den Gefahren kann vor dem Anhalten der Bewegungen (oder dem Verschwinden anderer Gefahren) möglich sein. Dies sollte in der Risikobeurteilung berücksichtigt werden und zusätzliche Maßnahmen können erforderlich sein.

Für „durch Federkraft betätigte — durch Energie (EIN) entsperrte“ Systeme (siehe Bild 3a)) muss eine Zuhaltungseinrichtung mit Hilfs- oder Notentriegelung (siehe 5.2.5.3 und 5.2.5.4) vorgesehen werden.

Die Zuhaltungseinrichtung darf gefährliche Maschinenfunktionen nur bei geschlossener und zugehaltener trennender Schutzeinrichtung zulassen.

Bild 6 zeigt die Funktionsweise einer solchen Einrichtung.

ANMERKUNG 2 Schlüsseltransfersysteme, siehe B.2.

5.2.2.2 Überwachung der Zuhaltung

Zusätzlich zu den Anforderungen in 5.2.2 gelten die Anforderungen von 5.2.2.2.

Die vollständige Arretierstellung des Zuhaltungselementes ist in Übereinstimmung mit den Anforderungen aus 5.1.4 zu überwachen.

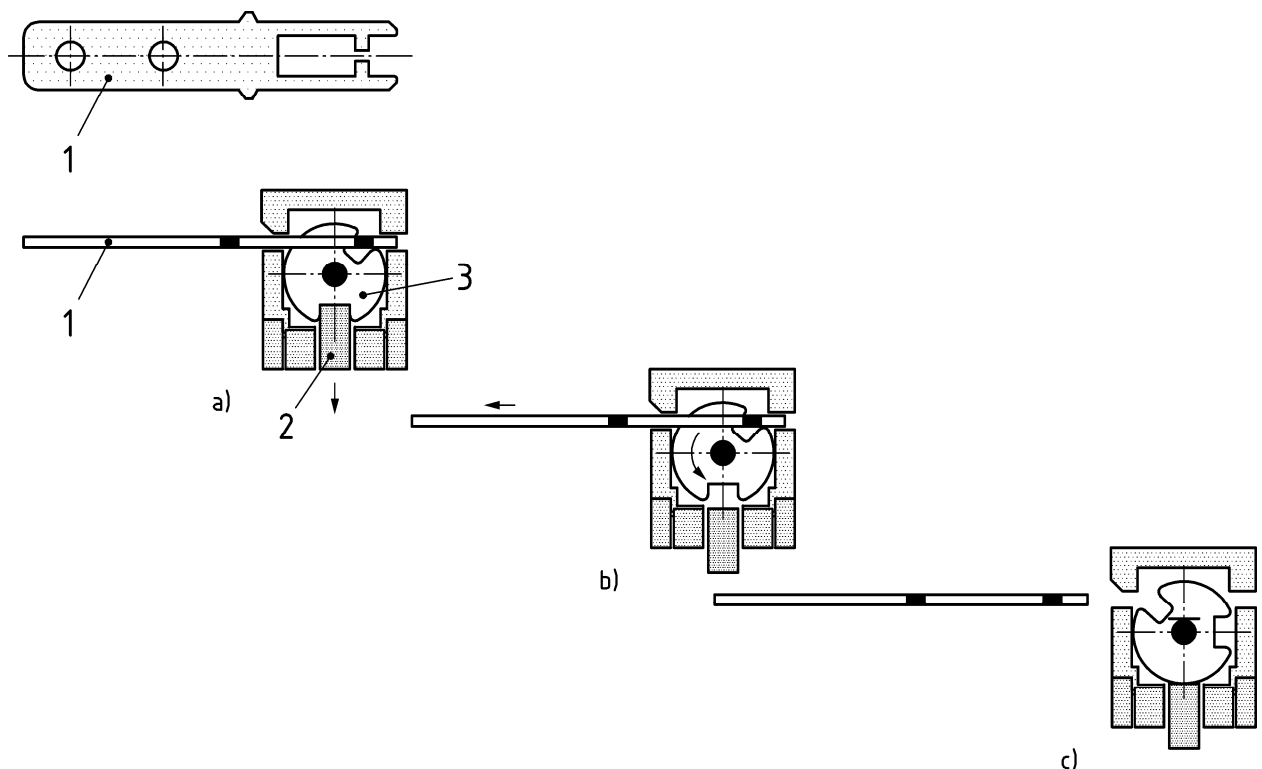
ANMERKUNG Diese Anforderung ermöglicht die folgenden Funktionen:

- Die gefährlichen Maschinenfunktionen können nicht gestartet werden, bis sich das Zuhaltungselement vollständig in der Arretierstellung befindet (siehe Anhang F);
- die gefährliche Maschinenbewegung kann gesteuert werden (z. B. gebremst durch externe Einrichtungen);
- bei einem unbeabsichtigten Energieausfall kann ein sicherer Zustand eingeleitet werden.

Ist die Zuhaltungseinrichtung gebaut, um automatisch aktiviert zu werden, wenn die trennende Schutzeinrichtung die Position geschlossen erreicht hat, muss die Zuhaltungseinrichtung den resultierenden mechanischen Kräften standhalten.

Für eine wirksame Überwachung der Zuhaltungseinrichtung muss eines der folgenden Verfahren sichergestellt sein

- das Zuhaltungselement kann nur die Arretierposition fallen, wenn sich die bewegliche trennende Schutzeinrichtung in der Position geschlossen befindet (siehe Bild 6);
- die Überwachung des Zuhaltungselementes und die zusätzliche Überwachung der Stellung der trennenden Schutzeinrichtung müssen für die Verriegelung verwendet werden.



Legende

- | | | |
|---|---|---|
| a) trennende Schutzeinrichtung geschlossen und zugehalten | 1 | Betätigungselement (Zunge) |
| b) trennende Schutzeinrichtung geschlossen und nicht zuhalten | 2 | Zuhaltungselement (Riegel) |
| c) trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen und nicht zugehalten | 3 | Betätigungssystem (interne Kurvenscheibe) |

ANMERKUNG Bei dieser Art Positionsschalter hat das Betätigungselement zwei Funktionen: das Betätigen der Kontakte (nicht im Bild gezeigt) und die Zuhaltungsfunktion zusammen mit der internen Kurvenscheibe und dem Riegel. Der Riegel kann durch externe Mittel betätigt werden, z. B. durch einen Magneten oder einen pneumatischen Zylinder.

Bild 6 — Bauart 2-Verriegelungseinrichtung mit Zuhaltung

5.2.3 Elektromagnetische Zuhaltungseinrichtung

5.2.3.1 Allgemeines

Die erforderliche Kraft für das Zuhalten der trennenden Schutzeinrichtung wird durch Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes aufgebracht (siehe Bild 3 d)).

5.2.3.2 Überwachung der Zuhaltung

Zur Bestimmung, wann die festgelegte Zuhaltungskraft erreicht und gehalten wird, muss die Zuhaltungskraft überwacht werden (siehe 6.2.2 und Anhang I).

ANMERKUNG Diese Anforderung ermöglicht die folgenden Funktionen:

- im Falle eines unerwarteten Ausfalls der Energie kann ein sicherer Zustand eingeleitet werden;
- nur bei geschlossener beweglicher trennender Schutzeinrichtung kann eine gefährliche Funktion gestartet werden;
- Anhalten der Maschine oder andere Mittel zur Beseitigung der Gefahr werden gestartet;
- die gefährlichen Maschinenfunktion sind steuerbar (z. B. Bremsen der gefährlichen Bewegung durch externe Ausrüstung).

5.2.4 Zuhaltungskraft

Der Hersteller der Zuhaltungseinrichtung muss sicherstellen, dass die Zuhaltungseinrichtung in Arretierstellung der festgelegten Zuhaltungskraft F standhält. Der Hersteller muss eine Zuhaltungskraft festlegen, die kleiner oder gleich der Zuhaltungskraft F_{Zh} sein muss, die durch folgende Prüfung bestimmt wird:

— Prüfung

Die Zuhaltungseinrichtung wird bestimmungsgemäß auf einem Sockel befestigt. Danach wird die Zuhaltungseinrichtung bis zum Ausfallpunkt der Zuhaltungsfunktion belastet, und zwar derart, dass das Zuhaltungsmittel mit höchstem Betriebswinkel mit konstanter Geschwindigkeit in Richtung "trennenden Schutzeinrichtung offen" bewegt wird. Während dieser Belastung wird die höchste Kraft F_{1max} während des Verformungsverlaufs gemessen. Die Prüfung muss mit einem unbenutzten neuwertigen Prüfling durchgeführt werden.

— Abschätzung

Auf Grundlage der während der Prüfung höchsten gemessenen Kraft F_{1max} wird, unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors S die Zuhaltungskraft F_{Zh} unter Verwendung der nachstehenden Formel ermittelt:

$$F_{Zh} = \frac{F_{1\max}}{S}$$

mit

$$S = 1,3$$

— Anforderungen an die Prüfeinrichtung

Zuggeschwindigkeit: konstant ($10 \pm 0,25$) mm/min

— Anforderungen an das Kraftmessgerät

Abtastfrequenz: ≥ 10 Hz

Messgenauigkeit der höchsten Kraft: $\pm 2,5$ %

5.2.5 Zusätzliche Entsperrung der Zuhaltung

5.2.5.1 Allgemeines

Je nach Anwendung können zusätzliche Entsperrungsmöglichkeiten erforderlich sein. Für eine Auswahl siehe 6.2.3.

5.2.5.2 Fluchtentsperrung der Zuhaltung

Folgende Anforderungen müssen erfüllt sein, wenn die Zuhaltungseinrichtung mit einer Fluchtentsperrung ausgestattet ist:

- Ein absichtliches Entsperren der Verriegelungseinrichtung mit Zuhaltung aus dem Inneren des geschützten Bereiches muss jederzeit ohne Hilfsmittel und unabhängig vom Betriebszustand möglich sein;
- das Entsperrmittel muss von Hand betätigbar sein und direkt auf den Zuhaltungsmechanismus wirken;
- das Entsperrmittel für die Fluchtentsperrung der Zuhaltung darf nur aus dem Inneren des gesicherten Bereiches heraus zugänglich sein und muss so gestaltet und installiert sein, dass es leicht zu betätigen ist.

5.2.5.3 Notentsperrung der Zuhaltung

Folgende Anforderungen müssen erfüllt sein, wenn die Zuhaltungseinrichtung mit einer Notentsperrung ausgestattet ist:

- Die Notentsperrung der Zuhaltung muss deutlich mit dem Hinweis gekennzeichnet sein, dass sie nur im Notfall zu benutzen und so anzubringen und/oder zu schützen ist, dass ein unbeabsichtigtes Öffnen der Zuhaltung vermieden ist;
- ein vorsätzliches Entsperren der Verriegelungseinrichtung mit Zuhaltung muss ohne Hilfsmittel und unabhängig vom Betriebszustand möglich sein;
- das Entsperrmittel muss von Hand betätigbar sein und muss direkt auf den Zuhaltungsmechanismus wirken;
- Die Notentsperrung der Zuhaltung muss so gestaltet sein, dass eine Betätigung der Notentsperrung einen Stoppbefehl auslöst und zu einer Sperrung des Zuhaltmittels im entsperrten Zustand führt;

- Ein Zurücksetzen der Notentsperrung darf nur möglich sein mit Hilfe eines Spezialwerkzeugs oder eines Schlüssels oder durch andere Möglichkeiten (z. B. Auswechseln des Bauteils), die das gleiche Sicherheitsniveau erreichen. Dieses Zurücksetzen kann auf Steuerungsebene erfolgen.

ANMERKUNG Unter der Voraussetzung, dass die Notentsperrung der Zuhaltung den Bedingungen einer Fluchtentsperrung für Zuhaltungen entspricht, ist die Notentsperrung der Zuhaltung auch die Fluchtentsperrung der Zuhaltung.

5.2.5.4 Hilfsentsperrung einer Zuhaltung

Folgende Anforderungen müssen erfüllt sein, wenn die Zuhaltungseinrichtung mit einer Hilfsentsperrung ausgestattet ist:

- Die Hilfsentsperrung einer Zuhaltung muss gegen unbeabsichtigte Betätigung geschützt sein (z. B. durch Plomben, Schutzanstriche), da eine Hilfsentsperrung nur in Ausnahmefällen zu betätigen ist. Die Betriebsanleitung muss darauf hinweisen, dass vor Wiederaufnahme des Normalbetriebs der Schutz wiederherzustellen ist;
- das Entsperrn der Zuhaltungseinrichtung darf nur absichtlich durch Benutzen von Werkzeug oder Schlüssel möglich sein;
- die Hilfsentsperrung einer Zuhaltung muss so gestaltet sein, dass eine Betätigung der Hilfsentsperrung einen Stoppbefehl auslöst und zu einem Sperren des Zuhaltemittels im entsperrten Zustand führt;
- die Entsperrung des Zuhaltemittels aus der nicht zugehaltenen Position darf nur möglich sein mit einem Spezialwerkzeug oder einem Schlüssel oder durch andere Methoden, die das gleiche Sicherheitsniveau erreichen.

5.2.6 Anforderungen an Befestigungen

Die Befestigung von Zuhaltungseinrichtungen muss den Anforderungen in 5.1.1 entsprechen und so gestaltet sein, dass sie den Zuhaltungskräften standhält.

6 Auswahl einer Verriegelungseinrichtung

6.1 Allgemeines

Bei der Auswahl einer Verriegelungseinrichtung für eine Maschine sind alle Phasen der Lebensdauer der Verriegelungseinrichtung zu berücksichtigen.

Bei der Auswahl müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden; es können jedoch noch weitere Kriterien eine Rolle spielen:

- Die Anwendungsbedingungen und die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine (siehe 6.3, ISO 12100:2010, 3.23 und 5.3);
- die an der Maschine auftretenden Gefahren (siehe ISO 12100:2010, 5.4);
- die Schwere der möglichen Verletzung (siehe ISO 12100:2010, 5.5);
- die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls der Verriegelungseinrichtung (siehe Abschnitt 8);
- die Nachlaufzeit des Gesamtsystems und die Zugangszeit (siehe 6.2.1);
- der erforderliche Performance Level PL (siehe ISO 13849-1:2006) oder Sicherheitsintegritätslevel SIL (siehe IEC 62061:2005) der Sicherheitsfunktion (siehe 8.1);
- nach 9.2.2 zu berücksichtigende Benutzerinformationen.

Bauart 3- oder Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen können verwendet werden, um Probleme bei der Verwendung von Bauart 1- oder Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen zu überwinden, wenn eine trennende Schutzeinrichtung von der Maschine komplett entfernt werden kann und/oder wenn die Umgebungsbedingungen eine einen (oder mehrere) abgedichtete(n) Positionsschalter erfordern.

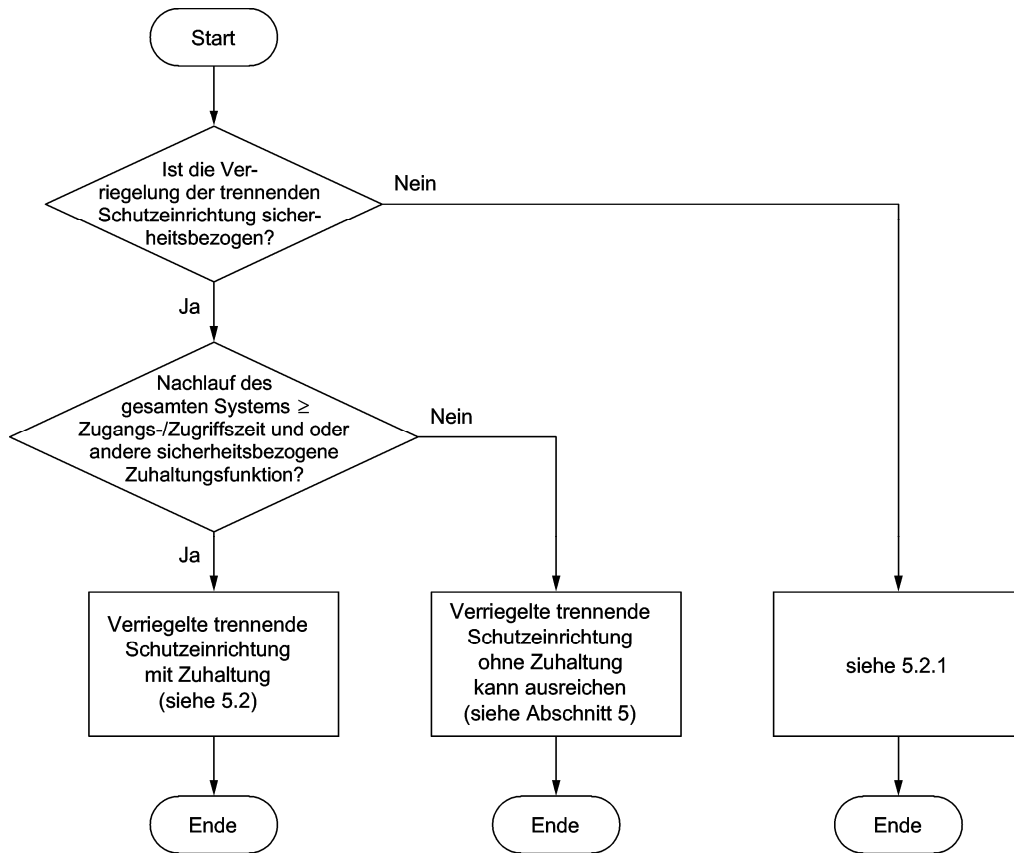


Bild 7 — Festlegung der Notwendigkeit einer Zuhaltungseinrichtung

6.2 Auswahl einer Zuhaltungseinrichtung

6.2.1 Nachlauf des gesamten Systems und Zugangszeit

Wenn die Nachlaufzeit des gesamten Systems (siehe 3.21) größer oder gleich der von einer Person zum Erreichen der Gefahrenzone (siehe Bild 7) benötigten Zugangszeit ist, muss eine Verriegelungseinrichtung mit Zuhaltung verwendet werden.

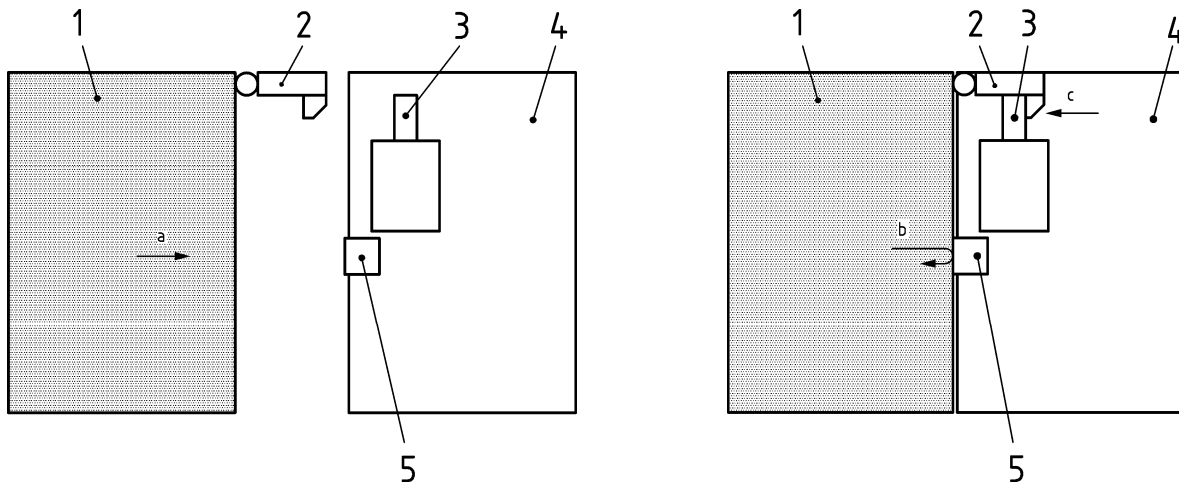
Die Zugangszeit muss aus dem Abstand zwischen Gefahrenzone und trennender Schutzeinrichtung zusammen mit der Annäherungsgeschwindigkeit berechnet werden (für typische Werte, siehe ISO 13855:2010).

