

## Sichere Technik

# Maschinen Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen



T 008

DGUV Information 213-054

Stand: September 2016

# VISION ZERO.

**NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!**

Die neue Präventionsstrategie der BG RCI „VISION ZERO. Null Unfälle – gesund arbeiten!“ setzt direkt am Menschen an. Sie steht für die Überzeugung, dass alle Unfälle verhindert werden könnten, wenn im Vorfeld die richtigen Maßnahmen ergriffen werden. Ziel ist deswegen, die

Arbeitswelt so zu gestalten, dass eine unfall-

freie Arbeit möglich ist und Menschen nicht

durch Arbeit krank werden. Ein besonderer

Focus liegt auf der Prävention von tödlichen

Arbeitsunfällen und Erkrankungen oder Ver-

letzungen, die so schwerwiegend sind, dass

daraus lebenslange Schäden resultieren.

Um dies zu erreichen hat die BG RCI

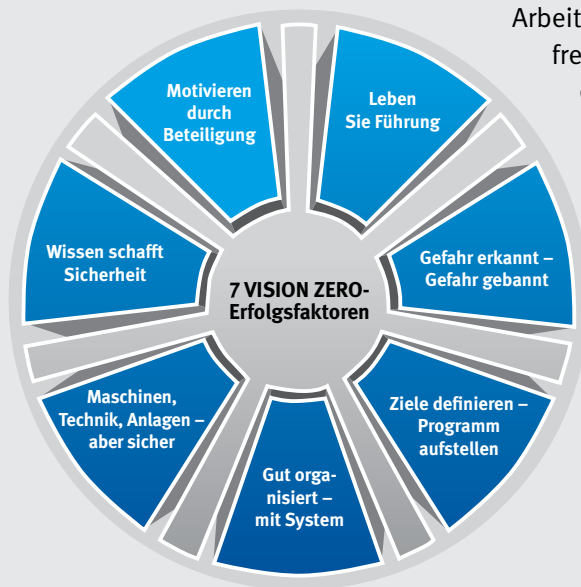
sieben konkrete Ziele formuliert, eine

Reihe von Maßnahmen ergriffen und

sieben Erfolgsfaktoren für die Umsetzung

der VISION ZERO Strategie im Unternehmen

definiert.



**In diesem Merkblatt besonders angesprochener Erfolgsfaktor:**

**„Maschinen, Technik, Anlagen – aber sicher“**

## Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

<b>1</b>	<b>Zielsetzungen</b>	5
<b>2</b>	<b>Rechtliche Grundlagen</b>	7
2.1	Vorschriften und Regeln	7
2.2	Prüfung von Maschinen als Teil der Gefährdungsbeurteilung	9
2.2.1	Prüfung von Maschinen vor Inbetriebnahme	10
2.2.2	Wiederkehrende Prüfung von Maschinen und Festlegung von Prüfzeiten	11
2.3	Gestaltung von Kaufverträgen	12
2.4	Anpassung gebrauchter Maschinen an den Stand der Technik	12
<b>3</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b>	13
<b>4</b>	<b>Allgemeine Gestaltungs- und Beurteilungskriterien</b>	19
4.1	Ausführung nach Risikograd	19
4.2	Einsehbarkeit und Zugänglichkeit	20
4.3	Vermeidung von Manipulationen an Schutzeinrichtungen	21
4.4	Schwere Umgehbarkeit	22
4.5	Befehlseinrichtungen und Steuerungen	25
4.6	Pneumatische und hydraulische Ausrüstung	31
4.7	Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen	31
4.8	Elektrische Ausrüstung	35
4.9	Ausrüstungen für den Notfall (Not-Halt-Gerät, Not-Halt, Not-Aus)	37
4.9.1	Stillsetzen im Notfall (Not-Halt)	38
4.9.2	Not-Halt in geringfügig verketteten Anlagen	39
4.9.3	Not-Halt in Gesamtheiten von Maschinen	40
4.9.4	Ausschalten im Notfall (Not-Aus)	41
4.9.5	Ergänzende Schutzmaßnahmen	41
4.9.6	Technische Ausführung der Not-Halt-Ausrüstung	41
4.9.6.1	Hydraulik	41
4.9.6.2	Pneumatik	42
4.9.6.3	Elektrik	42
4.9.6.4	Ausführung des Not-Halt-Gerätes	42
<b>5</b>	<b>Sicherheitskonzepte</b>	43
5.1	Grundsätze	43
5.2	Große Maschinen	43
5.3	BWS-gesicherte hintertretbare Bereiche	45
5.3.1	Systematik für die Auswahl	46
5.3.2	Bereiche mit Aufenthaltsüberwachung	47
5.3.3	Bereiche ohne Aufenthaltsüberwachung	48
5.3.4	Fallbeispiele	49
<b>6</b>	<b>Schutzeinrichtungen</b>	52
6.1	Anforderungen aus der Normung	52
6.2	Trennende Schutzeinrichtungen	53
6.2.1	Feststehende trennende Schutzeinrichtungen	54
6.2.1.1	Anwendungskriterien	54
6.2.1.2	Generelle Anforderungen	54
6.2.1.3	Anforderungen gemäß Risikograd	55
6.2.2	Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung	55
6.2.2.1	Anwendungskriterien	55
6.2.2.2	Generelle Anforderungen	56
6.2.2.3	Anforderungen gemäß Risikograd	58

---

6.2.3	Bewegliche trennende Schutzvorrichtungen mit Zuhaltung	60
6.2.3.1	Anwendungskriterien	60
6.2.3.2	Generelle Anforderungen	60
6.2.3.3	Anforderungen gemäß Risikograd	64
6.3	Berührungslos wirkende Schutzvorrichtungen (BWS)	65
6.3.1	Allgemeine Anwendungskriterien	65
6.3.2	Sicherheitsabstand für das Über- und Untergreifen des Schutzfeldes	66
6.3.3	Bestimmungsgrößen für den Sicherheitsabstand beim Durchgreifen des Schutzfeldes	67
6.3.4	Besonderheiten bei Lichtschranken und Lichtgittern	69
6.3.4.1	Umspiegelung und Dejustierung	69
6.3.4.2	Festlegen des Sicherheitsabstandes	70
6.3.4.3	Anforderungen gemäß Risikograd	72
6.3.5	Besonderheiten bei Laserscannern	72
6.3.5.1	Funktionsprinzip	72
6.3.5.2	Horizontale Schutzfelder	74
6.3.5.3	Vertikale Schutzfelder	74
6.3.5.4	Festlegen des Sicherheitsabstands bei horizontaler Anordnung	76
6.3.5.5	Festlegen des Sicherheitsabstands bei vertikaler Anordnung	77
6.3.5.6	Anforderungen gemäß Risikograd	77
6.4	Durch Berührung wirkende Schutzvorrichtungen	77
6.4.1	Trittmatten	77
6.4.1.1	Anwendungskriterien	77
6.4.1.2	Generelle Anforderungen	77
6.4.1.3	Anforderungen gemäß Risikograd	78
6.4.2	Schaltleisten	78
6.4.2.1	Anwendungskriterien	78
6.4.2.2	Generelle Anforderungen	78
6.4.2.3	Anforderungen gemäß Risikograd	78
6.4.3	Schaltleinen	79
6.4.3.1	Anwendungskriterien	79
6.4.3.2	Generelle Anforderungen	79
6.4.3.3	Anforderungen gemäß Risikograd	79
6.5	Ortsbindende Schutzvorrichtungen	79
6.5.1	Zweihandsteuerungen	79
6.5.1.1	Anwendungskriterien	79
6.5.1.2	Generelle Anforderungen	80
6.5.1.3	Übernahme des Steuerbefehls	81
6.5.1.4	Anforderungen gemäß Risikograd	83
6.5.2	Tipptaster und Zustimmungsvorrichtungen	84
6.5.2.1	Anwendungskriterien	84
6.5.2.2	Generelle Anforderungen	85
6.5.2.3	Anforderungen gemäß Risikograd	86
Anhang 1:	Anforderungen an die Betriebsanleitung	87
Anhang 2:	Allgemeine Angaben in Kaufverträgen	89
Anhang 3:	Sicherheitsabstände nach DIN EN 349 und DIN EN ISO 13857	90
Anhang 4:	IP-Codes	96
Anhang 5:	Kriterien für die Festlegung von Fristen für die Prüfung von Maschinen durch befähigte Personen	99
Anhang 6:	Beispiel für eine Konformitätserklärung	104
Anhang 6a:	Beispiel für eine Einbauerklärung	105
Anhang 7:	Literaturverzeichnis	106
Bildnachweis		110



# 1 Zielsetzungen

Dieses Merkblatt unterstützt den Unternehmer bei der Gefährdungsbeurteilung für Maschinen nach § 3 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)<sup>1</sup>. Zu diesem Merkblatt gibt es Checklisten<sup>2</sup>, die zur Überprüfung von Sicherheitskonzepten und Schutzeinrichtungen an Maschinen herangezogen werden können. Das Merkblatt und die Checklisten konkretisieren die Merkblätter A 016/A 017<sup>3</sup> der BG RCI zur Gefährdungsbeurteilung.

Die in diesem Merkblatt beschriebenen Anforderungen beruhen auf der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)<sup>4</sup> und den harmonisierten europäischen Normen.

Die dargestellten grundlegenden Sicherheitskonzepte und Schutzprinzipien müssen auch weitgehend auf ältere Maschinen übertragen werden, da nach § 3 Abs. 7 der Betriebssicherheitsverordnung gefordert wird, dass die Gefährdungsbeurteilung regelmäßig zu überprüfen sei, wobei der Stand der Technik zu berücksichtigen ist. Eine vollständige Nachrüstung auf den Stand der Technik ist jedoch nicht in jedem Fall notwendig. Die Grenze für die Nachrüstung ist erreicht, wenn der damit verbundene Aufwand nicht mehr verhältnismäßig<sup>5</sup> ist. Dieser Sachverhalt liegt vor, wenn mit einem hohen Aufwand nur ein kleiner Sicherheitsgewinn verbunden ist<sup>6</sup>. Dies ist z. B. der Fall bei der Anpassung von Steuerungen an die DIN EN 13849-1, wonach die Ausfallwahrscheinlichkeit rechnerisch nachzuweisen ist.<sup>7</sup>

1 Siehe Anhang 7 Nr. 8

2 Siehe Medienshop unter [medienshop.bgrci.de](http://medienshop.bgrci.de)

3 Siehe Anhang 7 Nr. 30 und 31

4 Siehe Anhang 7 Nr. 22

5 Siehe hierzu die Bekanntmachung des BMAS vom März 2015: Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, BekBS 1114

6 Auf der Homepage der BG RCI werden Checklisten für einzelne Maschinenarten veröffentlicht, in denen zur Frage der Verhältnismäßigkeit Stellung bezogen wird.

7 Zur Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit siehe auch Abschnitt 4.5 dieses Merkblatts.

Die aufgeführten Empfehlungen stellen nur eine Auswahl dar, andere ebenso wirksame Schutzeinrichtungen sind möglich. In Einzelfällen ist es möglich, dass die beschriebenen Anforderungen aus technologischen Gründen nicht erfüllbar sind. Es ist jedoch anzustreben, die Schutzziele soweit wie möglich zu erreichen.

Werden Maschinen für den eigenen Bedarf konstruiert und gebaut oder wesentliche Veränderungen<sup>8</sup> vorgenommen, sind die sicherheitstechnischen Angaben in diesem Merkblatt nicht ausreichend. Der Betreiber wird in diesen Fällen zum Maschinenhersteller<sup>9</sup> und muss vor der Gefährdungsbeurteilung die wesentlich aufwändigere Risikobeurteilung<sup>10</sup> erstellen. In diesen Fällen müssen die umfassenden Anforderungen der harmonisierten europäischen Normen für Maschinen und Sicherheitsbauteile bekannt sein<sup>11</sup>. Das dort beschriebene Sicherheitsniveau muss in allen Details erreicht und dokumentiert werden. Es ist jedoch zulässig, von den Normen abzuweichen und das dort beschriebene Sicherheitsniveau auf andere Art zu erreichen. In diesem Fall kommt es jedoch zu einer Umkehrung der Beweislast. Im Zweifelsfall muss nachgewiesen werden, dass mit der von der Norm abweichenden Lösung das gleiche Sicherheitsniveau erreicht wird. Es ist daher anzuraten, die Normen weitestgehend umzusetzen.

Wichtig ist ferner, dass auch bei Umbauten von Maschinen, die nicht mit einer wesentlichen Veränderung verbunden sind, für die veränderten Bereiche eine Risikobeurteilung erstellt wird<sup>12</sup>.