6.2.2 Besondere Anforderungen an die Auswahl von Zuhaltungseinrichtungen

Die Einrichtung muss so ausgewählt werden, dass sie den zu erwartenden Kräften widersteht. Dynamische Effekte wie Prellen müssen auch berücksichtigt werden.

Sind die erwarteten Aufprallkräfte höher als die Kräfte, denen die ausgewählte Einrichtung standhalten kann, müssen Maßnahmen zur Verringerung oder Vermeidung dieser Kräfte getroffen werden.

ANMERKUNG Eine dynamische Kraft tritt auf, wenn die Tür geschlossen ist und der Zuhaltungsmechanismus bereits aktiviert ist, siehe Bild 8.



a) Tür nicht geschlossen

b) Tür geschlossen und zugehalten

Legende

- | | |
|--|---|
| 1 bewegliche trennende Schutzeinrichtung | 4 feststehender Teil der trennenden Schutzeinrichtung |
| 2 Betätigungselement und Scharnier | 5 Anschlag der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung |
| 3 Zuhaltungsmechanismus (Riegel) der trennenden Schutzeinrichtung | |
| a Schließrichtung | c auf den Zuhaltungsmechanismus wirkende dynamische Kraft |
| b Abprall am Anschlag der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung | |

Bild 8 — Beispiel einer Zuhaltungseinrichtung, auf die dynamische Kräfte wirken

Die Festigkeit der mechanischen Zuhaltungselemente oder die Zuhaltungskraft der elektromagnetischen Zuhaltung müssen ausreichend hoch sein, um ein Öffnen der trennenden Schutzeinrichtung aus der geschlossenen Position ohne den Einsatz eines Brecheisens oder ähnlicher schwerer Werkzeuge zu verhindern.

Die erforderliche Zuhaltungskraft muss der bestimmungsgemäße Anwendung und der Konstruktion der trennenden Schutzeinrichtung angepasst sein (weitere Informationen, siehe Anhang I und ISO 14120).

ANMERKUNG Die Festlegung der entsprechenden Zuhaltungskräfte ist Aufgabe einer Typ C-Norm oder eines Maschinenbauers.

Sieht die bestimmungsgemäße Verwendung der Zuhaltungseinrichtung bei Erreichen der Position geschlossen eine automatische Betätigung vor, muss die ausgewählte Zuhaltungseinrichtung den resultierenden mechanischen Kräften widerstehen.

6.2.3 Auswahl von zusätzlichen Entsperrung von Zuhaltungseinrichtungen

Ist vernünftigerweise vorhersehbar, dass eine Person eingeschlossen oder sie einer Gefahrensituation ausgesetzt ist (z. B. im Brandfall) bei Ausfall der Energie innerhalb des durch die Zuhaltungseinrichtung gesicherten Bereiches, müssen Maßnahmen zur Vermeidung dieser Gefahr getroffen werden. Beispiele für solche Maßnahmen sind nachstehend genannt, wobei die Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt:

- Fluchtentsperrung für die Zuhaltungseinrichtung nach 5.2.5.2;

- Hilfsentsperrung für die Zuhaltungseinrichtung nach 5.2.5.3;
- besondere Konstruktion der trennenden Schutzeinrichtung, um eine Flucht zu ermöglichen;
- die Hilfsentsperrung einer Zuhaltung kann notwendig sein, wenn vorhersehbar ist, dass es notwendig ist, in bestimmten Situationen den gesicherten Bereich zu erreichen.

ANMERKUNG Siehe 5.2.5, ISO 12100:2010, 6.3.5.3 und ISO 11161:2007, 8.9.

6.3 Berücksichtigung von Umwelteinflüssen

6.3.1 Allgemeines

Die Technologie und die Bauart der Einrichtung müssen berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass sie für die Verwendungsbedingungen (z. B. Umwelt, Hygiene) und für die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine geeignet ist.

Bei der Auswahl der geeigneten Verriegelungseinrichtung sind die Umwelteinflüsse zu berücksichtigen. Kriterien sind z. B.:

- Temperatur,
- Staub,
- Feuchtigkeit,
- Schwingungen und Stöße,
- Hygiene,
- elektromagnetische Einflüsse.

Die Verriegelungseinrichtung muss allen vorhersehbaren Einflüssen während der zu erwartenden Lebenszeit standhalten.

ANMERKUNG 1 Grund für einen Ausfall kann Korrosion durch Salze, Säuren oder Lauge (z. B. Seewasser) sein, und die Möglichkeit solcher Auswirkungen, insbesondere über die Zeit, sollte in Betracht gezogen werden. Die spezifische Konstruktion der Verriegelung und die verwendete technologische Bauart können bewirken, dass sie anfällig ist für das Eindringen von Chemikalien oder Partikel. Für Bereiche mit signifikanten Verschmutzungen sollte Rat vom Hersteller eingeholt werden.

ANMERKUNG 2 Bei einer Kombination von Magnetschaltern mit Sicherheitssteuergerät sollte der Anwender prüfen, dass mögliche Stromspitzen durch das Sicherheitssteuergerät die zulässigen Grenzwerte des Schalters nicht überschreiten.

6.3.2 Einfluss von Staub auf Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen

Bei Verwendung von Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen muss eine mögliche Verschmutzung an der Einbauposition berücksichtigt werden. Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen können für Anwendungen ungeeignet sein, bei denen das Eindringen von Partikeln, Spänen oder Staub nicht ohne geeignete Maßnahmen (z. B. Staubabdeckung) verhindert werden kann.

ANMERKUNG 1 Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen können für einige Anwendungen ungeeignet sein, z. B. in Kalksandsteinbergwerken, für Pulverbeschichtungen, beim Schneiden von Holz und Metall. Für diese Anwendungen können z. B. Bauart 3- oder Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen besser geeignet sein.

ANMERKUNG 2 Da das Betätigungselement in den Positionsschalter eingeführt wird, weist der Positionsschalter eine Öffnung auf, die das Eindringen von Staub ermöglicht. Die angegebene Schutzart IPXX bezieht sich ausschließlich auf das elektrische Gehäuse. Die Verschmutzung der mechanischen Teile kann zu einer Schwächung des Mechanismus und zu einem gefährlichen Ausfall der Verriegelungseinrichtung führen.

7 Konstruktion zum Verringern von Umgehungsmöglichkeiten von Verriegelungseinrichtungen

7.1 Allgemeines

Die Maschine sollte so gestaltet sein, dass Anreize zum Umgehen der Verriegelungseinrichtungen auf ein Minimum herabgesetzt werden.

Die Verriegelungseinrichtung muss die minimal möglichen Wechselwirkungen mit den Tätigkeiten während des Betriebes und anderen Phasen während der Lebensdauer bereitstellen, um den Anreiz zum Umgehen der Verriegelungseinrichtung herabzusetzen.

Ein Umgehen auf vernünftigerweise vorhersehbare Weise muss die Merkmale der spezifischen Anwendung in Betracht ziehen und sollte deshalb auf einer Risikobewertung basieren (siehe ISO 12100:2010, 5.5.3.6).

ANMERKUNG Einer Verbesserung der funktionalen Verlässlichkeit und Bedienbarkeit der Maschine sind die Hauptkriterien bei der Reduzierung der Anreize zum Umgehen von Schutzvorrichtungen jeglicher Art.

Um ein Umgehen in vernünftigerweise vorhersehbarer Weise zu vermeiden, ist folgendes Verfahren zu befolgen:

- a) Anwenden der grundlegenden Maßnahmen aus 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3 und 6.2.2 zur Herabsetzung der Umgehungsmöglichkeiten auf ein Minimum.

Bauart 2- oder Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen müssen verwendet werden, es sei denn, dass durch eine Risikobewertung ein Umgehen ausgeschlossen wurde.

- b) Festlegen, ob ein Anreiz zum Umgehen der Verriegelungseinrichtungen besteht.

ANMERKUNG 1 Die Berücksichtigung von Erfahrungen im Einsatz ist hilfreich, siehe ISO 12100:2010, 5.2 c).

ANMERKUNG 2 Tabelle H.1 in Anhang H kann als Leitfaden zur Einschätzung und/oder Abschaffung der Anreize zum Umgehen der Verriegelungseinrichtungen benutzt werden.

- c) Überprüfen, inwieweit die Anreize zum Umgehen der Verriegelungseinrichtungen durch Veränderungen in der Gestaltung eliminiert werden können. Wenn möglich, ist der Anreiz zum Umgehen zu verhindern oder auf ein Minimum herabzusetzen.

ANMERKUNG 3 Der Anreiz zum Umgehen kann durch Durchführung alternativer Betriebsarten vermieden werden. Alternative Betriebsarten sind beispielsweise spezielle Betriebsarten zum Einstellen, Werkzeugwechsel, Wartung oder Prozessüberwachung. Sie hängen stark von der Art der Maschine und ihrer Anwendung ab. Dies ist jedoch ein Thema für Typ C-Normen und kann aus diesem Grund nicht ausführlich in dieser Norm behandelt werden.

ANMERKUNG 4 Für Typ C-Normen sollten Maßnahmen in Übereinstimmung mit Tabelle 3 als Mindestanforderungen ausgewählt werden.

- d) Zusätzliche Maßnahmen (siehe 7.2) sind erforderlich, wenn ein Umgehen auf vernünftigerweise vorhersehbare Weise weiterhin besteht.

Bild 9 zeigt eine schematische Darstellung der Methodik zur Bestimmung von möglichen Anreizen und die vom Maschinenhersteller erbrachten erforderlichen Maßnahmen.

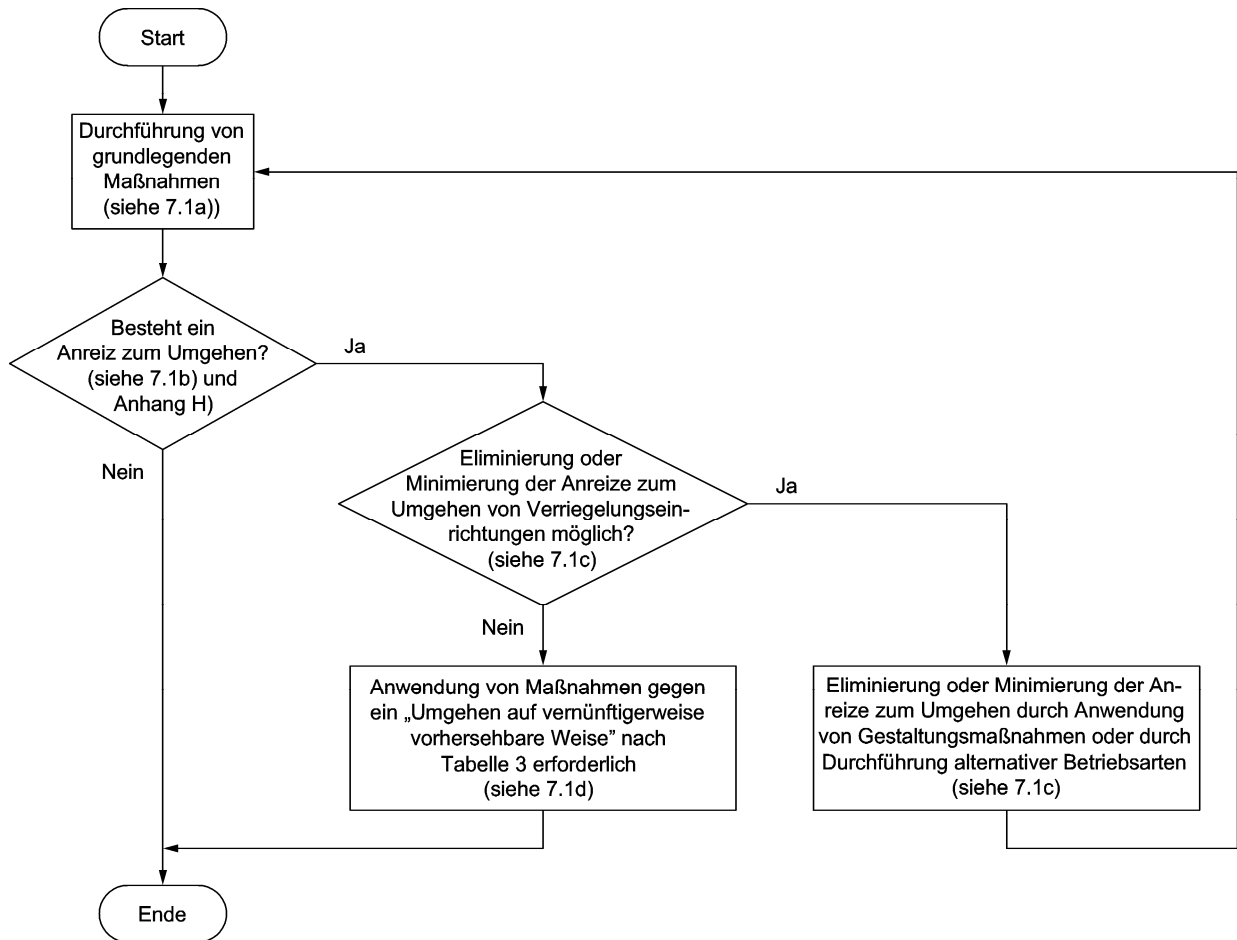


Bild 9 — Methodik zur Bestimmung der möglichen Anreize und der vom Hersteller erbrachten erforderlichen Maßnahmen

7.2 Zusätzliche Maßnahmen zur Minimierung der Möglichkeiten zum Umgehen von Verriegelungseinrichtungen

Verriegelungseinrichtungen müssen so ausgewählt und/oder installiert werden, dass ein Umgehen auf vernünftigerweise vorhersehbare Art vermieden ist.

Nachfolgend sind Beispiele für mögliche Maßnahmen gegen ein Umgehen auf vernünftigerweise vorhersehbare Art aufgeführt. Die Anforderungen sind in Tabelle 3 zu finden.

- a) Vermeiden der Zugänglichkeit zu den Elementen der Verriegelungseinrichtung durch
 - 1) Anbringen außer Reichweite (siehe Bild 12),
 - 2) Absperrungen oder Abschirmung (siehe Bilder 10 und 11),
 - 3) Anbringung an versteckter Position;
- b) Vermeiden einer Ersatzbetätigung der Verriegelungseinrichtung durch sofort verfügbare Gegenstände
 - 1) kodierter Betätiger mit geringer Kodierungsstufe,
 - 2) kodierte Betätiger mit hoher Kodierungsstufe;

c) Vermeiden, dass die Elemente der Verriegelungseinrichtung abgebaut werden oder ihre Lage verändert wird durch

- 1) Verwendung von nicht-lösbaren Befestigungen (z. B. Schweißen, Kleben, Einwegschrauben, Nieten);

ANMERKUNG 1 Wenn während der Lebensdauer der Maschine Fehler zu erwarten sind und ein schnelles Auswechseln gefordert ist, ist die Verwendung von nicht-lösbaren Befestigungen nicht die geeignete Lösung. In diesem Fall können zur Sicherung der Risikominderung andere Maßnahmen angewendet werden.

d) Vermeiden eines Umgehens durch

- 1) Integration einer Umgehungsüberwachung in die Steuerung

i) Zustandsüberwachung,

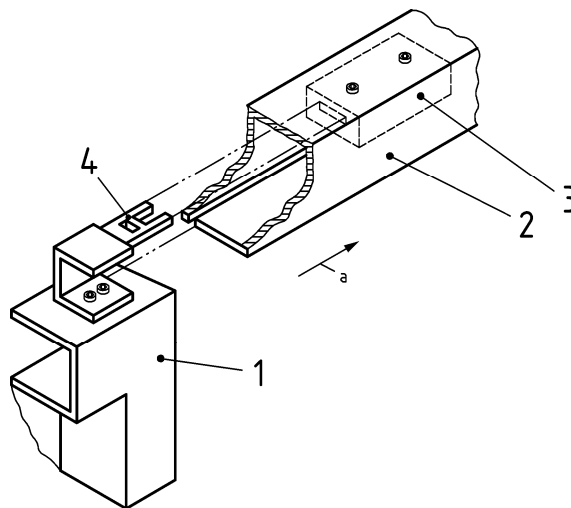
ANMERKUNG 2 Plausibilitätsprüfung während eines Maschinenzklus: Die Steuerung erwartet beispielsweise das Öffnen einer Tür in einem bestimmten Maschinenzklus oder nach einer bestimmten Zeit. Das Fehlen des Steuersignals kann auf ein Umgehen hinweisen.

ii) periodische Prüfungen;

ANMERKUNG 3 Der Bediener wird von der Steuerung zur Betätigung der Schutzeinrichtung aufgefordert. Das Fehlen des erwarteten Steuersignals weist auf ein Umgehen hin.

- 2) Verwendung einer zusätzlichen Positionsbestimmung und Plausibilitätsprüfung;

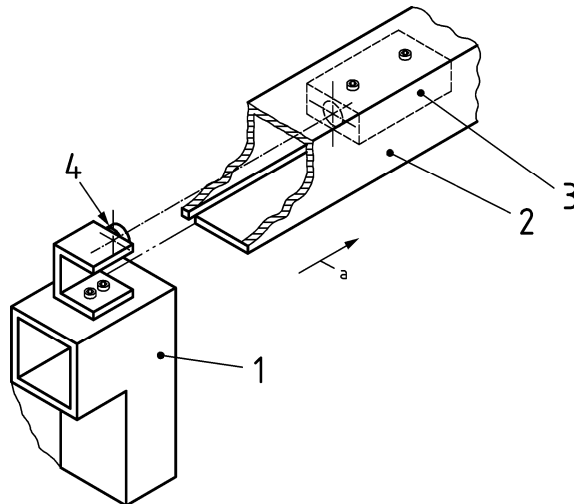
e) Vermeiden einer Zwangsöffnung einer elektromagnetisch betätigten trennenden Schutzeinrichtung in der geschlossenen Position, indem ein Zurücksetzen der Verriegelungseinrichtung nach einer Unterbrechung der gefährdenden Maschinenfunktion erst nach 10 Minuten wieder möglich ist.