Zum Herstellen und Betreiben von Geräten und Anlagen für Forschungszwecke siehe auch DGUV Information 202-002.

---

8 In der amtlichen Begründung zum Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass „wesentlich veränderte Produkte“ wie neue Produkte behandelt werden müssen.

9 Umfassende Informationen zum Eigenbau von Maschinen und den sich daraus ergebenden Pflichten können dem Merkblatt T 008-0 entnommen werden; siehe Anhang 7 Nr. 32.

10 Die alte Maschinenrichtlinie 98/37/EG verwendet noch den Begriff Gefahrenanalyse. In der neuen Richtlinie wird im Anhang I, Nr. 1, verbindlich festgelegt, in welchem Verfahren die Risikobeurteilung erfolgen muss. Die inhaltliche Gestaltung wird in zwei Normen beschrieben, der DIN EN 12100 und der DIN ISO/TR 14121-2.

11 Eine komfortable Normenrecherche ist z. B. auf der Website der KAN (Kommission Normung und Arbeitsschutz) möglich ([nora.kan-praxis.de](http://nora.kan-praxis.de)). Eine Liste mit harmonisierten europäischen Normen zur Maschinenrichtlinie wird von der Europäischen Kommission im Internet unter folgender Adresse veröffentlicht: <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/standardization/harmstds/reflist/machines.html>

12 Siehe hierzu das Interpretationspapier des BMAS zur wesentlichen Veränderung von Maschinen (erschieden im GMBI 2015, S. 183). Es wird empfohlen, jede Veränderung im Rahmen einer Risikobeurteilung zu dokumentieren. Dies ist auch plausibel, da der „Veränderer“ die volle Verantwortung für die Veränderung übernimmt.

## 2 Rechtliche Grundlagen

### 2.1 Vorschriften und Regeln<sup>13</sup>

Die wesentlichen Anforderungen zu Bau und Ausrüstung von Maschinen sind in der Maschinenrichtlinie und in der EMV-Richtlinie geregelt, die in Deutschland durch das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) umgesetzt wurden. Darüber hinaus wurden weitere europäische Richtlinien durch Verordnungen zum ProdSG umgesetzt.

Bereitstellen und Benutzen beziehungsweise Verwenden von Arbeitsmitteln regeln die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie und die Arbeitsschutzrichtlinie, in Deutschland umgesetzt durch das Arbeitsschutzgesetz und die Betriebssicherheitsverordnung (siehe Abbildung 2).

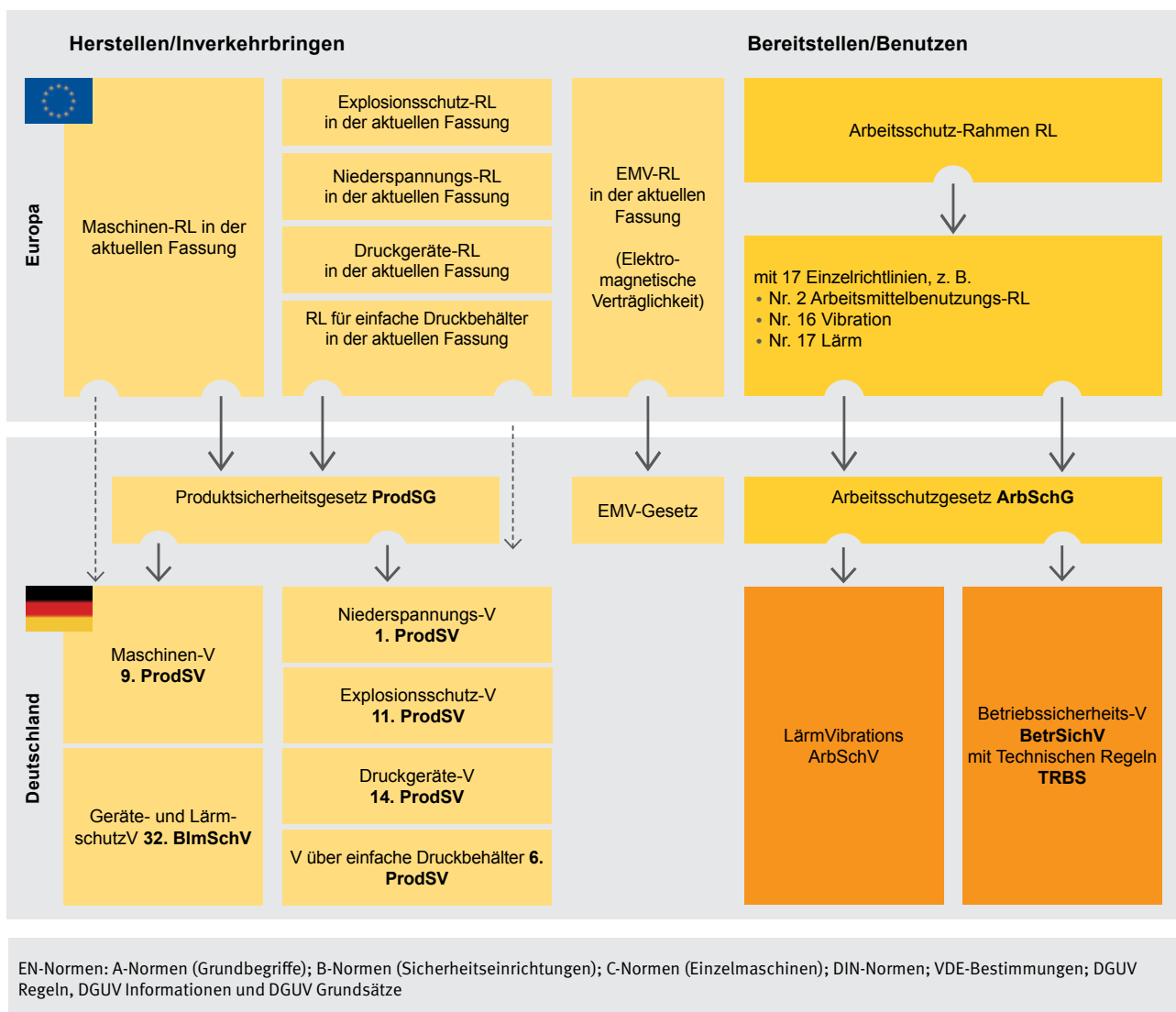


Abbildung 2: Wichtige Vorschriften und Regeln für Maschinen in der jeweils aktuellen Fassung

<sup>13</sup> Siehe Anhang 7



Abbildung 3: Auswahl europäischer Sicherheitsnormen für Maschinen der Typen A, B, und C



Nach § 5 Abs. 3 der Betriebssicherheitsverordnung darf ein Unternehmer seinen Beschäftigten nur Arbeitsmittel (dazu gehören auch Maschinen) bereitstellen, die

- › Rechtsvorschriften entsprechen, die als europäische Gemeinschaftsrichtlinien in deutsches Recht umgesetzt wurden, oder, wenn solche Rechtsvorschriften keine Anwendung finden,
- › sonstigen Rechtsvorschriften, mindestens jedoch §§ 8 und 9 der BetrSichV unter Berücksichtigung bestehender Nachrüstungsanforderungen entsprechen (siehe Abschnitt 2.4 dieses Merkblatts).