Legende

- | | | | | | |
|---|---|---|--------------------|--------------|-----------------|
| 1 | verschiebbare trennende Schutzeinrichtung (nicht geschlossen) | 3 | Positionsschalter | ^a | Schließrichtung |
| 2 | Abdeckung (feststehendes Teil) | 4 | Betätigungselement | | |

Bild 10 — Beispiel eines Umgehungsschutzes einer Bauart 2-Verriegelungseinrichtung durch Hindernisse oder Abschirmung

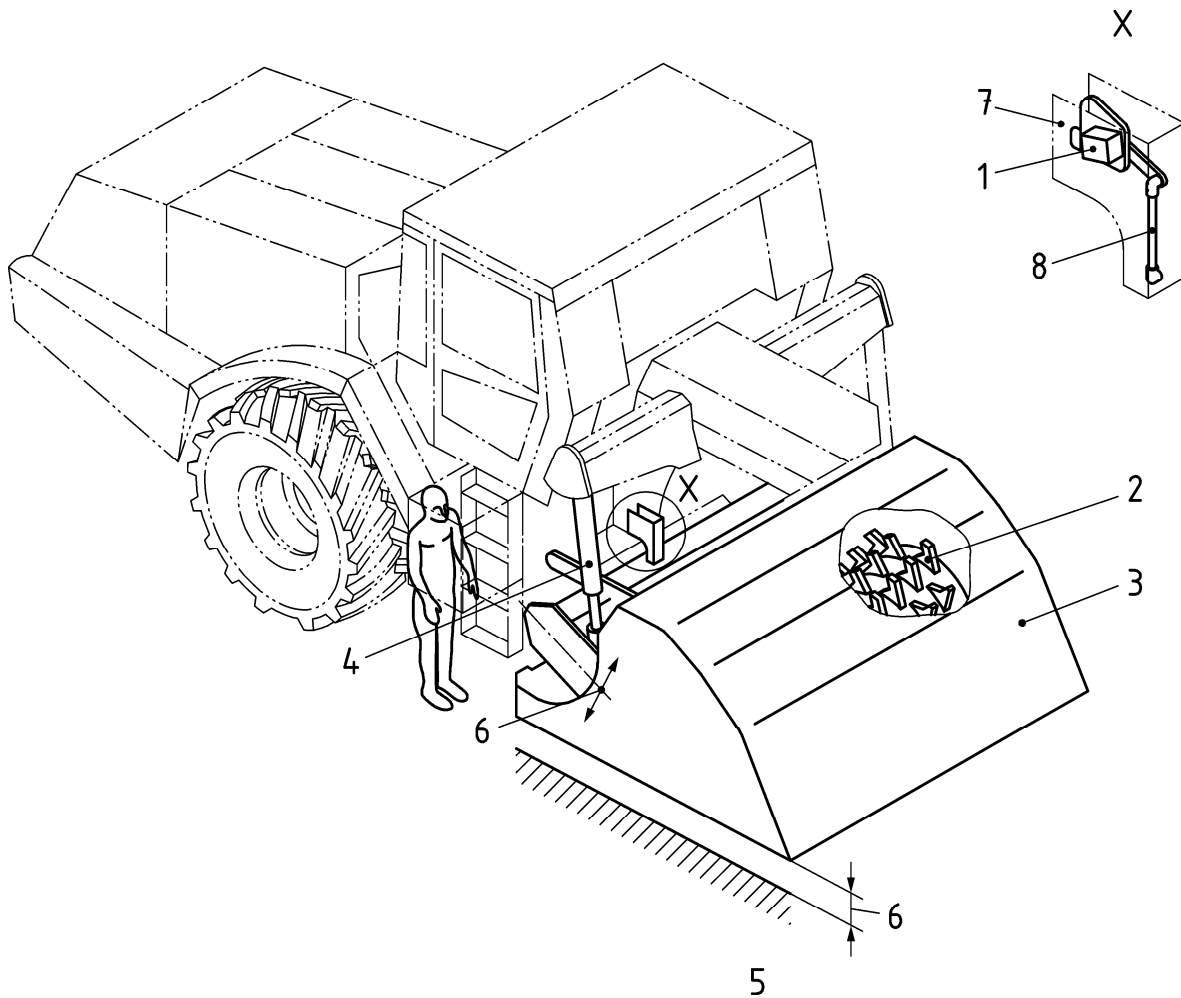


Legende

- | | | | | | |
|---|---|---|--------------------|---|-----------------|
| 1 | trennende Schutzeinrichtung
(geöffnet) | 3 | Positionsschalter | a | Schließrichtung |
| 2 | Abdeckung (feststehendes Teil) | 4 | Betätigungselement | | |

ANMERKUNG Ein Umgehen der Verriegelungseinrichtung wird durch die Abdeckung (2) oder durch das Vorhandensein der davor angebrachten trennenden Schutzeinrichtung.

Bild 11 — Beispiele für einen Umgehungsschutz für Bauart 3- oder Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen durch Hindernisse oder Abschirmung – verschiebbare trennende Schutzeinrichtung



Legende

- | | |
|--|---|
| 1 Drehwinkel-Positionsschalter | 5 Öffnungsrichtung der trennenden Schutzeinrichtung |
| 2 Rotor (gefährliches Werkzeug) | 6 prozessbedingte Höhe über dem Boden |
| 3 trennende Schutzeinrichtung | 7 Formverbindung zum Rahmen |
| 4 Hebevorrichtung der trennenden Schutzeinrichtung | 8 Kupplungsbetätigung |

Bild 12 — Beispiel eines Umgehungsschutzes mit Drehwinkel betätigter Verriegelungseinrichtung durch Anbringung außer Reichweite an einer Straßenbaumaschine

Tabelle 3 — Zusätzliche Maßnahmen für Verriegelungseinrichtungen gegen Umgehen

Grundsätze und Maßnahmen	Bauart 1-Verriegelungseinrichtung , außer Scharnier betätigte, und Bauart 3-Verriegelungseinrichtungen	Bauart 1-Verriegelungseinrichtung, nur Scharnier betätigt	Bauart 2- und Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen mit niedriger Kodierungsstufe nach 7.2 b) 1) mit oder ohne elektromagnetischer Zuhaltung	Bauart 2- und Bauart 4-Verriegelungseinrichtungen mit hoher Kodierungsstufe nach 7.2 b) 2) mit oder ohne elektromagnetischer Zuhaltung	Schlüsseltransfersysteme (mit mittlerer oder hoher Kodierungsstufe, siehe Anmerkung 2)
Anbringen außer Reichweite, siehe 7.2 a) 1)					
Absperrung/Abschirmung, siehe 7.2 a) 2)					
Anbringen in versteckter Position, siehe 7.2 a) 3)	X		X		
Zustandsüberwachung oder periodische Prüfung, siehe 7.2 d) 1) i) und ii)					
Nicht-lösbare Befestigung von Positionsschalter und Nocken, siehe 7.2 c) 1)					
Nicht-lösbare Befestigung des Positionsschalters, siehe 7.2 c) 1)		M			M
Nicht-lösbare Befestigung des Betätigungselementes oder Nockens, siehe 7.2 c) 1)			M	M	
Zusätzliche Positionsabtastung und Plausibilitätsprüfung, siehe 7.2 d) 2)	R		R		
Bei elektromagnetischer Zuhaltung und wenn die trennende Schutzeinrichtung gewaltsam geöffnet wurde: Unterbrechung der gefährdenden Maschinenfunktion und Zurücksetzen der Verriegelungseinrichtung erst nach 10 Minuten wieder möglich, siehe 7.2 e)			M	M	
<p>X Die Anwendung von mindestens einer dieser Maßnahmen ist vorgeschrieben M vorgeschriebene Maßnahme R empfohlene Maßnahmen (zusätzlich)</p> <p>ANMERKUNG 1 Tabelle 3 ist gedacht als Hilfe bei der Auswahl von geeigneten Maßnahmen zu Schutz vor Umgehen der Verriegelungseinrichtungen. Abhängig von der Risikobewertung können eine oder mehrere der angegebenen Maßnahme erforderlich sein.</p> <p>ANMERKUNG 2 Ist die Anzahl der auf einer Baustelle verwendeten Verriegelungseinrichtungen bekannt, können kodierte Betätigungselemente als sinnvolle Maßnahme gegen ein Umgehen auf vernünftigerweise vorhersehbare Art unter folgenden Bedingungen eingesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> — unterschiedliche Kodierung für jede Maschine, wenn die Kodierung auf der Einrichtung gekennzeichnet ist und — Betätigungselement mit mittlerer oder hoher Kodierungsstufe. 					

7.3 Gestaltungsmaßnahmen zur Minimierung eines Umgehens von Verriegelungseinrichtungen mit Steckverbindung

Schutz gegen Umgehen muss durch mindestens eine der folgenden Maßnahmen erzielt werden:

- a) durch eine derartige Anordnung der Steckdose, dass sie bei geöffneter trennender Schutzeinrichtung nicht zugänglich ist;
- b) durch Verwendung einer Mehrfachsteckvorrichtung, deren verdeckte Verdrahtung die Wiederherstellung des unterbrochenen Stromkreises erschwert;
- c) durch Verwendung einer Steckvorrichtung, die speziell für jede einzelne Anwendung gestaltet ist, oder deren Ersatzteile nicht ohne weiteres verfügbar sind;
- d) durch weitere gleichwertige Maßnahmen.

ANMERKUNG Die Verdrahtungsanordnung („Ringleitung“ genannt) erfordert die Verwendung einer zusätzlichen Leitung mit einer Steckvorrichtung am Ende, um den unterbrochenen Stromkreis bei geöffneter trennender Schutzeinrichtung wiederherstellen zu können; diese Maßnahme trägt zum Schutz gegen Umgehen bei.

8 Anforderungen an die Steuerung

8.1 Allgemeines

Verriegelungseinrichtungen sind sicherheitsbezogene Teile der Steuerung (SRP/CS) einer Maschine (siehe ISO 13849-1) oder eines Untersystems oder eines Elementes in einem Subsystem einer sicherheitsbezogenen elektrischen Steuerung (SRECS) (siehe IEC 62061) mit der Aufgabe, Gefährdungssituationen zu vermeiden.

ANMERKUNG Beispiele von Verriegelungseinrichtungen in verschiedenen Architekturen sind in Anhang G gegeben.

8.2 Fehlerbewertung

Eine Verriegelungseinrichtung mit einem geforderten $PL_r = e$ nach ISO 13849-1 oder SIL 3 nach IEC 62061 erfordert eine Mindest-Fehlertoleranz von 1 (z. B. zwei Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen) für diesen Performance Level, da im Normalfall Fehler nicht auszuschließen sind, z. B. gebrochene Betätigungselemente. Ein Fehlerausschluss kann jedoch akzeptable sein, wie z. B. Kurzschluss in der Verdrahtung in einem Bedienpult, das entsprechend der relevanten Normen konstruiert wurde. Gleiches gilt für einen geforderten $PL_r = d$ und SIL 2, es sei denn, dass eine vollständige Begründung in Übereinstimmung mit ISO 13849-1 oder IEC 62061 vorliegt.

Für Anwendungen mit Verriegelungseinrichtungen mit automatischer Überwachung zum Erreichen des erforderlichen Diagnosedeckungsgrades für den geforderten PL_r kann bei jedem Zustandswechsel, z. B. bei jedem Zugang, eine Funktionsprüfung (siehe IEC 60204-1:2005, 9.4.2.4) durchgeführt werden. Wenn in solchen Fällen nur selten ein Zugang erfolgt, muss die Verriegelungseinrichtung mit zusätzlichen Maßnahmen verwendet werden, z. B. bedingungsabhängige Entsperrung der trennenden Schutzeinrichtung (siehe Bild 5 b)), da zwischen aufeinanderfolgenden Funktionsprüfungen die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens von nicht entdeckten Fehlern erhöht ist.

Wenn ein seltener Zugang vorhersehbar ist, muss in den nachstehend angegebenen Zeitabständen ein manueller Funktionstest zur Erkennung einer möglichen Fehleranhäufung durchgeführt werden:

- mindestens monatlich für $PL = e$ mit Kategorie 3 oder Kategorie 4 (nach ISO 13849-1) oder SIL 3 mit HFT (Hardwarefehlertoleranz) = 1 (nach IEC 62061);
- mindestens alle 12 Monate für $PL = d$ mit Kategorie 3 (nach ISO 13849-1) oder SIL 2 mit HFT (Hardwarefehlertoleranz) = 1 (nach IEC 62061).

ANMERKUNG Es wird empfohlen, dass die Steuerung einer Maschine diese Prüfungen nach den geforderten Zeitabständen anfordert, z. B. über ein Display oder eine Signallampe. Die Steuerung sollte die Prüfungen überwachen und die Maschine stoppen, wenn eine Prüfung ausgelassen oder nicht bestanden wurde.

8.3 Vermeidung von Ausfällen gemeinsamer Ursache

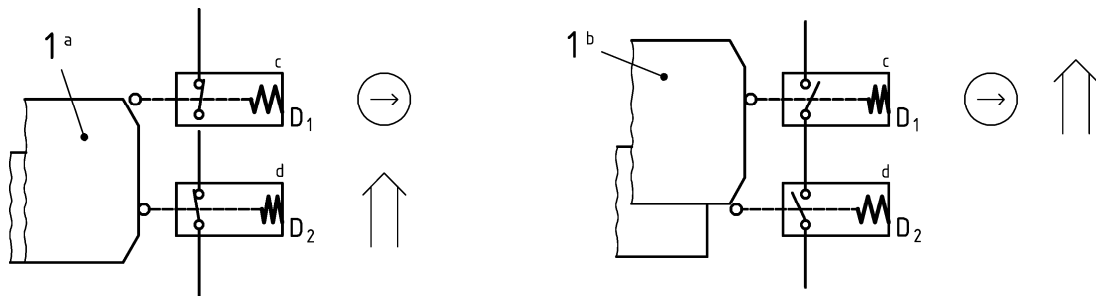
8.3.1 Allgemeines

Im Falle von redundanten (duplizierten) Verriegelungseinrichtungen müssen Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF) vermieden werden, z. B. durch Anwendung der in 8.3.2 und/oder 8.3.3 beschriebenen Maßnahmen.

8.3.2 Zwangsläufige und nicht zwangsläufige Betätigungsart von Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen

Zwangsläufig und nicht zwangsläufig betätigte Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen werden im Allgemeinen zur Vermeidung von Ausfällen gemeinsamer Ursache verwendet.

Bild 13 zeigt eine Kombination aus zwangsläufig und nicht zwangsläufiger mechanischer Betätigungsart von Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen.



Legende

1 trennende Schutzeinrichtung
D₁ Positionsschalter (NC)
D₂ Positionsschalter (NO)

↑↑ Schalter betätigt

a geschlossen
b nicht geschlossen
c zwangsläufige Wirkung
d nicht zwangsläufige Wirkung
⊙ Zwangsöffnung

Bild 13 — Vermeidung von Ausfällen gemeinsamer Ursache von zwei mechanisch betätigten Positionsschaltern durch eine verbundene zwangsläufige und nicht zwangsläufige Wirkung

Typische Ursachen für Ausfälle von zwangsläufig und nicht zwangsläufig betätigten Positionsschaltern sind:

- Übermäßiger Verschleiß des Betätigungssystems (z. B. Kolben oder Rolle) oder des mit der trennenden Schutzeinrichtung verbundenen Betätigungselements;
- Versatz zwischen Betätigungselement und Positionsschalter;
- Klemmen des Betätigungselementes (Kolben), das die Betätigung durch die Feder unmöglich macht.

Bei zwangsläufig betätigten Gebern, wie D₁ (siehe Bild 13), führt Versagen in Fall a) zum gefährlichen Zustand, jedoch nicht in Fall b).

ANMERKUNG D₂ kann ein Positionsmessgerät sein.

Bei nicht zwangsläufig betätigten Gebern, wie D₂ (siehe Bild 13), führt Versagen in Fall b) zum gefährlichen Zustand, jedoch nicht in Fall a).

Demnach ist im Falle des Versagens einer der beiden Geber D₁ oder D₂ die Unterbrechung des Stromkreises durch den anderen Geber sichergestellt.

Wenn zwei mechanisch betätigte Positionsschalter mit zwangsläufiger und nicht zwangsläufiger Betätigung und ein mechanisch betätigter Positionsschalter und ein nicht mechanisches Positionsmessgerät betätigen, kann nach ISO 13849-1 ein Wert von 20 für die Diversität für die Bewertung der CCF dieses Subsystems beansprucht werden.

8.3.3 Diversität der Energiearten

Um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Ausfällen gemeinsamer Ursache (CCF) zu verringern, können zwei unabhängige Verriegelungseinrichtungen mit einer trennenden Schutzeinrichtung verbunden werden, wobei jede von ihnen die Energieversorgung aus einer verschiedenen Quelle unterbricht (siehe Beispiel in Bild A.6). In diesem Fall kann nach ISO 13849-1 ein Wert von 20 für die Diversität für die Bewertung der CCF dieses Subsystems beansprucht werden.

BEISPIEL Eine Maschine verwendet hydraulische Bauteile für den Produktionsprozess und elektrische/elektronische Bauteile für die Maschinensteuerung. Ein Öffnen der beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtung betätigt zwei unabhängige Positionsschalter. Der erste Positionsschalter betreibt direkt ein hydraulisches Ventil, das den Hydraulikdruck unterbricht. Durch den zweiten Positionsschalter wird die Steuerspannung unterbrochen, die ein weiteres Ventil betreibt. Beide Ventile bringen eine gefährliche Bewegung zum Stoppen. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Technologien sind Ausfälle gemeinsamer Ursache unwahrscheinlich, die einen gefährlichen Ausfall beider Positionsschalter bewirken.

8.4 Entsperrung einer Zuhaltungseinrichtung

Bei der Entsperrung der Zuhaltungseinrichtung zählen alle Einrichtungen zum

- Aufspüren des sicheren Zustands,
- Umsetzen der Zeitverzögerung,
- Verarbeiten der logischen Signale, und
- falls erforderlich, zum Entsperrern der trennenden Schutzeinrichtung (siehe ANMERKUNG)

als Teil der sicherheitsrelevanten Teile der Steuerung (SRP/CS), und die entsprechende Sicherheitsfunktion muss den durch die Risikobewertung geforderten PL_r erfüllen.

ANMERKUNG Wenn sich durch die Risikobewertung zeigt, dass während des Zeitraums zwischen Aufspüren eines nicht bestimmungsgemäßem Öffnens der trennenden Schutzeinrichtung und dem sicheren Zustand der Maschine eine gefährliche Situation auftreten kann und eine Risikominderung durch eine Sicherheitsfunktion für die Zuhaltung erfordert, gelten alle Teile Einrichtungen zum Entsperrern/Sperren des Signals als sicherheitsbezogene Teile der Steuerung.

8.5 Fehlerausschluss

Wo Fehlerausschlüsse angewendet werden, müssen diese ISO 13849-1:2006, 7.3 und ISO 13849-2:2003 entsprechen.

Die Prüfung (Betrachtung) eines möglichen Fehlerausschlusses ist für die Mechanik und die Elektronik unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen und der zu erwartenden äußeren Einflüsse separat durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Häufig verwendete Fehlerausschlüsse betreffen elektromechanische Positionsschalter. Ein Nicht-Öffnen eines normalerweise geschlossenen Kontakts kann ausgeschlossen werden, wenn der Kontakt Anhang K von IEC 60947-5-1:2003 entspricht, siehe ISO 13849-2:2003, Tabelle D.9.

ANMERKUNG 2 In einigen Fällen ist ein Fehlerausschluss bei der Mechanik zur Betätigung von elektromechanischen Positionsschaltern möglich, Begründung, siehe Anhang A von ISO 13849-2:2003. Die Berücksichtigung der zu erwartenden Umgebungsbedingungen ist von äußerster Wichtigkeit.

ANMERKUNG 3 Weitere Informationen, siehe 6.3.2.

8.6 Logische Reihenschaltung von Verriegelungseinrichtungen

Bei einer Reihenschaltung von Verriegelungseinrichtungen mit redundanten Kontakten kann die Erkennung eines Einzelfehlers durch die Betätigung einer beliebigen, zwischen Fehler und der sicherheitsbezogenen Steuerung geschalteten, Verriegelungseinrichtung abgedeckt sein.

ANMERKUNG Der informative Anhang J enthält weitere Details.

Es kann davon ausgegangen werden, dass eine der trennenden Schutzeinrichtungen, deren Verriegelungseinrichtungen zwischen Fehler und sicherheitsbezogener Steuerung geschaltet sind, betätigt wird. Aus diesem Grund werden die Fehler abgedeckt und die Auswirkung auf den Diagnosedeckungsgrad muss berücksichtigt werden.

Verriegelungseinrichtungen von trennenden Schutzeinrichtungen zur Vervollständigung der Anforderungen für die Erkennung einzelner Fehler, die in Reihe geschaltete Kontakte der Positionsschalter verwenden, müssen sicherstellen, dass das sicherheitsbezogene Teil einer Steuerung (SRP/CS) ausgeschaltet bleiben und ein Zurücksetzen erst nach Beseitigung des ersten Fehlers möglich ist.

Im Falle einer Reihenschaltung ist der maximale Diagnosedeckungsgrad (siehe ISO 13849-1 oder IEC 62061) zu berücksichtigen, siehe Anhang J für weitere Informationen.