Der Unternehmer ist demnach verpflichtet, Maschinen vor der erstmaligen Benutzung einer Gefährdungsbeurteilung zu unterziehen. Hierbei hat er die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit den Beschäftigten nur Arbeitsmittel bereitgestellt werden, die für die am Arbeitsplatz gegebenen Bedingungen geeignet und bei deren bestimmungsgemäßer Benutzung Sicherheit und Gesundheitsschutz gewährleistet sind. Dies schließt ein, dass der Unternehmer bereits im Vorfeld der Beschaffung sicherstellen muss, dass die Maschine dem betrieblichen Umfeld und den produktionstechnischen Anforderungen genügt.<sup>14</sup> Es ist nicht ausreichend, wenn zur Bereitstellung lediglich auf das CE-Zeichen und die EG-Konformitätserklärung des Herstellers geachtet wird. Im § 3 der Betriebssicherheitsverordnung wird unmissverständlich klargestellt: „Das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel entbindet nicht von der Pflicht zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.“

## 2.2 Prüfung von Maschinen als Teil der Gefährdungsbeurteilung

Die sicherheitstechnische Bewertung (Prüfung) von Maschinen ist Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz.

Man unterscheidet die sicherheitstechnische Bewertung vor Erstinbetriebnahme und die wiederkehrende Prüfung.

Siehe hierzu auch TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ sowie TRBS 1201 Teil 1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen“.<sup>15</sup>

Bei der Durchführung der sicherheitstechnischen Bewertung hat sich ein Vorgehen bewährt, das dem dargestellten Schema entspricht.

---

<sup>14</sup> Siehe auch BekBS 1113 „Beschaffung von Arbeitsmitteln“ unter [www.baua.de](http://www.baua.de) Suchbegriff: BekBS 1113

<sup>15</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 11 und 12

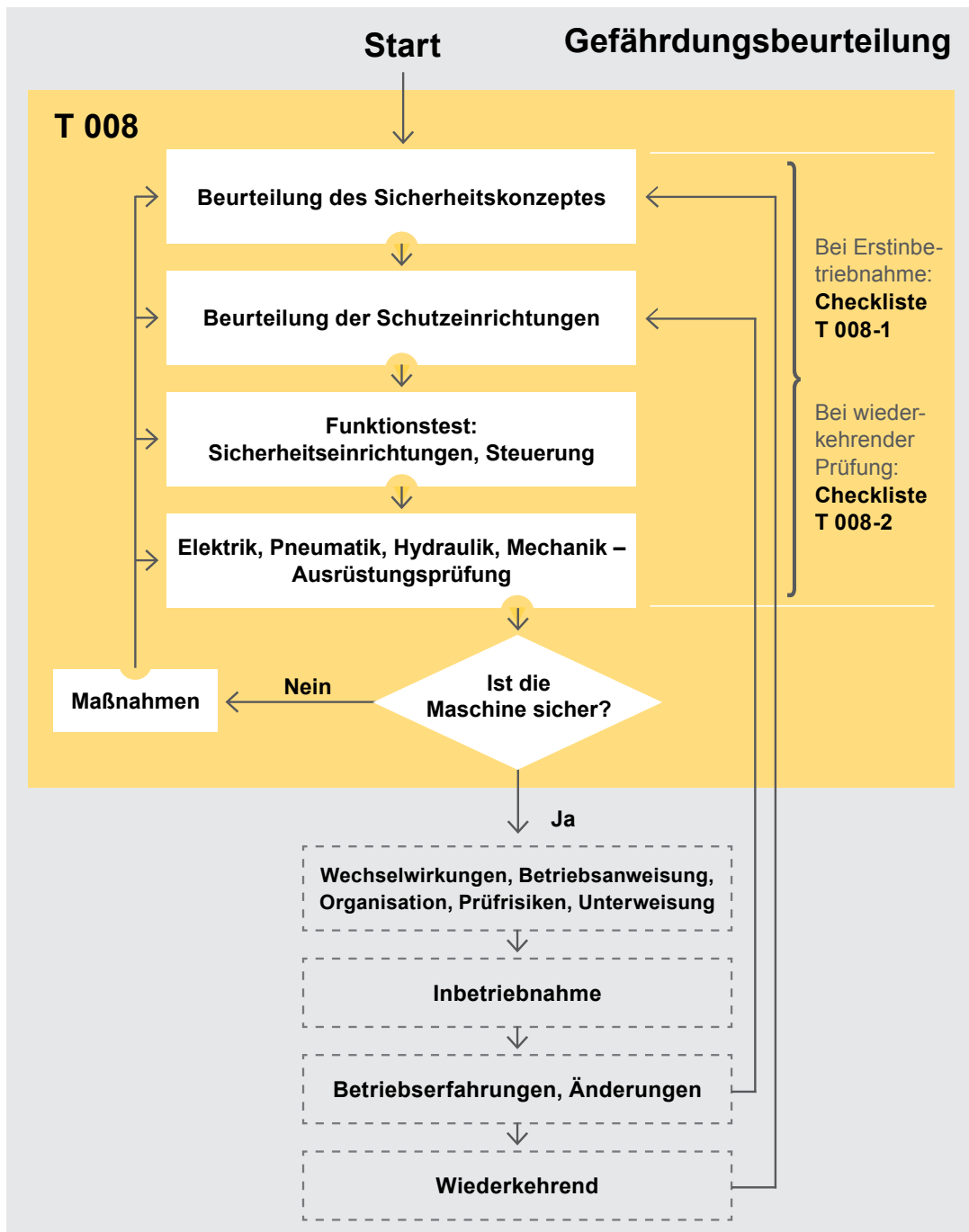


Abbildung 4: Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

## 2.2.1 Prüfung von Maschinen vor Inbetriebnahme

Nach §§ 3 und 5 der Betriebssicherheitsverordnung<sup>16</sup> hat der Unternehmer die Arbeitsmittel vor der Benutzung auf Mängel zu prüfen. Werden Mängel festgestellt, die sich auf die Sicherheit der Beschäftigten auswirken können, dürfen die Arbeitsmittel nicht benutzt werden oder es müssen geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