8.7 Elektrische Anforderungen und Umgebungsbedingungen

8.7.1 Allgemeines

Elektrische Verriegelungseinrichtungen müssen IEC 60204-1 entsprechen.

Ist eine Verwendung der Einrichtungen außerhalb der in IEC 60204-1 festgelegten Umweltgrenzen vorgesehen, muss die Verriegelungseinrichtung so ausgewählt werden, dass sie für die vorhersehbaren Umweltbedingungen geeignet sind.

8.7.2 Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit

Bei Verwendung einer Verriegelung im Leistungsteil müssen die Bauteile ein ausreichendes Ausschaltvermögen haben, das alle vorhersehbaren Situationen berücksichtigt (z. B. Überbelastung).

8.7.3 Störfestigkeit

Näherungsschalter und Magnetschalter für Verriegelungen sind so auszuwählen und zu verwenden, dass ihre Funktion nicht durch vorhersehbare externe Felder beeinträchtigt wird.

8.7.4 Elektrische Betriebsbedingungen

Bei Verwendung von elektronischen Bauteilen in der Verriegelungseinrichtung sind die erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung einer Fehlfunktion durch Spannungsschwankungen, transiente Überspannungen usw. zu treffen.

9 Benutzerinformationen

9.1 Allgemeines

Abhängig von der Art dieser Norm kann eine Verriegelungseinrichtung

- a) vom Maschinenhersteller unter Verwendung von einzelnen Bauteilen gestaltet und hergestellt sein oder
- b) als vollständige und gebrauchsfertige Einrichtung hergestellt und auf den Markt gebracht sein.

Aus diesem Grund gibt es unterschiedliche Anforderungen für diese Benutzerinformationen, die für den Maschinenhersteller oder den Hersteller der Verriegelungseinrichtung gelten.

9.2 Benutzerinformationen, die vom Hersteller der Verriegelungseinrichtung anzugeben sind

9.2.1 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung ist in Übereinstimmung mit ISO 12100:2010, 6.4, auszuführen.

Darüber hinaus sind Verriegelungseinrichtungen zur Verwendung in gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre entsprechend zu kennzeichnen.

Ist eine Kennzeichnung aus Platzgründen nicht möglich, muss die vollständige Adresse des Herstellers und die Bezeichnung des Einrichtungstyps in der Betriebsanleitung angegeben werden und die Einrichtung ist deutlich mit dem Namen des Herstellers oder dessen Logo zu kennzeichnen.

ANMERKUNG Aufgabe der Kennzeichnung ist die Identifizierung des Herstellers und der Hinweis auf die Funktionalität des Bauteils (z. B. Ausführung oder Symbol für Zwangsöffnung).

Für Kontakte, die die Anforderungen für die Überwachung der Zuhaltung nach 5.2.1, 5.2.2.2 und 5.2.3.2 erfüllen, darf nur folgendes Symbol verwendet werden:



Bild 14 — Symbol für die Überwachung der Zuhaltung von Zuhaltungselementen

9.2.2 Anweisungen

Der Hersteller der Verriegelungseinrichtung muss folgende Angaben zur Verfügung stellen:

- a) Geschäftsname und vollständige Adresse des Herstellers und, falls zutreffend, seines Bevollmächtigten;
- b) Bezeichnung der Verriegelungseinrichtung;
- c) Bezeichnung der Serie oder der Baureihe;
- d) allgemeine Beschreibung der Verriegelungseinrichtung;
- e) Zeichnungen, Diagramme, Beschreibungen und Erklärungen, die für die Verwendung, Instandhaltung, Reparatur und zur Prüfung der korrekten Funktion der Verriegelungseinrichtung erforderlich sind;
- f) Beschreibung der bestimmungsgemäßen Verwendung der Verriegelungseinrichtung;
- g) Anweisungen bezüglich Anordnung, Installation und Verbindung, einschließlich Zeichnungen, Diagrammen und Befestigungsmittel für die Verriegelungseinrichtung;
- h) Anweisungen zur Inbetriebnahme und Verwendung der Verriegelungseinrichtungen und, falls erforderlich, zur Schulung der Bedienungspersonen;
- i) Beschreibung der durch den Anwender durchzuführenden Einstellungs- und Instandhaltungsarbeiten und zu beachtende vorbeugende Maßnahmen;
- j) Anweisungen zur sicheren Durchführung von Einstellungs- und Instandhaltungsarbeiten, einschließlich der während dieser Arbeiten zu treffenden Schutzmaßnahmen;
- k) relevante Sicherheitsdaten;

BEISPIEL Beispiele für relevante Sicherheitsdaten sind z. B. die mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall, $MTTF_d$, pro Stunde für ein einzelnes Bauteil, B_{10d} .

und, falls zutreffend

- l) durch Erfahrungen gesammelte Warnhinweise für nicht geeignete Verwendungsarten der Verriegelungseinrichtung;
- m) gesetzlich vorgeschriebene Erklärung;
- n) Zuhaltungskraft F_{zh} nach 5.2.4;
- o) Bereich der Betätigungsbewegung;
- p) Kenndaten der zu verwendenden Ersatzteile, wenn durch diese die Gesundheit und Sicherheit der Bediener beeinträchtigt werden kann;
- q) Widerstandswert gegen die höchste Aufprallenergie, in J, wenn die Einrichtung als mechanischer Anschlag verwendet werden kann;
- r) Angabe des minimalen internen Widerstandes und dem maximal zulässigen Spitzenstrom des Ausgangssystems des Positionsschalters bei elektromagnetischen Positionsschaltern;
- s) Information, dass ein Erreichen des Betätigungselementes der Fluchtenspernung von einer Position außerhalb des geschützten Bereiches nicht möglich sein sollte oder dass zusätzliche Maßnahmen zur Risikominderung für den Fall einer missbräuchlichen Betätigung ergriffen werden sollten;
- t) für Verriegelungssysteme, die zur Betätigung ein spezielles Betätigungselement oder spezielle Schlüssel (kodiert oder nicht kodiert) erfordern, sind Hinweise in der Betriebsanweisung zu geben, die die Risiken der Verfügbarkeit von Ersatzbetätigungselementen, -schlüssel und Generalschlüsseln erörtern, und dass alle Ersatzbetätigungselemente oder -schlüssel sicher zu überwachen sind. Gleiches gilt für Schlüssel für das Zurücksetzen der Not- oder Fluchtenspernung;
- u) für „federkraftbetätigte - durch Energie (EIN) entspernte“ (siehe Bild 3a)) oder „energiebetätigte (AN) und durch Energie (AUS) entspernte“ (siehe Bild 3d)) Zuhaltungseinrichtungen: Erklärung, dass die gefahrbringende Bewegung der Maschine gesteuert werden muss (z. B. durch äußere Ausrüstung gebremst) und dass ein sicherer Zustand im Falle eines unbeabsichtigten Stromausfalls herbei geführt werden muss.

9.3 Benutzerinformationen, die durch vom Maschinenhersteller anzugeben sind

9.3.1 Kennzeichnung

Es ist keine spezifische Kennzeichnung erforderlich.

9.3.2 Anweisungen

Der Maschinenhersteller muss die Informationen zur Verwendung der Verriegelungseinrichtungen in der Betriebsanleitung der Maschine angeben.

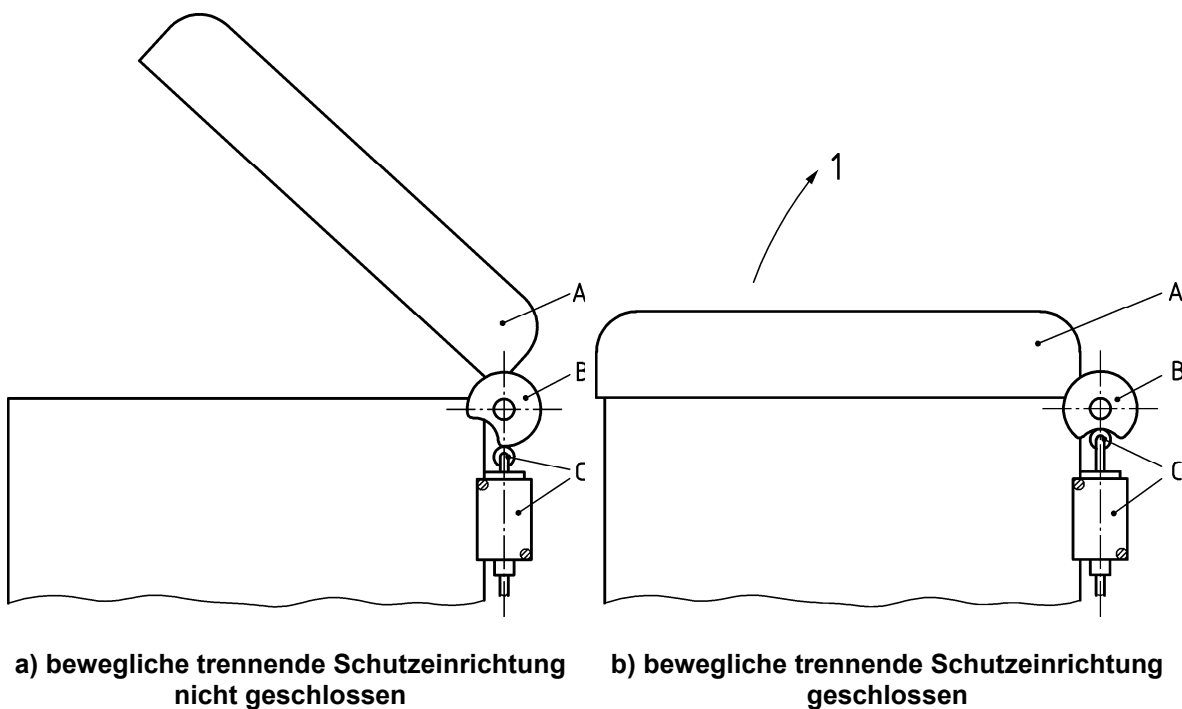
Anhang A (informativ)

Beispiele für Bauart 1-Verriegelungseinrichtungen

A.1 Kurvenscheibe

A.1.1 Beschreibung

Eine einzelne zwangsläufig mechanisch betätigte Bauart 1-Verriegelungseinrichtung überwacht die Position der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (siehe 5.1.3).



Legende

- | | | | |
|---|--|---|-------------------|
| A | bewegliche trennende Schutzeinrichtung | C | Positionsschalter |
| B | Betätigungselement (Kurvenscheibe) | 1 | Öffnungsrichtung |

Bild A.1 — Durch Kurvenscheibe betätigte Verriegelungseinrichtung

A.1.2 Vorteile

- zwangsläufige mechanische Wirkung der Nocke auf das Betätigungselement des Positionsschalters (C);
- Zwangsöffnung des Unterbrechungskontaktes des Schalters (siehe 3.11);
- Umgehen durch manuelle Betätigung des Betätigungselementes ohne Bewegung von Nocken oder Schalter ausgeschlossen.

A.1.3 Nachteile

Führt zu Gefahr im Falle

- eines Ausfalls der mechanischen Verbindung zwischen trennender Schutzeinrichtung und Schalter (durch Abnutzung oder Bruch);
- Verstellung von Schalter und Nocken zueinander.

A.1.4 Bemerkungen

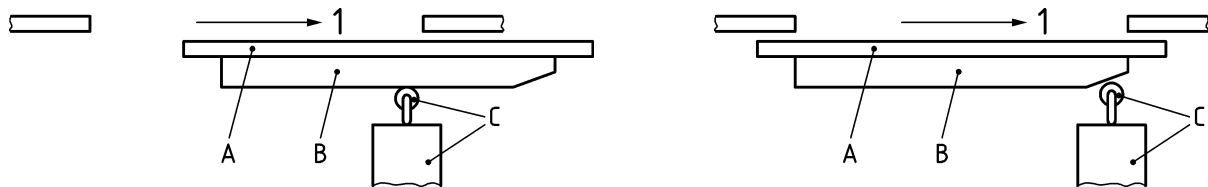
- Da das Nichtvorhandensein der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung nicht erfasst wird, ist es notwendig, dass die trennende Schutzeinrichtung nicht ohne Werkzeuge entfernt werden kann;
- siehe auch:
 - 5.1.1,
 - 5.1.2.

ANMERKUNG Fehlerrusschluss, siehe 8.5.

A.2 Lineare Nocken

A.2.1 Beschreibung

Eine einzelne zwangsläufig mechanisch betätigte Bauart 1-Verriegelungseinrichtung überwacht die Position der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (siehe 5.1.3).



a) bewegliche trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen

b) bewegliche trennende Schutzeinrichtung geschlossen

Legende

- | | | | |
|---|--|---|-------------------|
| A | bewegliche trennende Schutzeinrichtung | C | Positionsschalter |
| B | Betätigungselement (Nocken) | 1 | Öffnungsrichtung |

Bild A.2 — Durch lineare Nocken betätigte Verriegelungseinrichtung

A.2.2 Vorteile

- zwangsläufige mechanische Wirkung der Nocke (B) auf das Betätigungselement des Positionsschalters (C);
- Zwangsöffnung des Öffnerkontaktes des Positionsschalters (siehe 3.11);
- Umgehen durch manuelle Betätigung des Betätigungselementes ohne Bewegung von Nocken oder Schalter ausgeschlossen.

A.2.3 Nachteile

Führt zu Gefahr im Falle

- eines Ausfalls der mechanischen Verbindung zwischen trennender Schutzeinrichtung und Positionsschalter (durch Abnutzung oder Bruch des Betätigungselements);
- Verstellung von Positionsschalter und Nocken zueinander.

A.2.4 Bemerkungen

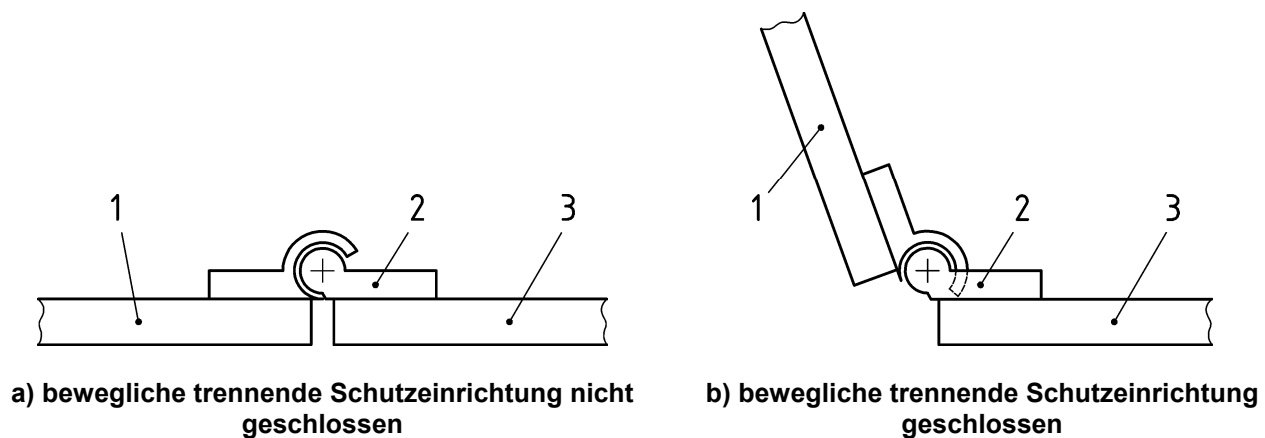
- Da das Nichtvorhandensein der trennenden Schutzeinrichtung nicht erfasst wird, ist es notwendig, dass die trennende Schutzeinrichtung nicht ohne Werkzeuge entfernt werden kann;
- siehe auch:
 - 5.1.1,
 - 5.1.2.

ANMERKUNG Fehlerausschluss, siehe 8.5.

A.3 Scharnier

A.3.1 Beschreibung

Positionsschalter, der in einem Scharnier integriert und befestigt ist.



Legende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | bewegliche trennende Schutzeinrichtung | 3 | durch Scharnier betriebene Verriegelungseinrichtung |
| 2 | feststehender Teil der trennenden Schutzeinrichtung | | |

Bild A.3 — durch Scharnier betriebene Verriegelungseinrichtung

A.3.2 Vorteile

- zwangsläufige mechanische Wirkung auf den eingebauten Schalter;
- Umgehen ohne Demontage ausgeschlossen;
- dient als Scharnier des beweglichen Teils einer trennenden Schutzeinrichtung.

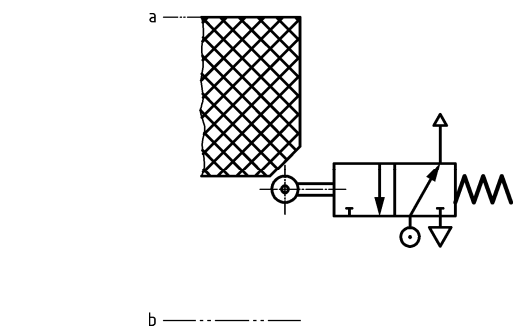
A.3.3 Nachteile

- sehr präzise Einstellung des Schaltpunktes erforderlich;
- nur für bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Scharnier geeignet.

A.3.4 Bemerkungen

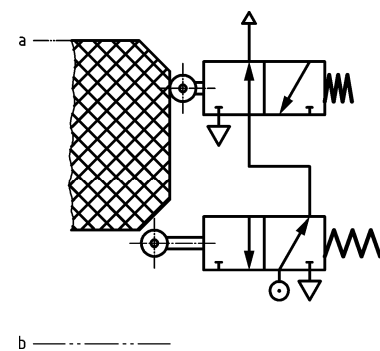
- Da das Nichtvorhandensein der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung nicht erfasst wird, ist es notwendig, dass die trennende Schutzeinrichtung nicht ohne Werkzeuge entfernt werden kann.

A.4 Pneumatische/hydraulische Verriegelungseinrichtungen



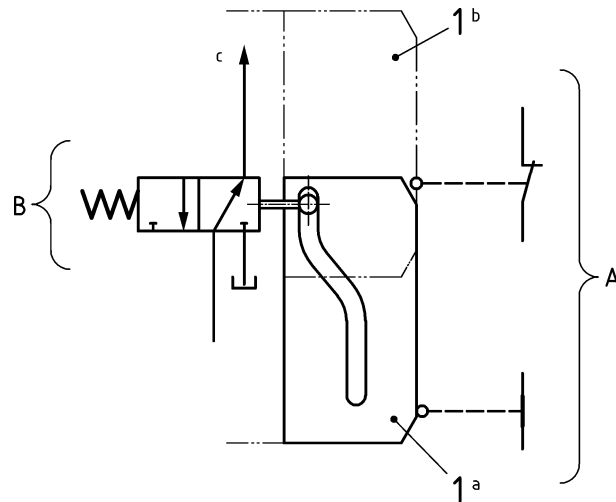
- a geschlossen
b nicht geschlossen

Bild A.4 — Ein einzelnes Unterbrechungselement (Ventil) mit zwangsläufiger Betätigung des einzelnen Ventils durch die bewegliche trennende Schutzeinrichtung



- a geschlossen
b nicht geschlossen

Bild A.5 — Zwei Unterbrechungselemente (Ventile)



Legende

- 1^a bewegliche trennende Schutzeinrichtung geschlossen
1^b bewegliche trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen
c zu den Betätigungselementen der Maschine
- A, B unabhängige Verriegelungseinrichtungen

ANMERKUNG Zwei unabhängige Verriegelungseinrichtungen (A und B) werden vorgesehen:

- A wirkt auf den elektrischen Steuerstromkreis (mit automatischer Überwachung);
- B wirkt auf den Hydraulikkreis (Verriegelung im Leistungsteil, siehe 8.7.2, wenn eine direkte Unterbrechung des Leistungskreises möglich ist)

Bild A.6 — Hybride (elektrische und hydraulische) Verriegelungseinrichtung

A.4.1 Bemerkungen

- Eine hybride Verriegelungseinrichtung ist insbesondere interessant bei rauen Umgebungsbedingungen, die bei Bauteilen der gleichen Technik „Ausfälle gemeinsamer Ursache“ verursachen können (d. h. gleichzeitig auftretende Ausfälle der gleichen Ursache), z. B. Schmelzen der Isolierschicht von Leitern einer Maschine, die bei Hitze eingesetzt wird, oder gemeinsamer Ausfall zweier Näherungsschalter durch elektrische oder elektromagnetische Störeinflüsse.

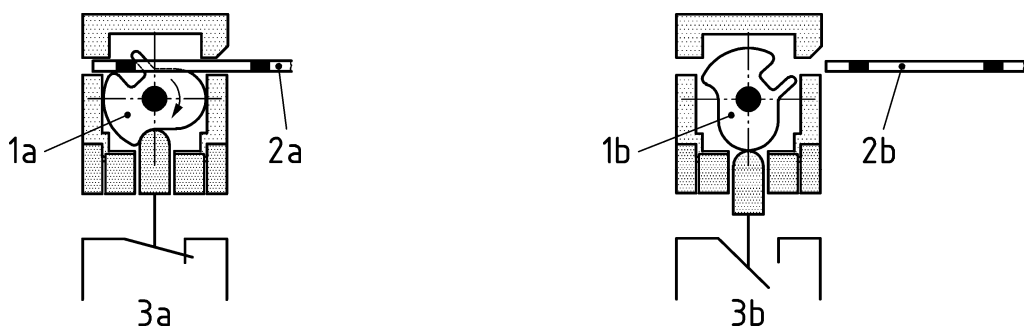
Anhang B (informativ)

Beispiele für Bauart 2-Verriegelungseinrichtungen

B.1 Schalter mit Zunge

B.1.1 Beschreibung

Eine einzelne Bauart 2-Verriegelungseinrichtung mit zwangsläufiger mechanischer Betätigung überwacht die Position der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung.



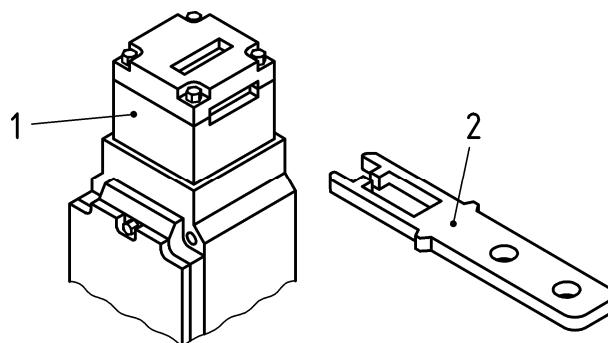
a) bewegliche trennende Schutzeinrichtung geschlossen

b) bewegliche trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen

Legende

- | | |
|--|--|
| 1 ^a Nockenposition bei geschlossener beweglicher trennender Schutzeinrichtung | 1 ^b Nockenposition bei offener beweglicher trennender Schutzeinrichtung |
| 2 ^a eingeführte Zunge | 2 ^b nicht eingeführte Zunge |
| 3 ^a Schaltelement geschlossen | 3 ^b Schaltelement nicht geschlossen |

Bild B.1 — Schalter mit Zunge



Legende

- | | |
|---------------------|---------------------------------------|
| 1 Positionsschalter | 2 Betätigungselement (geformte Zunge) |
|---------------------|---------------------------------------|

Bild B.2 — Schalter mit Zunge und kodiertem Betätigungselement

B.1.2 Vorteile

- Schalter mit zwangsläufiger mechanischer Wirkung;
- einfaches Prinzip für integrierte Zuhaltungseinrichtungen;
- besonders geeignet für die Verwendung auf der Öffnungskante einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung.

B.1.3 Nachteile

- einfaches Umgehen mit Hilfe eines Ersatz-Betätigungselements;
- mögliche Beschädigung durch Verstellung während des Lebenszyklus der Maschine;
- Verwendbarkeit kann durch Verschmutzung eingeschränkt werden;
- mögliche Beschädigung durch Aufprall des Betätigungselements.

B.1.4 Bemerkungen

- Maßnahmen zur Minimierung eines Umgehens, siehe Abschnitt 7.

B.2 Schlüsseltransfersystem

B.2.1 Beschreibung

Eine Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfersystem ist eine Verriegelungseinrichtung, die auf einem Schlüsseltransfer zwischen einem Steuerelement und einem Schloss (Zuhaltung der trennenden Schutzeinrichtung) beruht, die auf einer trennenden Schutzeinrichtung befestigt ist.

Bei einer Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfersystem sind die Zuhaltung und das Schalterelement, in dem auch ein Schloss enthalten ist, voneinander getrennt, im Gegensatz zur Verriegelungseinrichtung mit fest verbundenem Schlüssel, bei der sie in einer einzelnen Einheit kombiniert sind.

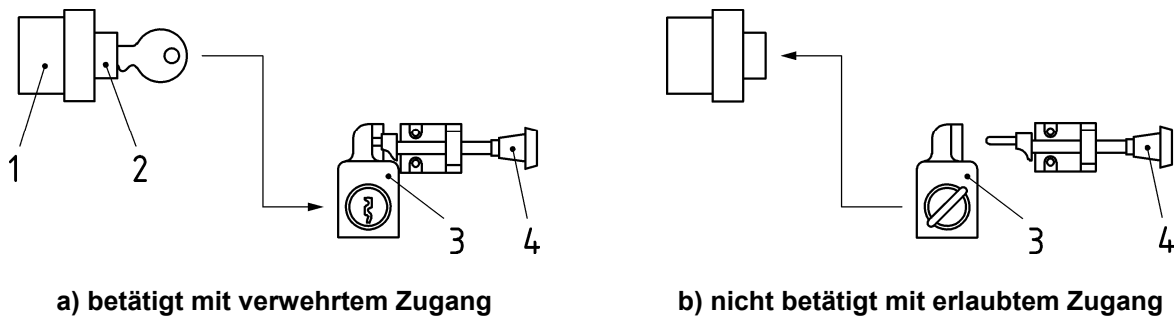
Ein wesentliches Merkmal des Systems ist, dass der entfernbare Schlüssel entweder in der Zuhaltung oder in der Sperre des Schalters festgehalten wird. Die Zuhaltung an der trennenden Schutzeinrichtung ist derart angeordnet, dass der Schlüssel nur freigegeben werden kann, wenn die trennende Schutzeinrichtung geschlossen und zugehalten ist. Dies ermöglicht den Transfer des Schlüssels von der trennenden Schutzeinrichtung zur Sperre des Schalters. Beim Einschalten des Schalters wird der Schlüssel festgehalten, so dass er nicht entfernt werden kann, solange sich der Schalter in der EIN-Stellung befindet.

Wenn mehr als eine Energiequelle vorhanden sind und daher mehr als ein Unterbrechungselement geöffnet werden muss, ist eine Schlüsselwechselstation (D) erforderlich, in die alle Schlüssel eingesteckt und gesperrt werden müssen, bevor der Zugangsschlüssel, der eine andere Form hat, für die Weitergabe an die Zuhaltung freigegeben wird. Beim Vorhandensein mehrerer trennender Schutzeinrichtungen wird in der Wechselstation auch eine entsprechende Anzahl von Zugangsschlüsseln untergebracht.

Wenn aus Verarbeitungs- oder Sicherheitsgründen mehrere Arbeitsschritte in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden müssen, wird der Transferschlüssel gesperrt und bei jedem Arbeitsschritt gegen einen anderen Schlüssel ausgetauscht. Die Wechselstation kann in die Zuhaltung integriert sein.

B.2.2 Vorteile

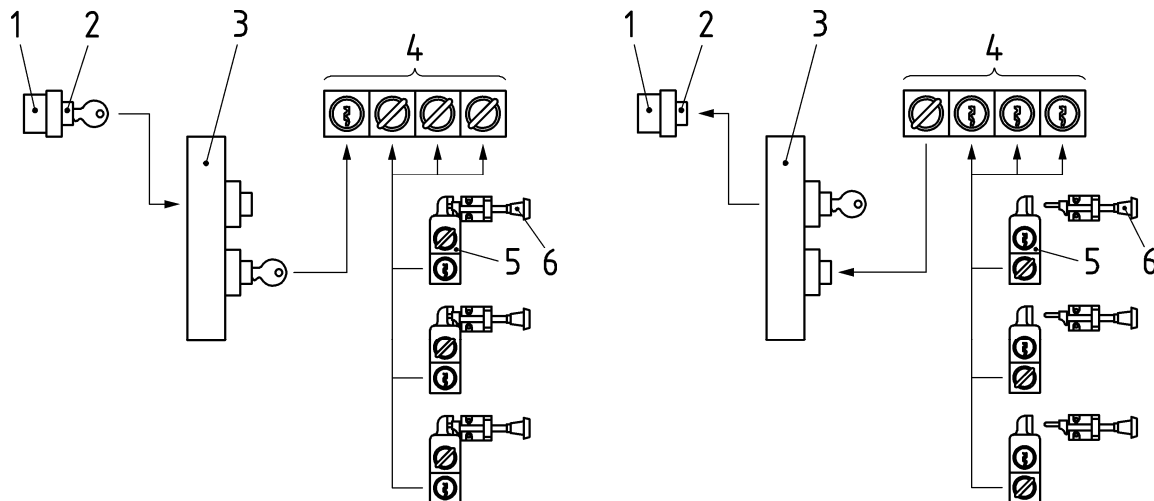
- Keine Verringerung der Schutzfunktion aufgrund der Entfernung zwischen trennender Schutzeinrichtung und Steuerung.
- Keine Notwendigkeit für elektrische Verdrahtung zu den einzelnen trennenden Schutzeinrichtungen.
- Kann geeignet sein, wenn die trennende Schutzeinrichtung in rauer Umgebung angebracht ist.
- Kann verwendet werden, wenn die trennende Schutzeinrichtung vollständig entfernt werden kann.
- Insbesondere geeignet, wenn unterschiedliche Energiequellen an der Maschine verwendet werden und für energiebetätigte Verriegelungen.
- Es können personenbezogene Schlüssel ausgegeben werden für den Zugang in Bereiche, die mit einer trennenden Schutzeinrichtung gesichert sind, in die Personen eingeschlossen werden können.



Legende

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|
| 1 | Steuerelement | 3 | Zuhaltung an trennender(n) Schutzeinrichtung(en) |
| 2 | Zuhaltung an Unterbrechungselement | 4 | bewegliche trennende Schutzeinrichtung |

Bild B.3 — Einfaches Basissystem



a) Zeitverzögerungseinrichtung, Schlüsselwechselstation und Mehrfachzugang – betätigt mit verwehrem Zugang

b) Zeitverzögerungseinrichtung, Schlüsselwechselstation und Mehrfachzugang – nicht betätigt mit erlaubtem Zugang

Legende

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|
| 1 | Steuerelement | 4 | Schlüsselwechselstation |
| 2 | Zuhaltung an Unterbrechungselement | 5 | Zuhaltung(en) an trennender(n) Schutz-einrichtung(en) |
| 3 | Zeitverzögerungseinrichtung | 6 | bewegliche trennende Schutz-einrichtung |

Bild B.4 — Komplexes System

B.2.3 Nachteile

- Nicht geeignet für Anwendungen die einen sehr schnellen Zugang erfordern.
- System kann mit Zweitschlüssel umgangen werden (siehe Abschnitt 7).

B.2.4 Bemerkungen

- Verzögerung zwischen Öffnen des Unterbrechungselementes und der Entsperrung der trennenden Schutz-einrichtung ist lediglich durch die Schlüsseltransferzeit sichergestellt (Verlängerung, falls notwendig, durch Zeitverzögerungseinrichtung).
- Individuelle Kodierung des Schlüsseltransfersystems:

Durch die individuelle Kodierung des Schlüssels wird verhindert, dass unbeabsichtigt zwei oder mehrere Verriegelungen die gleiche Schlüsselkodierung haben und so eine Gefährdung herbeigeführt wird, z. B. sind in einem Werk zwei Maschinen A und B vorhanden. Mit dem Schlüssel zum Abfahren und zum Gewähren des sicheren Zugangs zu Maschine A ist eine Steuerung von Maschine B nicht möglich.

Die individuelle Schlüsselkodierung kann pro Werk/Betrieb oder Organisation erfolgen, entweder durch das betriebseigene Werksmanagement oder durch Hersteller der Verriegelungen, die eine einzigartige Schlüsselkodierung anbieten. Ein Verwechseln der Schlüssel und Betätigungselemente sollte durch eine eindeutige und deutliche Kennzeichnung ausgeschlossen sein.

ANMERKUNG Eine individuelle Kodierung ist eine Kodierung, bei der die Kodierung nicht für alle Maschinen gleich ist. Dies kann durch eine mittlere oder hohe Kodierungsstufe realisiert werden, siehe Tabelle 3.

Anhang C (informativ)

Beispiele für Bauart 3-Verriegelungseinrichtungen

C.1 Beschreibung

Die Position der trennenden Schutzeinrichtung wird durch eine mit der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung mit integriertem Ausgangssystem zur Erfüllung der Sicherheitsanforderungen verbundenen Näherungseinrichtung überwacht. Intern werden die Sicherheitsanforderungen durch ein in der trennenden Schutzeinrichtung integriertes Ausgangssystem erfüllt.

C.2 Vorteile

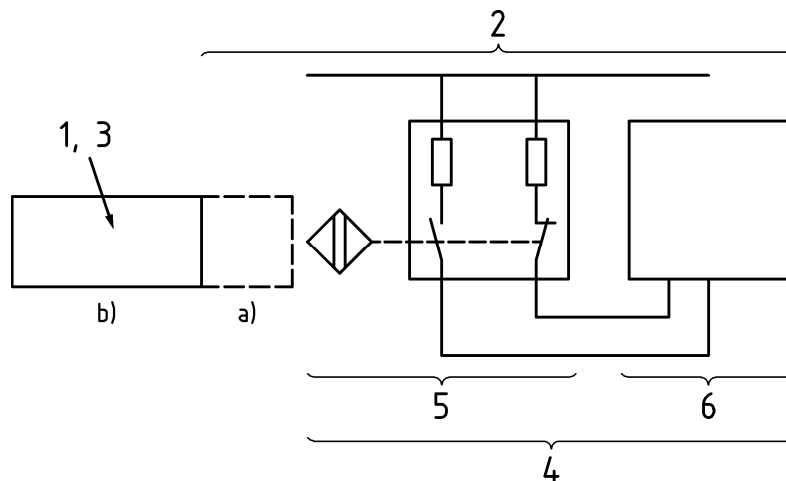
- keine sich bewegenden Teile;
- geringe Anfälligkeit gegenüber Staub, Flüssigkeiten;
- leicht sauber zu halten.

C.3 Nachteile

- keine Kodierung;
- einfaches Umgehen.

C.4 Bemerkungen

- Maßnahmen zur Minimierung eines Umgehens, siehe Abschnitt 7;
- Für das Ausgangssystem ist ein Prinzip ähnlich der Zwangsöffnung anzuwenden.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | bewegliche trennende Schutzeinrichtung | 4 | Näherungsschalter |
| 2 | Verriegelungseinrichtung | 5 | Betätigungssystem |
| 3 | Betätigungselement | 6 | Ausgangssystem |
| a | bewegliche trennende Schutzeinrichtung geschlossen | b | bewegliche trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen |

Bild C.1 — Näherungsschalter mit nicht kodiertem Betätigungselement

Anhang D (informativ)

Beispiel einer Bauart 4-Verriegelungseinrichtung

D.1 Kodierte magnetisch betätigte Verriegelungseinrichtung

D.1.1 Beschreibung

Eine mit der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung verbundene kodierte magnetische Verriegelungseinrichtung öffnet ihre Kontakte, wenn die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist.

D.1.2 Vorteile

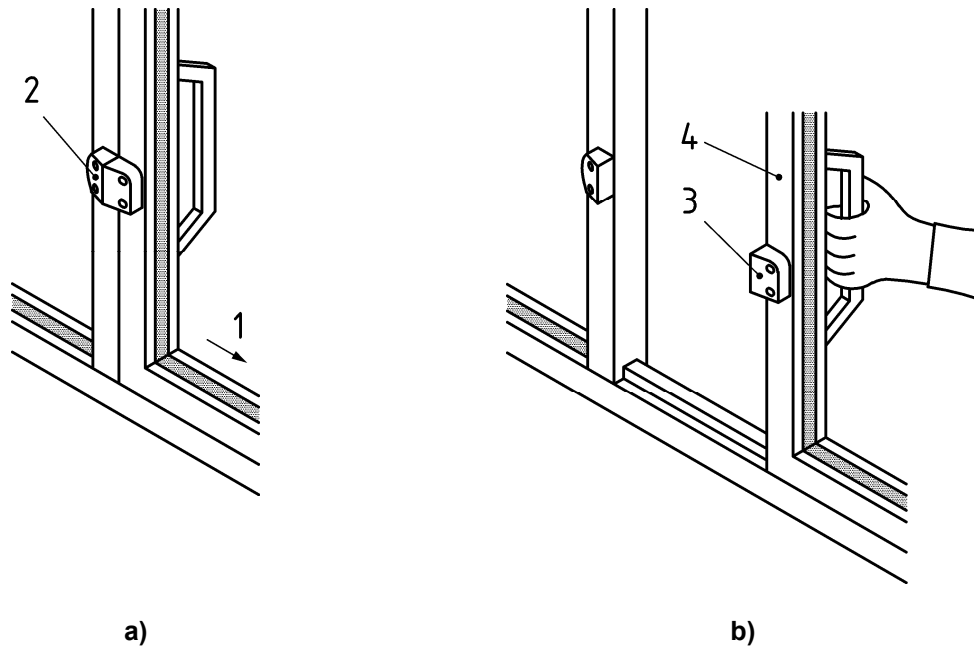
- kompakt, keine äußeren sich bewegenden Teile;
- geringe Anfälligkeit gegenüber Staub, Flüssigkeiten;
- leicht sauber zu halten;
- kodiert;
- Toleranz gegenüber Fehlausrichtung der trennenden Schutzeinrichtung.

D.1.3 Nachteile

- empfindlich gegenüber elektromagnetischen Störeinflüssen;
- Reed-Kontakte, falls verwendet, sind empfindlich gegenüber Schwingungen, Stöße und transienten elektrischen Wirkungen;
- geringe Kodierungsstufe.

D.1.4 Bemerkungen

- Maßnahmen zur Minimierung eines Umgehens, siehe Abschnitt 7.



Legende

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|
| 1 | Öffnungsrichtung | 3 | kodiertes magnetisches Betätigungselement |
| 2 | berührungsloser Positionsschalter | 4 | bewegliche trennende Schutzeinrichtung |

Bild D.1 — Beispiel einer kodierten magnetisch betätigten Verriegelungseinrichtung

D.2 Kodierte RFID betätigte Verriegelungseinrichtung

D.2.1 Beschreibung

Eine mit der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung verbundene und durch einen RFID-Transponder betätigte Verriegelungseinrichtung öffnet ihre Kontakte, wenn die trennende Schutzeinrichtung geöffnet ist

D.2.2 Vorteile

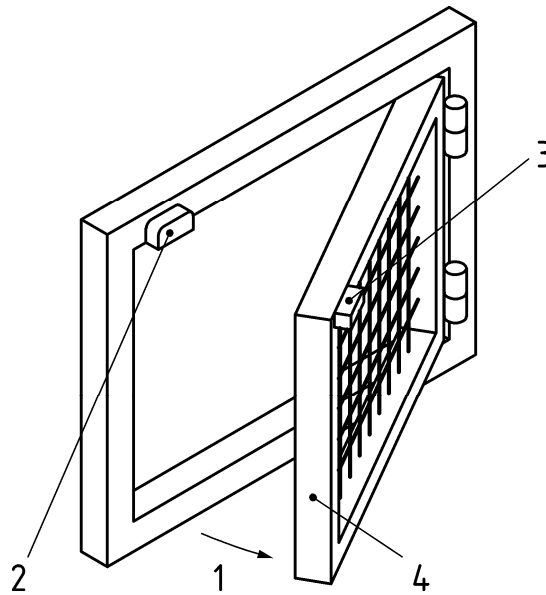
- kompakt, keine äußeren sich bewegenden Teile;
- geringe Anfälligkeit gegenüber Staub, Flüssigkeiten;
- leicht sauber zu halten;
- Kodierung mit mittlerer oder hoher Kodierungsstufe möglich;
- Toleranz gegenüber Fehlausrichtung der trennenden Schutzeinrichtung.