16 Siehe Anhang 7 Nr. 8

Es wird empfohlen, vor der erstmaligen Inbetriebnahme einer Maschine die Checkliste T 008-1 „Checkliste Maschinen – Allgemein (Prüfung vor Erstinbetriebnahme)“<sup>17</sup> und gegebenenfalls weitere spezielle Maschinenchecklisten (siehe Abbildung 5 dieses Merkblatts) zu verwenden.

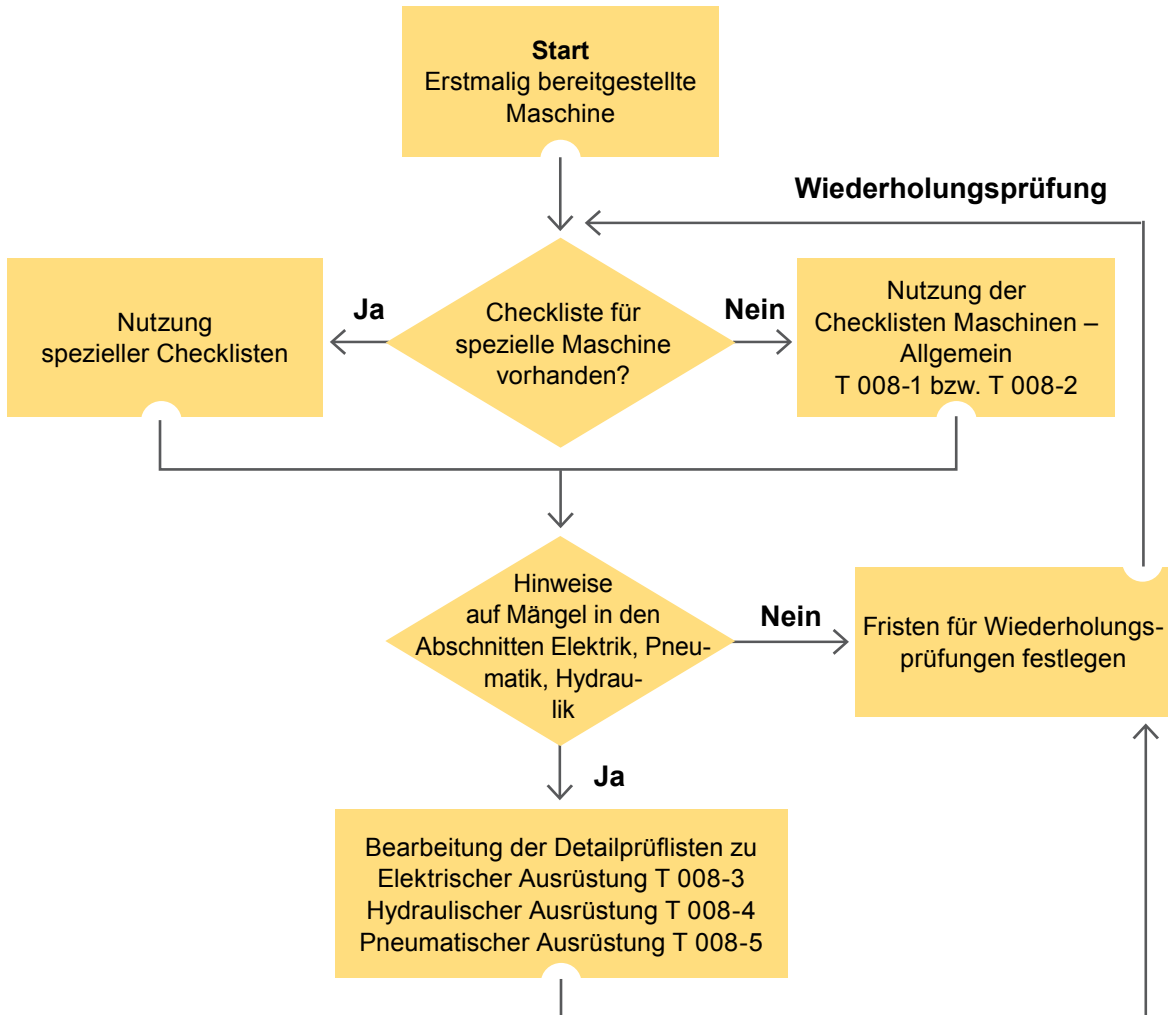


Abbildung 5: Vorgehensweise bei der Anwendung der Checklisten zum Merkblatt T 008

## 2.2.2 Wiederkehrende Prüfung von Maschinen und Festlegung von Prüffristen

Durch wiederkehrende Prüfung muss die Mängelfreiheit von Maschinen während der Benutzung soweit möglich gewährleistet sein. Ferner verlangt § 3 Absatz 6 der Betriebssicherheitsverordnung Art, Umfang und Fristen der Prüfungen zu ermitteln.

Es wird empfohlen, die Checkliste „Maschinen – Wiederkehrende Prüfung“ (T 008-2)<sup>18</sup> zu verwenden. Eine Prüffrist ist angemessen, wenn durch die Prüfung keine oder nur geringfügige Mängel, die nicht unmittelbar zu Risiken führen, festgestellt werden.

Zur Festlegung der Prüffristen sollten langjährig bewährte Prüfintervalle herangezogen werden. Eine Prüffrist ist angemessen, wenn durch die Prüfung keine oder nur geringfügige Mängel, die nicht unmittelbar zu Risiken führen, festgestellt werden.

<sup>17</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 33

<sup>18</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 35

Änderungen der Prüfintervalle können nach den Kriterien im Anhang 5 dieses Merkblatts vorgenommen werden. Diese Prüfungen sind durch eine befähigte Person nach TRBS 1203 durchzuführen.