D.2.3 Nachteile

- mögliche Anfälligkeit gegenüber elektromagnetischen Störeinflüssen.

D.2.4 Bemerkungen

- Maßnahmen zur Minimierung eines Umgehens, siehe Abschnitt 7.



Legende

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|
| 1 | Öffnungsrichtung | 3 | Betätigungselement für kodierter RFID-Transponder |
| 2 | berührungsloser Positionsschalter | 4 | bewegliche trennende Schutzeinrichtung |

Bild D.2 — Beispiel einer kodierten RFID betätigten Verriegelungseinrichtung

Anhang E
(informativ)

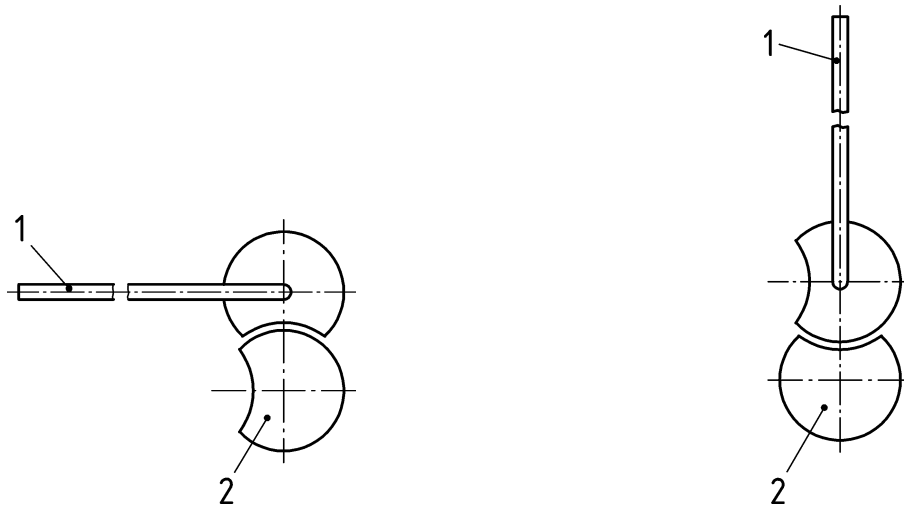
Beispiele sonstiger Verriegelungseinrichtungen

E.1 Mechanische Verriegelung zwischen einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und einem beweglichen Element

E.1.1 Beschreibung

Direkte mechanische Verriegelung zwischen einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und einem gefahrbringenden beweglichen Element.

Die sichergestellte Funktion ist die einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung mit Zuhaltung.



a) bewegliche trennende Schutzeinrichtung geschlossen

b) bewegliche trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen

Legende

- 1 bewegliche trennende Schutzeinrichtung
 - 2 bewegliches Element, frei
- Die bewegliche trennende Schutzeinrichtung wird in geschlossener Position gehalten solange das bewegliche Element nicht in Ruhestellung ist

Legende

- 1 Offene bewegliche trennende Schutzeinrichtung
 - 2 bewegliches Element, blockiert
- Sobald sich die bewegliche trennende Schutzeinrichtung nicht mehr in geschlossener Position befindet, wird das bewegliche Element blockiert.

Bild E.1 — Beispiel einer mechanischen Verriegelung zwischen beweglicher trennender Schutzeinrichtung und einem beweglichen Element

E.1.2 Bemerkungen

- Die Anwendung beschränkt sich auf sehr einfache Mechanismen.
- Eine manuelle Positionierung des beweglichen Teils kann für ein Öffnen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung erforderlich sein.

Anhang F (informativ)

Beispiele für Zuhaltungseinrichtungen

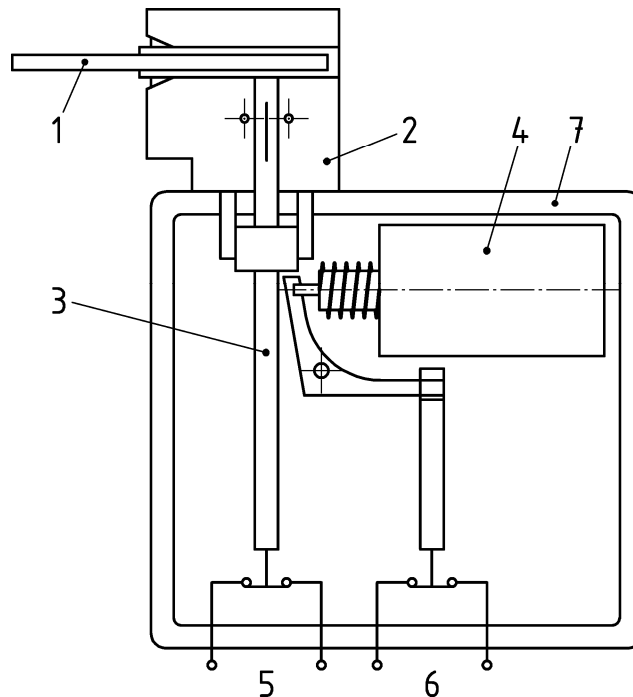
F.1 Beispiel einer Verriegelungseinrichtung mit getrennter Erfassung der Position der trennenden Schutzeinrichtung und Position des Zuhaltungselementes

F.1.1 Beschreibung

Bild F.1 zeigt eine Bauart 2-Verriegelungseinrichtung mit integrierter Zuhaltung und Überwachung der Zuhaltung. Das Betätigungselement ist in geschlossener Position der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung dargestellt, die mit der Betätigungseinrichtung verbunden ist. In verriegelter Position wird der Magnet der Zuhaltung durch die Feder gehalten. Wird der Magnet angeschaltet, bewegt sich der Kolben des Magnets nach rechts und drückt die Feder zusammen. Der Kontakt der Türüberwachung wird durch den mit dem Magnetkolben verbundenen Hebel geöffnet. Jetzt kann der Verriegelungskolben nach unten bewegt werden, betätigt durch die Bewegung des Betätigungselementes. Bei geöffneter Schutzeinrichtung befindet sich der größere Teil des Verriegelungskolbens vor dem Magnetkolben, und der Zuhaltungsmechanismus kann nicht in die Zuhaltungsposition (unbeabsichtigter Zuhaltungsmechanismus). Durch Verbindung von Verriegelungskolben mit einem Kontakt, ist die Überwachung von Schutzstellung und Zuhaltung mit einer Einrichtung möglich.

F.1.2 Vorteile

Separates Signal zur Anzeige des Zustands der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung wird bereitgestellt.



Legende

- | | | | |
|---|------------------------|---|---|
| 1 | Betätigungselement | 5 | Überwachungskontakt der Verriegelung |
| 2 | Betätigungselementkopf | 6 | Kontakt für die Überwachung der Zuhaltung |
| 3 | Verriegelungskolben | 7 | Gehäuse |
| 4 | Solenoid der Zuhaltung | | |

Bild F.1 — Verriegelungseinrichtung mit federkraftbetätigter/durch Energie entspernte Zuhaltungseinrichtung

F.2 Verriegelungsfunktion sichergestellt durch separates Erfassen der Position der trennenden Schutzeinrichtung und der Position der Zuhaltungseinrichtung

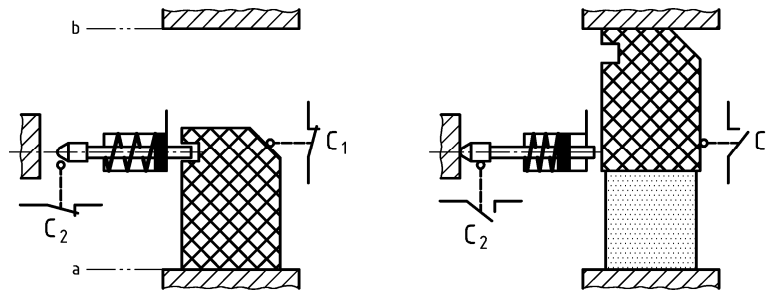
F.2.1 Beschreibung

C_1 erkennt die Position der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung. C_2 erkennt die Position der Zuhaltungseinrichtung.

Das Entsperren der Zuhaltungseinrichtung bei nicht mehr vorhandener Gefährdung kann entweder durch eine Zeitverzögerungseinrichtung (Timer) oder durch eine Stillstandsüberwachungseinrichtung gesteuert werden.

F.2.2 Vorteile

Separates Signal zur Anzeige des Zustands der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung wird bereitgestellt.



Legende

- C₁ Erkennt die Position der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung
- C₂ Erkennt die Position der Zuhaltungseinrichtung

ANMERKUNG C₁ und C₂ können Geber irgendeiner Technologie sein (siehe 4.1).

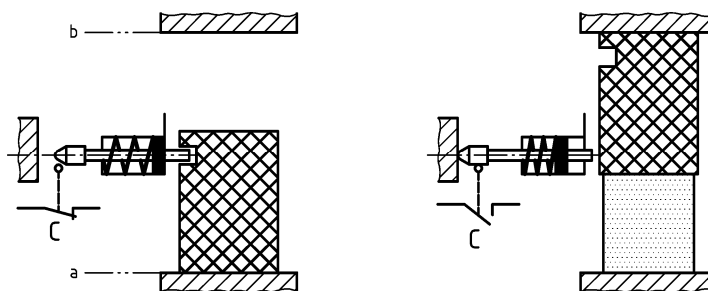
Bild F.2 — Getrennte Erkennung der Positionen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und der Zuhaltungseinrichtung

F.3 Verriegelungsfunktion sichergestellt durch Erkennung der Position der Zuhaltungseinrichtung allein

F.3.1 Beschreibung

Durch das Erkennen der Position der Zuhaltung durch einen einzelnen Geber (C) wird gleichzeitig auch die Position der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung überwacht, vorausgesetzt, dass die Bedingung „C kann nicht schließen, wenn die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist“ unter allen Bedingungen zuverlässig erfüllt ist aufgrund einer guten Gestaltung und Ausführung des Zusammenwirkens von „trennender Schutzeinrichtung-Zuhaltung-C-Kontakt“.

Die Freigabe der Zuhaltung nach Beendigung der Gefährdung kann entweder durch eine Zeitverzögerungseinrichtung (Timer) oder durch eine Stillstandsüberwachungseinrichtung gesteuert werden.



Legende

- C erkennt die Position der Zuhaltungseinrichtung

ANMERKUNG C kann ein Geber irgendeiner Technologie sein (siehe 4.1).

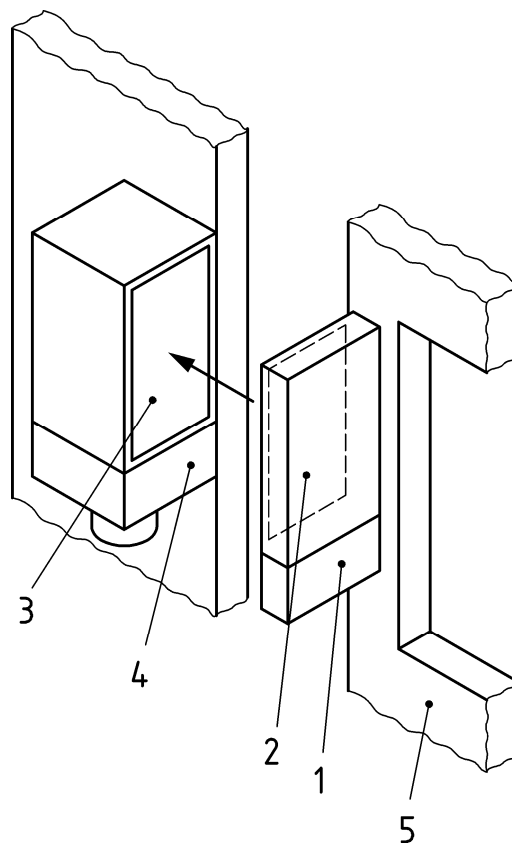
Bild F.3 — Integrierte Überwachung der Positionen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und der Zuhaltungseinrichtung

F.4 Verriegelungseinrichtung mit elektromagnetischer Zuhaltungseinrichtung

F.4.1 Beschreibung

Die Zuhaltung der geschlossenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtung erfolgt elektromagnetisch (elektromagnetisches Wirkprinzip). Die Verriegelungsfunktion erfolgt durch die Erkennung der Position der trennenden Schutzeinrichtung und durch Überwachung der elektromagnetischen Kraft, um zu verhindern, dass die Zuhaltungseinrichtung nur zum richtigen Zeitpunkt entsperrt wird.

Eine Entsperrung der Zuhaltungseinrichtung bei nicht mehr vorhandener Gefährdung kann entweder durch eine Zeitverzögerungseinrichtung (Timer) oder durch eine Stillstandsüberwachungseinrichtung kontrolliert werden.



Legende

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---|
| 1 | kodierte Betätigungselement | 4 | nicht mechanisch betätigte Verriegelungseinrichtung |
| 2 | magnetische Halteplatte | 5 | Bewegliche trennende Schutzeinrichtung |
| 3 | Elektromagnet der Zuhaltung | | |

Bild F.4 — Verriegelungseinrichtung mit elektromagnetischer Zuhaltungseinrichtung

F.4.2 Vorteile

- keine hervorstehenden Teile;
- leicht zu reinigen, keine Öffnungen (Hygiene);
- geringe Anfälligkeit gegenüber Stäuben und Flüssigkeiten;
- kompakt, keine beweglichen Teile.

F.4.3 Nachteile

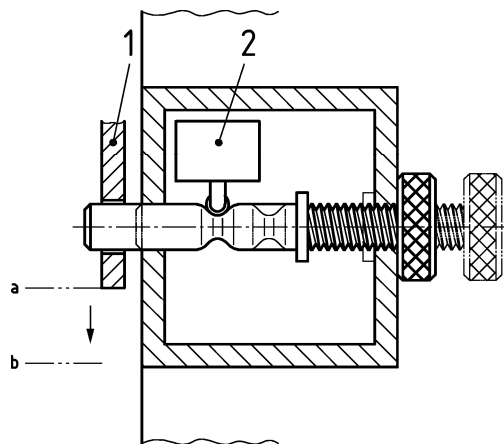
- energiebetrieben, Entsperrung bei einem Energieausfall;
- relativ geringe Zuhaltungskraft.

F.5 Verriegelungseinrichtung mit Zuhaltung mit handbetätigter Verzögerungseinrichtung

F.5.1 Beschreibung

Der Gewindebolzen wird manuell gedreht (Entsperrung ohne Bedingung nach Bild 5a)). Die benötigte Zeit zwischen Schalteröffnung und Freigabe der trennenden Schutzeinrichtung ist so festgelegt, dass sie länger ist als die benötigte Zeit zum Stoppen der gefährdenden Maschinenfunktionen.

Wenn die bewegliche trennende Schutzeinrichtung geöffnet ist, wird verhindert, dass der Gewindebolzen wieder eingeschraubt und somit der Schalter geschlossen wird.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|-------------------|
| 1 | bewegliche trennende Schutzeinrichtung | a | geschlossen |
| 2 | Positionsschalter | b | nicht geschlossen |

Bild F.5 — Verriegelungseinrichtung mit Zuhaltung mit handbetätigter Verzögerungseinrichtung

F.5.2 Vorteile

- Verlässlichkeit durch Einfachheit.

F.5.3 Nachteile

- kann leicht mit Hilfe eines kraftbetriebenen Schraubendrehers entsperrt werden.

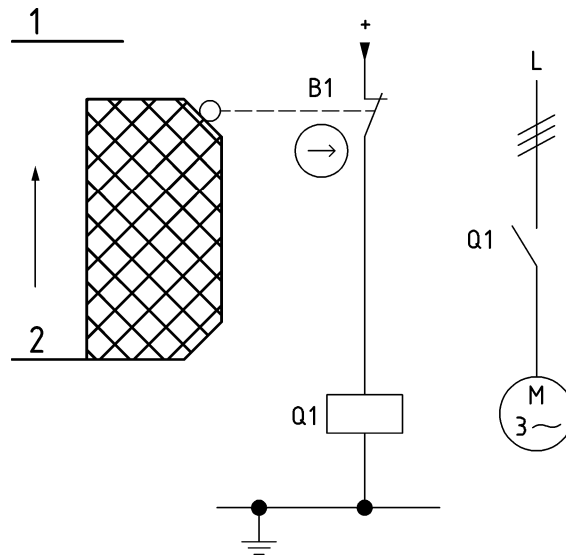
Anhang G (informativ)

Anwendungsbeispiele für Verriegelungseinrichtungen, die in einer Sicherheitsfunktion verwendet werden

G.1 Allgemeines

Die einzelnen Beschreibungen sind begrenzt auf die entsprechenden Kategorien nach ISO 13849-1, bzw. auf die Hardware-Fehlertoleranz (Architektur). Zum Erreichen der erforderlichen sicherheitsbezogenen Leistung sollten zusätzliche Anforderungen (z. B. Diagnosedeckungsgrad) berücksichtigt werden.

G.2 Beispiel 1, Kategorie 1



Legende

- 1 nicht geschlossen
2 geschlossen
↑ Zwangsöffnung

Bild G.1 — Positionsüberwachung von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen zur Vermeidung von gefährbringenden Bewegungen (STO – Sicheres Abschalten des Drehmoments)

G.2.1 Sicherheitsfunktion

- Sicherheitsbezogene Stoppfunktion, ausgelöst durch die Schutzeinrichtung: Öffnen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung durch die Sicherheitsfunktion STO (Sicheres Abschalten des Drehmoments).

G.2.2 Beschreibung der Funktionsweise

- Das Öffnen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (z. B. Schutzgitter) wird durch einen Positionsschalter B1 mit Zwangsöffnung erkannt, der dann einen Schütz Q1 betätigt. Der Ausfall von Q1 unterbricht oder verhindert gefährbringende Bewegungen oder Zustände.