Darüber hinaus sind durch den Maschinenbediener (unterwiesene Person) regel-mäßig einfache Sicht- und Funktionsprüfungen vorzunehmen. Zur Festlegung dieser Prüfintervalle ist der Anhang 5 nicht anwendbar. Es werden in Abhängigkeit vom abzudeckenden Risiko folgende Empfehlungen ausgesprochen:

- › Sichtprüfungen auf offensichtliche Mängel: arbeitstäglich
- › Not-Halt-Ausrüstung in Abhängigkeit vom Performance Level PL der nachgeschalteten Steuerung:
  - PL=d oder c monatlich
  - PL=e jährlich (gilt z. B. für kontinuierlich laufende Anlagen)

## 2.3 Gestaltung von Kaufverträgen

Es ist wichtig, grundlegende Anforderungen an eine Maschine bereits im Kaufvertrag zu formulieren und gegebenenfalls gemeinsam mit dem Hersteller unter Berücksichtigung der betrieblichen Bedingungen Sicherheitskonzepte und geeignete Schutzeinrichtungen abzustimmen (siehe Anhang 2 dieses Merkblatts und Merkblatt T 008-0).

Nach § 5 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1) muss der Unternehmer den Lieferanten schriftlich verpflichten, die für Sicherheit und Gesundheitsschutz notwendigen Anforderungen zu erfüllen.

## 2.4 Anpassung gebrauchter Maschinen an den Stand der Technik

Der Stand der Sicherheitstechnik entwickelt sich ständig weiter. Es stellt sich hierbei die Frage, ob der Arbeitgeber verpflichtet ist, eine vollständige Nachrüstung seiner gebrauchten Maschinen vorzunehmen oder ob es einen Bestandschutz für gebrauchte Maschinen gibt.

Arbeitsmittel dürfen erst verwendet werden, nachdem der Arbeitgeber

- › eine Gefährdungsbeurteilung (§ 3 BetrSichV) durchgeführt hat,
- › die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen hat und
- › festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist.

Daraus ergibt sich, dass es keinen Bestandschutz für gebrauchte Maschinen gibt.

Bei der Frage, ob eine Nachrüstung erforderlich ist, kann nach der Bekanntmachung des Ausschusses für Betriebssicherheit BekBS 1114<sup>19</sup> die „Verhältnismäßigkeit“ berücksichtigt werden. Danach kann nur in besonderen Fällen von der Nachrüstung abgesehen werden, wenn mit einem großen Aufwand nur ein kleiner Sicherheitsgewinn erzielbar ist (siehe auch Abschnitt 2.4 des Merkblatts T 008-0).

Zur Konkretisierung des unbestimmten Rechtsbegriffs „Verhältnismäßigkeit“ sind auf der Homepage der BG RCI für bestimmte Maschinen Checklisten veröffentlicht, in denen die erforderlichen Nachrüstungen auf der Basis arbeitsmittelspezifischer Normen genau beschrieben werden.

---

<sup>19</sup> Bekanntmachungen zur Betriebssicherheit „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“ (BekBS 1114) vom März 2015, erschienen im GMBI 2015 (Nr. 17/18), Seite 331 ff

## 3 Begriffsbestimmungen

In der Merkblattreihe T 008 werden folgende technische Begriffe verwendet:

### Altmaschine

Maschine, die vor dem 01.01.1995 erstmalig in Verkehr gebracht wurde. (Siehe auch Abschnitt 5.4 des Merkblatts T 008-0 der BG RCI)

### Anhang IV-Maschinen

Der Anhang IV der Maschinenrichtlinie erwähnt eine Reihe von besonders risikoreichen Maschinen. Für diese Maschinen kann sich die Pflicht zur Baumusterprüfung oder zur Prüfung des QM-Systems durch eine notifizierte Prüfstelle ergeben.

### Aufenthaltsüberwachung

Sicherheitstechnische Maßnahmen (z. B. Trittmatten oder horizontal angebrachte BWS), die Personen, die sich im hintertretbaren oder betretbaren Bereich aufhalten, erfassen und zur Abschaltung gefahrbringender Bewegungen führen.

### Ausschalten im Notfall

Durch die Betätigung der Befehlseinrichtung<sup>20</sup> für das Ausschalten im Notfall muss die gesamte Maschine von der Versorgungsspannung getrennt werden. Das Ziel besteht darin, Gefährdungen, die durch die elektrische Spannung hervorgerufen werden, so schnell wie möglich zu beseitigen. Diese Einrichtung soll nur vorgesehen werden, wenn besondere elektrische Gefährdungen vorliegen (z. B. wenn das direkte Berühren spannungsführender Schleifleitungen nur durch Abstand oder Hindernisse vermieden wird).

### Betretbare Bereiche

Bereiche innerhalb des unmittelbaren Gefahrenbereichs der Maschine (z. B. innerhalb eines Werkzeugs), die ohne die Verwendung von Hilfsmitteln leicht erreichbar sind. Muss für das Betreten ein senkrecht Hindernis von mehr als 750 mm Höhe überwunden werden, gilt der Bereich nicht als betretbar. Vorausgesetzt wird, dass die senkrechte Fläche keine treppenartigen Strukturen aufweist, die das Betreten auf leichte Art ermöglichen.

### Betriebsanleitung

Vom Maschinenhersteller zu erstellendes Dokument mit allen erforderlichen Hinweisen für die gefahrlose bestimmungsgemäße Verwendung, einschließlich Installation, Inbetriebnahme, Montage und Demontage, Rüsten, Instandhaltung und Wartung.

### Betriebsanweisung

Vom Betreiber zu erstellendes Dokument mit allen sicherheitsrelevanten Aspekten des Arbeits- und Umweltschutzes. Sie richtet sich im Wesentlichen an das Bedienungspersonal.

### Betriebsartenwahlschalter

Ist die Maschine so konstruiert und gebaut, dass mehrere Steuerungsabläufe oder Betriebsarten möglich sind, die unterschiedliche Schutzmaßnahmen und/oder Arbeitsverfahren erfordern (z. B. für Einstellen, Einrichten, Instandhaltung, Inspektion), muss sie mit einem in jeder Stellung abschließbaren Betriebsartenwahlschalter ausgestattet sein. Jede Stellung des Wahlschalters muss deutlich erkennbar sein und darf nur die Auswahl einer einzigen Steuer- oder Betriebsart ermöglichen. Kennzeichnend ist, dass mit den unterschiedlichen Stellungen des Betriebsartenwahlschalters unterschiedliche Sicherheitseinrichtungen wirksam werden. Die Abschaltung aller Schutzvorrichtungen ist nicht zulässig.

---

<sup>20</sup> Diese Befehlseinrichtung muss wie die Befehlseinrichtung für das Stillsetzen im Notfall besonders gekennzeichnet sein: rote Warnfarbe auf gelbem Grund.

## BWS

**Berührungslos wirkende Schutzvorrichtung** (z. B. Lichtschranke, Laserscanner, Lichtgitter). Die BWS ist stets mit gefährdenden Maschinenfunktionen verriegelt.

## EG-Konformitätserklärung

Mit der EG-Konformitätserklärung<sup>21</sup> bestätigt der Hersteller, dass die betreffende Maschine oder das Sicherheitsbauteil den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Maschinenrichtlinie entsprechen. Eine Konformitätserklärung muss auch ausgestellt werden, wenn eine Maschine nur für den Eigenbedarf hergestellt wird.

## Fehlschließsicherung

Konstruktive Eigenschaft einer Zuhaltung, die sicherstellt, dass das Sperrmittel (z. B. ein Sperrbolzen) bei geöffneter Schutzvorrichtung nicht die Sperrstellung (Zuhaltstellung) einnehmen kann.

## Fluchtentriegelung (an einer Zuhaltung)

Möglichkeit des manuellen Entsperrens einer Zuhaltung zum Verlassen des Gefahrenbereichs ohne Hilfsmittel.

## Gebrauchsmaschinen/gebrauchte Maschine

Eine gebrauchte Maschine ist jede Maschine, die nach dem Tag der Erstinbetriebnahme veräußert und erneut auf dem Markt bereitgestellt wird (siehe Abbildung 3, T 008-0). Bei gebrauchten Maschinen, die auf dem Markt bereitgestellt werden, können aufgrund der verschiedenen Rechtsgrundlagen Differenzen im Hinblick auf die sicherheitstechnischen Anforderungen entstehen. Der Vertragsgestaltung kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

## Gefährdungsbeurteilung

Vom Unternehmer durchzuführende systematische und umfassende Ermittlung von Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz und die Ableitung entsprechender Maßnahmen.

Diese Gefährdungsbeurteilung und ihre Dokumentation wird im Arbeitsschutzgesetz (§§ 5 und 6) gefordert und in Verordnungen, z. B. der BetrSichV und der GefStoffV, entsprechend konkretisiert.

## Geringfügig verkettete Maschinen<sup>22</sup>

Geringfügig verkettete Maschinen sind sicherheitstechnisch nur gering verknüpft. Zwischen den Maschinen bestehen in der Regel nur an den gemeinsamen Schnittstellen sicherheitstechnische Abhängigkeiten. Es ist ausreichend, wenn für die Einzelmaschinen EG-Konformitätserklärungen vorliegen.

## Gesamtmaschine (auch: Gesamtheit von Maschinen)

Eine Gesamtmaschine<sup>23</sup> liegt vor, wenn die Einzelmaschinen sicherheitstechnisch so eng miteinander verknüpft sind, dass sie wie eine Maschine zu betrachten sind. Dies ist z. B. gegeben, wenn mehrere Maschinen durch gemeinsame Schutzvorrichtungen (z. B. durch eine verriegelte trennende Schutzvorrichtung) gesichert werden. Es muss eine EG-Konformitätserklärung für die Gesamtmaschine vorliegen.

---

21 Die Inhalte der EG-Konformitätserklärungen für Maschinen und Sicherheitsbauteile sind in den Anhang IIA der Maschinenrichtlinie festgelegt. Ein Beispiel einer EG-Konformitätserklärung ist in Anhang 6 dieses Merkblatts abgedruckt.

22 Der Begriff „verkettete Anlage“ stammt aus der alten Maschinenrichtlinie 98/37/EG. Er ist nach wie vor hilfreich zur Unterscheidung von Gesamt- und Einzelmaschinen.

23 Zur Klärung des unbestimmten Rechtsbegriffs „Gesamtheit von Maschinen“ aus der Maschinenrichtlinie hat das Bundesministerium für Arbeit und Soziales am 5.5.2011 ein Interpretationspapier im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBI 2011, S. 233) veröffentlicht, siehe auch Abschnitt 4.9.3 dieses Merkblatts. Im Internet z. B. unter [www.baua.de](http://www.baua.de), Suchbegriff „Gesamtheit Maschinen“.

## Hintertretbare Bereiche

Bereiche zwischen einer Schutzeinrichtung und dem Gefahrenbereich der Maschine, in denen sich Personen aufhalten können (Abbildung 39 dieses Merkblatts). Als hintertretbar wird ein Bereich angesehen, wenn der Abstand zwischen der BWS und dem Gefahrenbereich der Maschine mehr als 150 mm beträgt. Für trennende Schutzeinrichtungen wird bereits ein Abstand von 100 mm als hintertretbar eingestuft. Als hintertretbar gelten nur Bereiche, die sich ohne die Verwendung von Hilfsmitteln leicht erreichen lassen. Bei einem senkrechten Hindernis, z. B. in Form der Maschinenstruktur mit einer Höhe von mehr als 750 mm, kann der dahinter liegende Bereich als nicht hintertretbar angesehen werden. Hierbei wird unterstellt, dass eine weitgehende ebene senkrechte Fläche vorliegt, die keine stufenförmigen „Steighilfen“ aufweist.

## Konformitätserklärung

Siehe EG-Konformitätserklärung

## Mangel

Ein **schwerwiegender Mangel** liegt vor, wenn jederzeit mit einem Unfall gerechnet werden muss, der zu einem schweren Gesundheitsschaden führen kann (hohes Unfallrisiko). Bei einem schwerwiegenden Mangel ist Gefahr im Verzug und die Anlage stillzulegen.

Ein **geringfügiger Mangel** liegt vor, wenn ein geringes Unfallrisiko besteht. Das Weiterbetreiben der Maschine ist unter zusätzlichen organisatorischen Maßnahmen für einen begrenzten Zeitraum zulässig. Innerhalb dieses Zeitraumes ist der Mangel zu beseitigen.