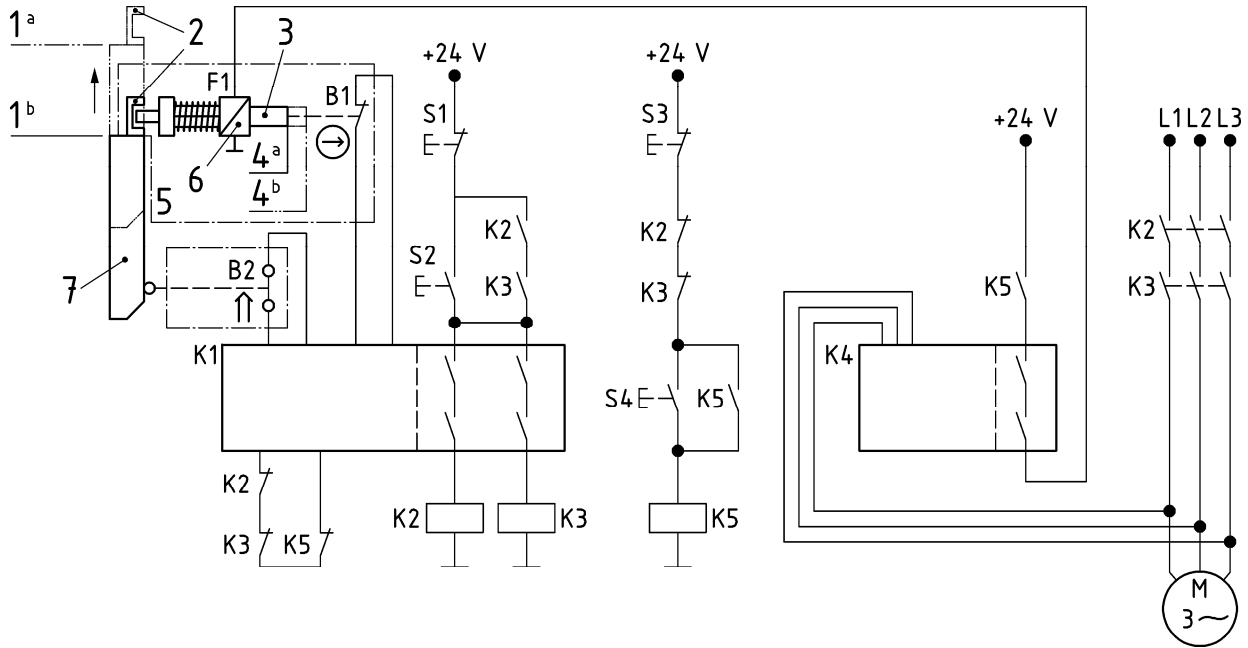
- Die Sicherheitsfunktion kann nicht bei allen Ausfällen von Bauteilen aufrechterhalten werden und ist abhängig von der Verlässlichkeit der Bauteile.
- Maßnahmen zur Fehlererkennung sind nicht eingebaut.
- Das Entfernen der Schutzeinrichtung ist nicht berücksichtigt.

G.2.3 Gestaltungsmaßnahmen

- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien sind eingehalten und die Anforderungen der Kategorie B sind erfüllt. Schutzstromkreise (z. B. Berührungsschutz) sind eingeschlossen. Grundlegendes Sicherheitsprinzip ist das Ruhestrom-Prinzip. Als bewährtes Sicherheitsprinzip wird eine Erdung des Steuerstromkreises angesehen.
- Schalter B1 ist ein zwangsöffnender Positionsschalter in Übereinstimmung mit Tabelle D.4 von ISO 13849-2:2003 und gilt aus diesem Grund als bewährtes Bauteil. Befindet sich die Schutzeinrichtung nicht in einer sicheren Position, erfolgt eine direkte mechanische Unterbrechung des Stromkreises durch den Unterbrechungskontakt.
- Bei Einhaltung aller zusätzlichen Bedingungen aus Tabelle D.4 von ISO 13849-2:2003 gilt der Schütz Q1 als bewährtes Bauteil.
- Die Positionsüberwachung erfolgt durch einen Positionsschalter. Zur Betätigung des Positionsschalters ist eine stabile Anordnung der Schutzeinrichtung sicherzustellen. Die Betätigungselemente des Positionsschalters sind gegen Verschieben gesichert. Es wurden nur starre mechanische Teile (keine federnden Elemente) verbaut.
- Die Betätigung des Positionsschalters entspricht den Herstellerangaben.

ANMERKUNG Eine ausführliche Beschreibung einschließlich der Einschätzung der Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde ist in Abschnitt 8.2.5 des BGIA-Reports 2/2008 „Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen“ zu finden, siehe [8].

G.3 Beispiel 2, Kategorie 3



Legende

1 ^a	bewegliche trennende Schutzvorrichtung, nicht geschlossen	S1	Stopp
1 ^b	bewegliche trennende Schutzvorrichtung, geschlossen	S2	Start
2	Betätigungselement der beweglichen trennenden Schutzvorrichtung	S3	Verriegelt
3	Zuhaltungselement (Riegel)	S4	Entsperrt
4 ^a	Riegel in verriegelter Position	K1	Sicherheitsrelais
4 ^b	Riegel in entsperrter Position	K2	Sicherheits-Stillstandsüberwachung
5	Zuhaltungseinrichtung	F1	Feder
6	Solenoid zum Entsperrern	B1	Positionsschalter zur Überwachung des Zuhaltungselementes
7	bewegliche trennende Schutzvorrichtung	B2	Positionsschalter zur Überwachung der Position der trennenden Schutzvorrichtung
↑↑	Gezeigt in betätigter Position		
→	Zwangsöffnung		

Bild G.2 — Zuhaltungseinrichtung mit Sicherheitsrelais und Stillstandsüberwachung – Kategorie 3

G.3.1 Sicherheitsfunktionen

- Keine Entsperrung der beweglichen trennenden Schutzvorrichtung, solange die Motorgeschwindigkeit größer als Null ist;
- Vermeiden eines unerwarteten Anlaufs bei entsperrter oder nicht geschlossener beweglicher trennender Schutzvorrichtung.

G.3.2 Beschreibung der Funktionsweise

- Der Zugang zur gefahrbringenden Bewegung ist durch eine bewegliche trennende Schutzeinrichtung verhindert, während die Maschine gesteuert oder in den Stillstand gefahren wird. Die bewegliche trennende Schutzeinrichtung ist geschlossen und zugehalten. Die bewegliche trennende Schutzeinrichtung wird entsperrt und kann geöffnet werden, wenn das Zuhaltungselement (Riegel) durch Ansteuerung des Entsperrungsmagneten entsperrt wurde. Eine Aktivierung des Entsperrungsmagneten ist jedoch nur möglich, wenn der Motor im Stillstand ist. Der Nachlauf des Motors nach Abschalten der Energieversorgung muss berücksichtigt werden.
- Durch Drücken des Startknopfes S2 wird der Motor gestartet. Dies ist nur bei geschlossener (B2 betätigt) und zugehaltener (B1 ist entsperrt) beweglicher trennender Schutzeinrichtung möglich; K2, K3 und K5 entfallen, so dass der Rückführkreis K1 geschlossen ist. Wird S2 geschlossen, werden K2 und K3 betätigt und bleiben verriegelt; die Energieversorgung zum Motor ist eingeschaltet.
- Durch Betätigung des Stopp-Schalters S1, fallen K2 und K3 ab und der Motor stoppt.
- Ein Öffnen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung bei laufendem Motor wird durch einen Riegel verhindert. Ein Öffnen ist nur bei entsperrtem Riegel möglich. Um den Riegel zu entsperrern
 - muss S1 gedrückt werden; K2 und K3 fallen ab;
 - muss S4 zur Anforderung der Entsperrung gedrückt werden (verriegelt durch K5);
 - der Ausgang von K4 schließt bei Stillstand des Motors;
 - der Entsperrungssolenoid wird aktiviert und der Riegel wechselt in die entsperrte Position.

Die Anforderung der Entsperrung wird durch S3 ausgelöst, K5 schaltet ab.

- Wenn die bewegliche trennende Schutzeinrichtung wieder geschlossen wird, bewegt sich der federkraftbetätigte Riegel in das Betätigungselement der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung. Dadurch wird die bewegliche trennende Schutzeinrichtung zugehalten und B1 und B2 werden geschlossen.
- Der Ausgangspfad von K1 fällt ab, wenn einer der Eingänge der Schaltkreise von K1, B1 (Überwachung des Riegels) oder B2 (Überwachung der trennenden Schutzeinrichtung) geöffnet wird.

G.3.3 Gestaltungsmerkmale

- Einhaltung von grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien und den Anforderungen der Kategorie B. Anwendung von Schutzstromkreisen (Berührungsschutz).
- Fehler in den elektrischen Verbindungskabeln von K1 und F1 werden erkannt und ein sicherer Zustand herbeigeführt. Kurzschlüsse sind zu berücksichtigen (ISO 13849-2:2008, Tabelle D.4). Alternativ sind die Kabel so zu führen, dass Fehlerausschlüsse möglich sind.
- Die Hilfsschütze K2, K3 und K5 enthalten zwangsgeführte Kontaktelemente in Übereinstimmung mit IEC 60947-5-1:2003, Anhang L.
- Zur Erfüllung der für Kategorie 3-Systeme erforderlichen Einfehlersicherheit ist der Positionsschalter B2 ein einzelner Positionsschalter (mechanisch unabhängig von der Zwangsbetätigung von B1). Als Maßnahme zum Erkennen eines Umgehens dient ein normalerweise offener Kontakt von B2.
- Der Positionsschalter B1 besitzt zwangsöffnende Kontakte in Übereinstimmung mit IEC 60947-5-1:2003, Anhang K, so dass ein Fehlerausschluss durch ein Nichtöffnen aufgrund eines Verschweißens der Kontakte gegeben ist.

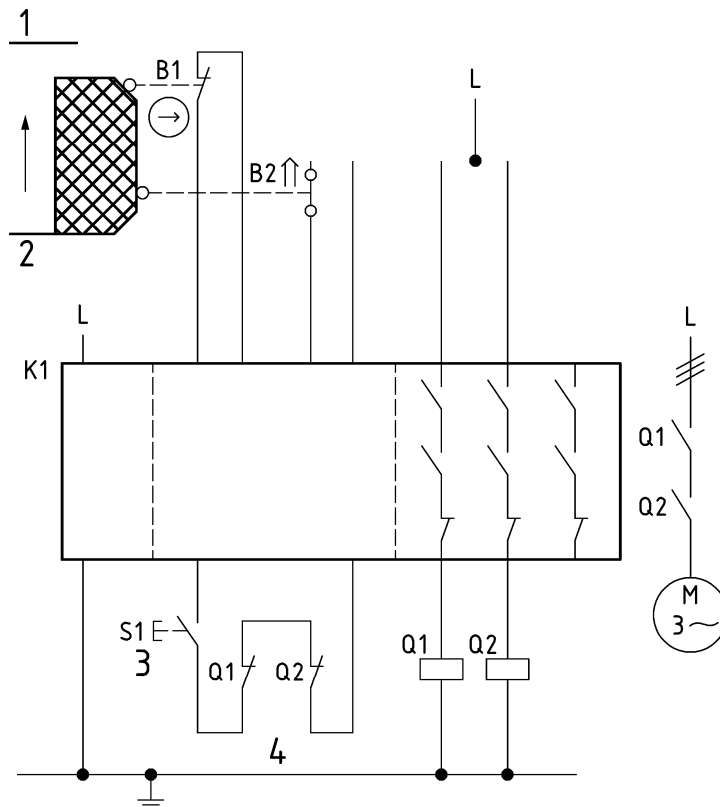
- Die Zuhaltungseinrichtung enthält in einem Gehäuse die Zuhaltungseinrichtung mit dem federkraftbetätigten Riegel, den Entriegelungssolenoid und den zur Positionsüberwachung des Riegels erforderlichen Positionsschalter B1. Das Betätigungselement ist an der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung befestigt.
- Die Feder der Zuhaltungseinrichtung ist eine bewährte Feder in Übereinstimmung mit ISO 13849-2:2003, A.3, außerdem ist sie dauerhaft fehlersicher nach EN 13906-1 (Fehlerrückmeldung bei „Federbruch“). Der Entriegelungssolenoid wird nicht ohne elektrische Steuerung aktiviert.
- Fehlerrückmeldung bei „Bruch des Verriegelungsbolzens“ aufgrund von
 - korrekter Auswahl der Einrichtungen um sicherzustellen, dass die Zuhaltungskraft (F_{Zh}) der Zuhaltungseinrichtung den auf den Verriegelungsbolzen wirkenden statischen Kräften standhält und
 - Vermeidung von auf den Verriegelungsbolzen wirkenden Scherkräften durch Abprallen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung. Die Gestaltung der Steuerung stellt sicher, dass der federkraftbetätigte Riegel nicht in die verriegelte Position geht, bevor die bewegliche trennende Schutzeinrichtung sich in einem geschlossenen und stationären Zustand befindet, z. B. durch Zeitverzögerung zwischen dem Schließen der Tür und dem Abschalten der Spannung des Solenoids (nicht in Bild G.2 gezeigt).

Ein Fehlerrückmeldung für den Bruch des Verriegelungsbolzens begrenzt nicht zwingend den PL oder SIL der Sicherheitsfunktion.

- Durch die Gestaltung der Anordnung kann der Verriegelungsbolzen in geschlossener Position (Position der Zuhaltung) bei offener beweglicher trennender Schutzeinrichtung nicht erreicht werden (Vermeidung einer unbeabsichtigten Zuhaltungsposition).
- K1 ist ein Sicherheitsrelais, das mindestens den Anforderungen der Kategorie 3 in Übereinstimmung mit ISO 13849-1 entspricht. Die Eingangskreise werden auf Erdschlüsse und Betriebsspannung überwacht. Bei einem Fehler wird ein sicherer Zustand eingeleitet. Eine Aktivierung des sicherheitsrelevanten Ausgangs ist nur bei geschlossenem Rückführkreis möglich.
- Die Stillstandsüberwachung K4 erfüllt mindestens die Anforderungen der Kategorie nach ISO 13849-1. Sie überwacht die Eingangskreise auf Kurzschlüsse der Kontakte, Freileitungen zum Motor und Kurzschlüsse der Betriebsspannung. Bei einem Fehler wird ein sicherer Zustand eingeleitet.
- Fehler, wie z. B. ein Kontaktschweißen von K2, K3 oder K5, werden durch den Rückführkreis von K1 entdeckt. Eine Aktivierung von K1 ist nur bei geschlossenem Rückführkreis und Sicherheitseingangskreisen möglich. K2, K3 und K5 haben zwangsgeführte Kontakte. Die Schalter B1 und B2 werden auch durch den Prozess geprüft, da die sicherheitsrelevanten Ausgänge von K1 nur nach Betätigung von B1 und B2 eingeschaltet sind. Dies geschieht durch Öffnen und Schließen der trennenden Schutzeinrichtung.

ANMERKUNG Eine ausführliche Beschreibung einschließlich der Einschätzung der Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde ist in Abschnitt 8.2.5 des BGIA-Reports 2/2008 „Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen“ zu finden, siehe [8].

G.4 Beispiel 3, Kategorie 4



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------------|----|---------------|
| 1 | nicht geschlossen | 3 | Start (Reset) |
| 2 | Geschlossen | 4 | Rückführkreis |
| ↑ | Gezeigt in betätigter Position | ⊙→ | Zwangsöffnung |

Bild G.3 — Positionsüberwachung von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen durch ein Sicherheitsmodul

G.4.1 Sicherheitsfunktion

- Sicherheitsrelevante Haltefunktion, ausgelöst durch die Schutzeinrichtung: Öffnen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (Schutzgitter) löst die Sicherheitsfunktion STO (sicheres Abschalten des Drehmoments) aus.

G.4.2 Funktionsbeschreibung

- Eine Gefahrenstelle wird durch eine bewegliche trennende Schutzeinrichtung (Schutzgitter) geschützt. Ein Öffnen des Schutzgitters wird durch die zwei Positionsschalter B1/B2 durch Verwendung von voreilenden Kontakten entdeckt, und es folgt eine Einschätzung durch das zentrale Sicherheitsmodul K1. K1 betätigt die beiden Schütze Q1 und Q2 und schaltet den Schutz zur Unterbrechung oder Vermeidung der gefahrbringenden Bewegungen oder Zustände aus.
- Eine Plausibilitätsüberwachung der Positionsschalter erfolgt in K1 zur Fehlererkennung. Fehler in Q1 und Q2 werden während der Prüfung beim Anfahren in K1 entdeckt. Ein Startbefehl ist nur dann erfolgreich, wenn Q1 und Q2 vorher ausgefallen sind. Die Prüfung beim Anfahren durch Öffnen und Schließen der Schutzeinrichtung ist nicht erforderlich.

- Bei Ausfall eines Bauteils bleibt die Sicherheitsfunktion bestehen. Fehler werden während des Betriebs oder bei Betätigung (Öffnen und Schließen) der Schutzeinrichtung durch Ausschalten von Q1 und Q2 und durch betriebsbedingtes Abschalten entdeckt.
- Ein Anhäufung von mehr als zwei Fehlern in einem Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Betätigungen kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

G.4.3 Gestaltungsmaßnahmen

- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien werden befolgt und die Anforderungen der Kategorie B sind erfüllt.
- Eine stabile Anordnung der Schutzeinrichtung ist zur Betätigung der Positionsschalter sichergestellt.
- Schalter B1 ist ein zwangsöffnender Positionsschalter in Übereinstimmung mit IEC 60947-5-1:2003, Anhang K.
- Die Zuleitungen zu den Positionsschaltern B1 und B2 sind separat oder mit Schutzleitung verlegt.
- Das Sicherheitsmodul K1 entspricht den Anforderungen an Kategorie 4.
- Die Schütze Q1 und Q2 besitzen zwangsgeführte Kontaktelemente nach IEC 60947-5-1:2003, Anhang L.

ANMERKUNG 1 Kategorie 4 ist nur eingehalten, wenn mehrere mechanische Positionsschalter für unterschiedliche Schutzeinrichtungen nicht in Reihe geschaltet sind (z. B. keine Kaskade), da eine anderweitige Erkennung von Fehlern in den Schaltern nicht erfolgen kann.

ANMERKUNG 2 Eine ausführliche Beschreibung einschließlich der Einschätzung der Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde ist in Abschnitt 8.2.5 des BGIA-Reports 2/2008 „Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen“ zu finden, siehe [8].

Anhang H (informativ)

Anreiz zum Umgehen einer Verriegelungseinrichtung

Im Falle eines Umgehens von Verriegelungseinrichtungen wird die Maschine nicht mehr unter den vom Hersteller vorgegebenen Bedingungen betrieben. Die Folge kann ein erheblich erhöhtes Risiko für den Bediener bedeuten, möglicherweise höher als zulässig.

Der Anreiz zum Umgehen von Verriegelungseinrichtungen umfasst unterschiedliche Aspekte, Beispiele sind das Ausmaß einer Behinderung durch die Schutzeinrichtung beim Ausführen von Bearbeitungsaufgaben oder eine nähere Überwachung und Feineinstellung der Maschine zur Vermeidung von Ausschuss.

Das nachstehende Verfahren unterstützt den Maschinenkonstrukteur bei der Identifizierung von möglichen Anreizen zum Umgehen von Verriegelungseinrichtungen. Die Anwendung dieses Verfahrens setzt voraus, dass alle bestimmungsgemäßen Betriebsarten berücksichtigt werden. Jede einzelne Schutzeinrichtung ist separat zu betrachten, und für jede relevante Aufgabe wird einer mit der Maschine vertrauten Person folgende Frage gestellt:

„Wo liegen die Vorteile für ein Umgehen der Schutzeinrichtung der Maschine?“

Tabelle H.1 ist eine Hilfe bei der Durchführung dieses Verfahrens. Sie enthält eine Gegenüberstellung der häufigsten Bedieneraufgaben und der jeweiligen Vorteile durch ein Umgehen der Verriegelungseinrichtungen. Die Tabelle enthält einige Grundeinträge, es können jedoch bei Bedarf Einträge hinzugefügt werden.

Die Durchführung des Verfahrens umfasst folgende vier Schritte:

- 1) Alle Betriebsarten der Maschine sind genau zu bestimmen, z. B. Betriebsart 1 = automatisch, Betriebsart 2 = handgeführt, usw.
- 2) Alle mit der Maschine durchgeführten individuellen Aufgaben sollten in den Tabellenreihen eingetragen und mit einem „x“ in der Spalte der entsprechenden Betriebsart gekennzeichnet werden.
- 3) Die nächsten beiden Spalten sind mit „Ja“ oder „Nein“ zu kennzeichnen, je nachdem, ob die Aufgabe für diese Betriebsart zulässig ist und ob die Durchführung in dieser Betriebsart ohne ein Umgehen möglich ist. Ein „Nein“ in diesen beiden Spalten deutet auf eine nicht sichere Maschine hin. Eine Verbesserung der Gestaltung und Konstruktion der Maschine ist zwingend erforderlich.
- 4) Weitere Spalten werden mit den möglichen Vorteilen einer Durchführung von Arbeiten ohne Schutzeinrichtungen ausgefüllt, z. B. „höhere Präzision“. Diese sollten geprüft werden und mit „0“ (keine), „+“ (gering) und „++“ (erheblich) markiert werden. Die Einträge „++“ und „+“ deuten auf Betriebsbedingungen hin, bei denen der Arbeitsprozess durch Schutzeinrichtungen behindert wird. Der Konstrukteur sollte prüfen, ob der Einbau von verbesserten und praxisorientierten Schutzeinrichtungen möglich ist.

ANMERKUNG 1 Praxisorientierte Betriebsarten sind ein wichtiges Mittel, um die Anreize für ein Umgehen zu vermeiden oder es überflüssig zu machen. Eingeschränkte Betriebsbedingungen (z. B. reduzierte Geschwindigkeit, Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung in Kombination mit Zustimmungseinrichtungen, eingeschränkte Funktionsfähigkeit) bieten sowohl ein vermindertes Restrisiko als auch ein Art „Motivation zur Rückkehr“ in den Automatikbetrieb (geringstes Restrisiko).

Tabelle H.2 zeigt ein Anwendungsbeispiel für Tabelle H.1.

ANMERKUNG 2 Tabelle H.1 ist ein Beispiel für eine automatische Werkzeugmaschine. Bei Verwendung der Tabelle für andere Arbeitsumgebungen wird empfohlen, die Tabelle entsprechend den spezifischen Kenndaten der Maschine und der Produktion anzupassen.

Wenn ein Umgehen nicht durch veränderte oder zusätzliche Betriebsarten ausgeschlossen werden kann, bleibt dem Konstrukteur nur noch ein Element: Ein Umgehen der Verriegelungseinrichtung zu erschweren oder unmöglich zu machen.

Tabelle H.1 — Abschätzung der Anreize zum Umgehen von Verriegelungseinrichtungen

Aufgabe	Betriebsart 1 ^{a)}	Betriebsart 2 ^{a)}	Betriebsart 3 ^{a)}	Betriebsart 4 ^{a)}	Betriebsart 5 ^{a)}	Für diese Betriebsarten zulässige Aufgaben?	Aufgabe ohne Umgehen möglich?	Leichter /bequemer ^{b)}	Schneller/höhere Produktivität ^{b)}	Flexibilität, z. B. bei größeren Werkstücken ^{b)}	Höhere Präzision ^{b)}	Bessere Sichtbarkeit ^{b)}	Bessere Hörbarkeit ^{b)}	Geringere körperliche Anstrengung ^{b)}	Kleinerer Arbeitsweg ^{b)}	Größere Bewegungsfreiheit ^{b)}	Besserer Bewegungsfluss ^{b)}	Vermeidung von Unterbrechungen ^{b)}	...	
Inbetriebnahme																				
Programmtest/Testlauf																				
Aufstellung/Einstellung/Umbau/Rüsten																				
Bearbeitung																				
Manuelles Eingreifen zum Entfernen von Spänen																				
Manueller Werkstückwechsel																				
Manuelles Eingreifen bei Fehlerbeseitigung																				
Prüfung/Zufallsprobenahme																				
Manuelles Eingreifen bei Messung/Feineinstellung																				
Manueller Werkzeugwechsel																				
Instandhaltung/Wartung																				
Fehlerbehebung Maschine																				
Reinigung, z. B. Entfernen von Spänen																				
...																				
...																				

^{a)} Betriebsarten
^{b)} Vorteile ohne Schutzeinrichtung: 0 = keine; + = geringe; ++ = erhebliche

Betriebsart 1: Betriebsart 2:

Betriebsart 3: Betriebsart 4:

Betriebsart 5:

ANMERKUNG Kostenloser Download, siehe [7].

Tabelle H.2 — Beispiel einer Abschätzung der Anreize zum Umgehen von Verriegelungseinrichtungen

Aufgabe	Automatik 1 a)	Handgeführt 2 a)			Für diese Betriebsarten zulässige Aufgaben?	Aufgabe ohne Umgehen möglich?	Leichter /bequemer b)	Schneller/höhere Produktivität b)	Flexibilität, z. B. bei größeren Werkstücken b)	Höhere Präzision b)	Bessere Sichtbarkeit b)	Bessere Hörbarkeit b)	Geringere körperliche Anstrengung b)	Kleinerer Arbeitsweg b)	Größere Bewegungsfreiheit b)	Besserer Bewegungsfluss b)	Vermeidung von Unterbrechungen b)	
Inbetriebnahme		X			Ja	Ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Programmtest/ Testlauf		X			Ja	Ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aufstellung/ Einstellung/ Umbau/ Rüsten	X				Nein	Nein	++	0	0	0	++	++	0	0	0	0	0	Entsprechende Betriebsart fehlt
Bearbeitung	X				Ja	Ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Manuelles Eingreifen zum Entfernen von Spänen																		
Manueller Werkstückwechsel																		
Manuelles Eingreifen bei Fehlerbeseitigung		X			Ja	Ja	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Verbesserung erforderlich
Prüfung/ Zufallsprobenahme																		
Manuelles Eingreifen bei Messung/ Feineinstellung																		
Manueller Werkzeugwechsel		X			Ja	Ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Instandhaltung/ Wartung																		
Fehlerbehebung Maschine																		
Reinigung, z. B. Entfernen von Spänen																		
...																		
...																		

a) Betriebsarten
b) Vorteile ohne Schutzeinrichtung: 0 = keine; + = geringe; ++ = erhebliche

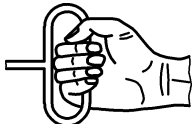
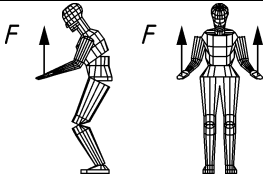
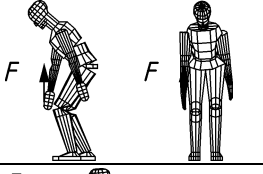
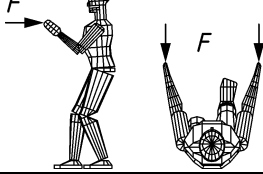
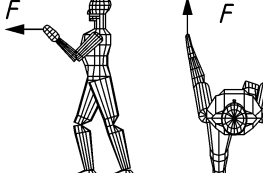
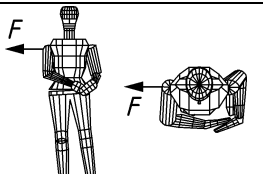
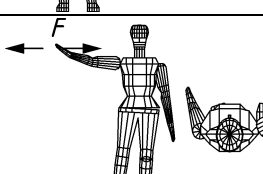
Anhang I (informativ)

Höchste statische Einwirkungskräfte

Tabelle I.1 zeigt Beispiele für die höchsten statischen Einwirkungskräfte. Weitere Informationen, siehe [10].

ANMERKUNG Dieser Anhang zeigt statische Kraftwirkungen. Bei einigen Anwendungen sind zusätzlich dynamische Kräfte zu berücksichtigen.

Tabelle I.1 — Höchste statische Einwirkungskräfte

Kraftrichtung	Körperhaltung	Kraftausübungsart	Wert der Kraft [N]	
	horizontales Ziehen (Zerren)	Sitzen	einhandig	600
	senkrecht nach oben	Stehen, Rumpf und Beine gebeugt, Füße nebeneinander	beidhändig, horizontale Griffe	1 400
	senkrecht nach oben	Stehen, frei	einhandig, horizontale Griffe	1 200
	horizontal, parallel zur Symmetrieebene des Körpers nach hinten, ziehen	aufrecht Stehen, Füße nebeneinander oder Schrittrichtung	beidhändig, vertikale Griffe	1 100
	horizontal, parallel zur Körpersymmetrieebene nach vorn, drücken	Stehen, Füße nebeneinander oder Schrittrichtung	beidhändig, vertikale Griffe	1 300
	horizontal, weg von der Körpersymmetrieebene	Stehen, Rumpf seitwärts gebeugt	Schulter an seitliche Metallplatte gedrückt	1 300
	horizontal normal zur Körpersymmetrieebene	Stehen, Füße nebeneinander	einhandig, vertikaler Griff	700

Anhang J (informativ)

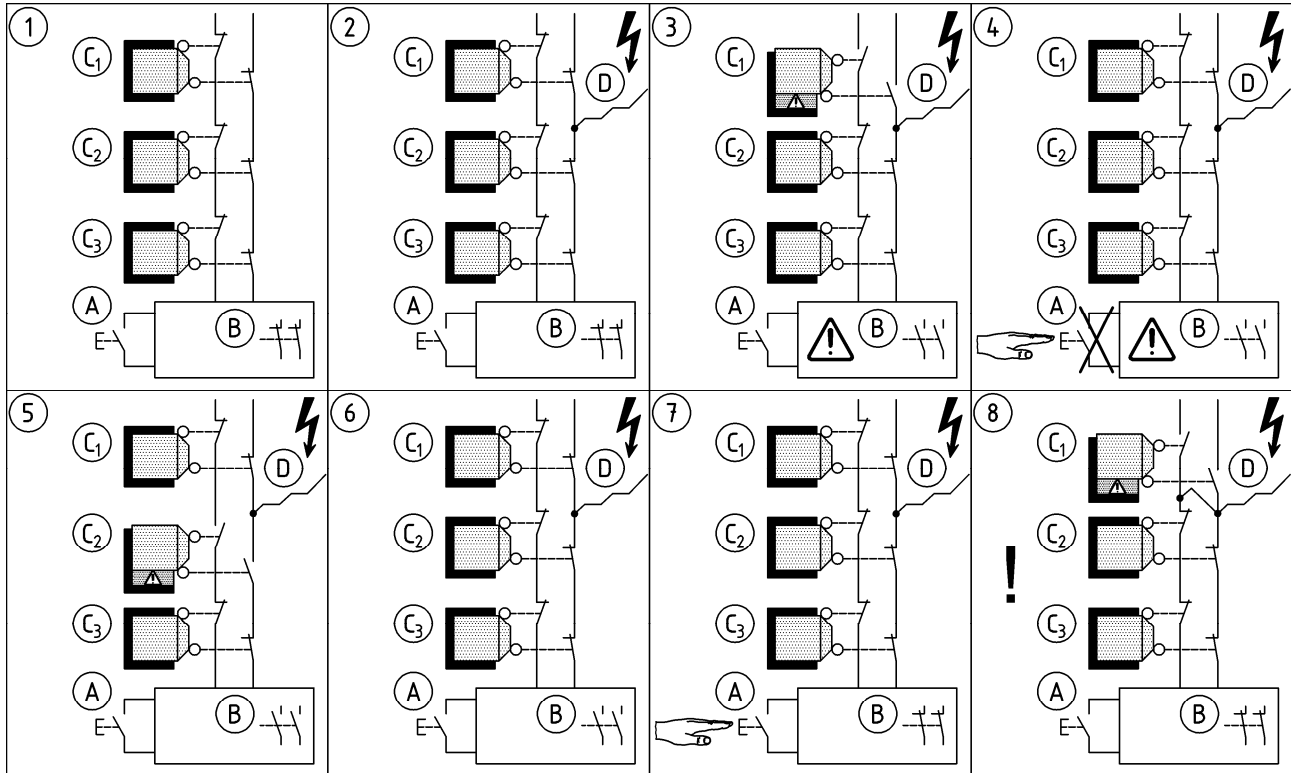
Bewertung der Fehlzustandsmaskierung bei Reihenschaltung von Zuhaltungseinrichtungen mit potenzialfreien Kontakten

J.1 Fehlzustandsmaskierung für Reihenschaltungen mit potenzialfreien Kontakten

In den Kategorien 2, 3 und 4 sollte ein Einzelfehler in einem sicherheitsrelevanten Teil einer Steuerung durch die Logikeinheit entdeckt werden (z. B. Steuerung, Sicherheitsrelaiseinheit, integrale Diagnosefunktion). Wenn Zuhaltungseinrichtungen mit potenzialfreien Kontakten in einem redundanten sicherheitsbezogenen Teil einer Steuerung in Reihe geschaltet sind, führt ein Einzelfehler nicht zum Ausfall der Sicherheitsfunktion und wird erkannt. Es ist jedoch vorhersehbar, dass, z. B. bei einer Fehlersuche, mehr als eine bewegliche trennende Schutzeinrichtung geöffnet wird.

Durch die Reihenschaltung besteht die Möglichkeit, dass der erkannte Fehler in der Logikeinheit durch die Betätigung anderer Schalter zurückgesetzt wird, der eigentliche Fehler maskiert und so der Verriegelungsschaltkreis zurückgesetzt wird. Das führt dazu, dass ein Maschinenbetrieb trotz Vorhandenseins eines Einzelfehlers im Verriegelungsschaltkreis möglich ist.

Bild J.1 zeigt die Entwicklung der Maskierung eines Einzelfehlers durch die Betätigung anderer beweglicher trennender Schutzeinrichtungen, deren Schaltkontakte in Reihe geschaltet sind.



Legende

- | | | | |
|---|----------------------|--|--|
| A | Rückstelleinrichtung | C ₁ , C ₂ , C ₃ | Verriegelungseinrichtungen mit potenzialfreien Kontakten |
| B | Logikeinheit | D | Anfangsfehler (aufgrund eines Kabelfehlers wurde der zweite Kontakt des ersten Schalters durch einen Querschluss mit der externen Spannung außer Betrieb gesetzt). |

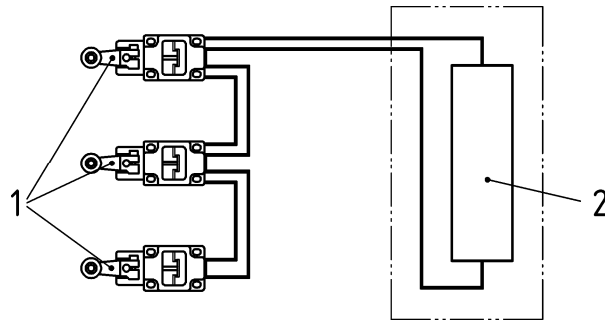
ANMERKUNG Je nach elektrischer Installation kann dieser Fehler ausgeschlossen werden, siehe ISO 13849-2:2003, Anhang D.

- (1) Normale Situation
- (2) Anfangsfehler tritt auf
- (3) Öffnen der ersten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung
- (4) Fehlererkennung und Abschaltung
- (5) Öffnen der zweiten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung während der Fehlersuche
- (6) Öffnen und Schließen der zweiten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung initiiert ein Signal zum Zurücksetzen der Logikeinheit und maskiert dadurch den Anfangsfehler.
- (7) Das Zurücksetzen der Logikeinheit ermöglicht einen Maschinenbetrieb während ein Einzelfehler vorhanden ist.
- (8) Ein Folgefehler (weitere Beschädigungen am Kabel) führt zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion.

Bild J.1 — Entwicklung einer Einzelfehler-Maskierung in einer Reihenschaltung (Kaskade) von Verriegelungseinrichtungen mit potenzialfreien Kontakten

J.2 Führung der Verbindungskabel

Verkabelungsstruktur, bei der ein Einzelkabel vom Schaltschrank zur ersten Verriegelungseinrichtung verlegt ist, von dieser Verriegelungseinrichtung dann zur nächsten Einrichtung usw., bis die letzte Verriegelungseinrichtungen und die entsprechenden Signale wieder auf gleichem Weg zurück zum Schaltschrank führt.



Legende

- 1 Verriegelungseinrichtungen 2 Schaltschrank

Bild J.2 — Verlegung der Verbindungskabel

ANMERKUNG Das Bild oben zeigt nur einen Kanal (mit einem Kabel). Die tatsächlichen Systeme sind redundant auszuführen (siehe Bild J.1).

J.3 Faktoren, die eine Fehlzustandsmaskierung beeinträchtigen

Um mögliche Fehlzustandsmaskierungen durch ein unbeabsichtigtes Zurücksetzen bei Kaskaden von Verriegelungseinrichtungen mit potenzialfreien Kontakten zu vermeiden, werden zusätzliche, einzeln mit einer Überwachungseinrichtungen (z. B. herkömmliche, nicht sicherheitsbezogene SPS) verbundene Kontakte empfohlen.

Der Diagnosedeckungsgrad (DC) hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, auch von der redundanten Signalauswertungstechnik, der Struktur und dem Schutz der Verkabelung und der Anordnung der einzelnen oder redundanten Verriegelungseinrichtungen für trennende Schutzeinrichtungen.

J.4 Wahrscheinlichkeit einer Fehlzustandsmaskierung

Die Wahrscheinlichkeit einer Maskierung von Fehlzuständen hängt von mehreren zu berücksichtigen Parametern ab, unter anderem von:

- der Anzahl der in Reihe geschalteten Verriegelungseinrichtungen;
- der Betätigungshäufigkeit jeder beweglichen trennenden Schutzeinrichtung;
- dem Abstand zwischen den beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen;
- der Zugänglichkeit der beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen;
- der Anzahl der Bediener.

Während eine Quantifizierung bzw. Qualifizierung für Abstand und Zugänglichkeit schwierig ist, können die bestimmungsgemäße Öffnungshäufigkeit und die Anzahl der verbundenen Verriegelungseinrichtungen zur Einschätzung einer bestimmten Wahrscheinlichkeit der Fehlzustandsmaskierung verwendet werden. Tabelle J.1 zeigt die Wahrscheinlichkeit einer Fehlzustandsmaskierung und den maximal erreichbaren DC. Der DC ist jedoch in allen Fällen auf „kein“ zu begrenzen, wenn voraussehbar ist, dass ein Öffnen oder Schließen der trennenden Schutzeinrichtung zu einem unbeabsichtigten Zurücksetzen der Logikeinheit führt.

Tabelle J.1 — Wahrscheinlichkeit einer Fehlzustandsmaskierung

Anzahl der häufig benutzten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen ^a		Anzahl zusätzlicher beweglicher trennender Schutzeinrichtungen	Wahrscheinlichkeit einer Fehlzustandsmaskierung	DC für Verriegelungseinrichtung begrenzt auf
1	+	1	Gering	Gering
		2 bis 4	Mittel	Gering
		> 4	Hoch	Kein
> 1			Hoch	Kein
^a Wenn die Häufigkeit höher als einmal pro Stunde ist.				

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG

Durch ein Übereinkommen zwischen ISO und CEN ist dieser Anhang Teil im DIS und FDIS; er ist jedoch nicht Bestandteil der veröffentlichten Norm.

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen 1.4.2.2 Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung aus Anhang I der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.

Literaturhinweise

- [1] EN 13906-1, *Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben — Berechnung und Konstruktion — Teil 1: Druckfedern*
- [2] IEC 60617-DB:2001, *Graphical symbols for diagrams* / Anmerkung: Online-Datenbank
- [3] IEC 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-1: Contactors and motor-starters — Electromechanical contactors and motor-starters*
- [4] ISO/TR 23849, *Guidance on the application of ISO 13849-1 and IEC 62061 in the design of safety-related control systems for machinery*
- [5] IEC/TR 62061-1, *Guidance on the application of ISO 13849-1 and IEC 62061 in the design of safety-related control systems for machinery*
- [6] EN 953+A1, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*
- [7] *Bewertungsschema für Manipulationsanreize eine Schutzeinrichtung zu umgehen*, BGIA, verfügbar im World Wide Web <<http://www.dguv.de/bgia/en/pr/manipulation/index.jsp>> / Anmerkung: Freies Download von Tabelle H.1
- [8] BGIA Report 2/2008, *Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen* und zusätzliche Software, BGIA, verfügbar im World Wide Web: <<http://www.dguv.de/bgia/en/pr/en13849/index.jsp>>
- [9] *Handbuch der Ergonomie: HdE ; mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden* / hrsg. vom Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung. [Wiss. Berab. Heinz Schmidtke] Koblenz : Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung Losebl.-Ausg. 2., überarb. und erw. Aufl. 1989 ISBN3-927038-70-9
- [10] DIN 33411-5, *Körperkräfte des Menschen — Teil 5: Maximale statische Aktionskräfte, Werte*