## Maschine

Unter Maschine im engeren Sinne versteht man miteinander verbundenen Teile, von denen mindestens eines beweglich ist und die nicht nur unmittelbar durch Muskelkraft bewegt werden. Darüber hinaus bezeichnet die Maschinenrichtlinie auch weitere Produkte als Maschine (siehe Artikel 2 der Richtlinie 2006/42/EG).

In der Maschinenrichtlinie wird der Begriff „Maschinen“ auch für folgende Erzeugnisse verwendet:

- › Auswechselbare Ausrüstungen
- › Sicherheitsbauteile
- › Lastaufnahmemittel
- › Ketten, Seile, Gurte
- › Abnehmbare Gelenkwellen

## Muting

Zeitlich begrenztes Aufheben von Sicherheitsfunktionen. Diese Anwendung erfolgt insbesondere in Produktzu- und -abfuhrbereichen zur Unterscheidung von Mensch und Produkt (siehe Abbildungen 14 und 15).

## Nachlaufzeit

Zeitraum zwischen dem Auslösen der Abbremsung einer gefahrbringenden Bewegung durch eine Schutzeinrichtung und dem Stillstand.

## Neumaschine

Maschine, die erstmalig in Verkehr gebracht wird. Nach der erstmaligen auch kurzzeitigen Benutzung wird sie zur Gebrauchtmaschine (siehe auch Abbildung 1 des Merkblatts T 008-0).

## Not-Halt (Stillsetzen im Notfall)

Durch die Betätigung des Not-Halt-Gerätes<sup>24</sup> sollen die gefahrbringenden Bewegungen der Maschine so schnell wie möglich stillgesetzt werden. Das primäre Ziel besteht darin, Gefährdungen, die durch kraftbetätigte Bewegungen hervorgerufen werden, so schnell wie möglich zu beseitigen, wobei ggf. auch Sicherungsbewegungen (z. B. das Auseinanderfahren von Walzen) ausgeführt werden müssen.

## Performance Level

Der Performance Level beschreibt die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls sicherheitsrelevanter Teile der Steuerung. Für den Betreiber ergibt sich über die Zuordnung der Steuerungskategorien zu einem Performance Level die Möglichkeit einer groben Abschätzung über die Eignung der Steuerung.

## Quittiersysteme

Ein **einfaches Quittiersystem** besteht aus einem **außerhalb** des Gefahrenbereichs angeordneten Quittiertaster, der nicht von innerhalb des hintertretbaren Bereichs betätigt werden kann, ohne die Schutzfunktion auszulösen. Der Quittiertaster muss so angeordnet sein, dass eine freie Sicht auf den Gefahrenbereich möglich ist.

Der erneute Start gefahrbringender Bewegungen darf nur möglich sein:

- › nach Betätigung des Quittiertasters im Anschluss an eine Unterbrechung des Lichtvorhangs oder
- › nach Schließen der betreffenden beweglichen trennenden Schutzeinrichtung, gefolgt von einer Betätigung des Quittiertasters.

Die Betätigung des Quittiertasters darf keine gefahrbringende Bewegung einleiten.

In einigen C-Normen wird zusätzlich gefordert, dass die korrekte Funktion des Quittiertasters automatisch überwacht wird. Die automatische Überwachung des Quittiersystems darf durch eine programmierbare Steuerung ausgeführt werden. Bei größeren nicht vollständig einseharen hintertretbaren Bereichen kann es erforderlich sein, mehrere Quittiertaster anzubringen.

Ein **doppeltes Quittiersystem** besteht aus einem Quittiertaster, der **innerhalb** des hintertretbaren Bereichs mit freier Sicht auf den Gefahrenbereich angeordnet ist, und einem weiteren Quittiertaster, der außerhalb des hintertretbaren Bereichs und mit freier Sicht in den hintertretbaren Bereich angeordnet ist, und der nicht von innen aus betätigt werden kann. Der Maschinenstart darf nur möglich sein, wenn die folgende Reihenfolge innerhalb eines Zeitintervalls vollständig ausgeführt wurde:

- › Innenliegenden Quittiertaster betätigen anschließend
- › Schließen der Schutztür oder Verlassen des geschützten Bereichs mit Unterbrechen des Lichtvorhangs; anschließend
- › Betätigung des außen liegenden Quittiertasters

Die automatische Überwachung (auch der richtigen Reihenfolge) des Quittiersystems darf durch eine programmierbare Steuerung ausgeführt werden.

## Risiko/Risikograd

Risiko<sup>25</sup> ist die Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seines Schadensausmaßes.

Der Begriff Risikograd wird in diesem Merkblatt verwendet für die Abstufung der relativen Risikohöhe.

---

<sup>24</sup> Der Begriff „Not-Aus“ wird weder in der Maschinenrichtlinie noch in der DIN EN ISO 12100 verwendet. In DIN EN 60204-1:2007 und DIN EN ISO 13850 wird der Begriff „Not-Halt“ eingeführt. In C-Normen findet man beide Begriffe. In diesem Merkblatt wird für das Stillsetzen von Maschinen stets der Begriff „Not-Halt“ gebraucht. Das Not-Halt-Gerät muss besonders gekennzeichnet sein: rote Warnfarbe auf gelbem Grund.

<sup>25</sup> Die Definition stammt aus Abschnitt 3.12 der DIN EN ISO 12100, siehe Anhang 7 Nr. 64.



## Risikobeurteilung<sup>26</sup>

Vom Maschinenhersteller zu erstellendes Dokument, das in systematischer Form Risiken der Maschine beschreibt und Maßnahmen zur Risikominderung festlegt. Die Überlassung an den Käufer ist nicht verpflichtend. Sie kann aber im Kaufvertrag vereinbart werden.

## Schutzeinrichtungen

### Schutzeinrichtung, trennende

Schutzeinrichtung, die den Zugang des gesamten Körpers oder von Körperteilen zu gefährdenden Maschinenfunktionen verhindert.

### Schutzeinrichtung, feststehende trennende

Trennende Schutzeinrichtung, die durch Verschrauben oder Verschweißen so befestigt ist, dass sie nur mit Hilfe von Werkzeugen oder durch Zerstörung der Befestigungsmittel geöffnet oder entfernt werden kann (z. B. Umzäunung, Schutzgitter, Schutzblech).

### Schutzeinrichtung, bewegliche trennende

Trennende Schutzeinrichtung, die ohne Verwendung von Werkzeugen geöffnet werden kann. Diese Schutzeinrichtung ist ohne Verriegelung nicht zulässig.

### Schutzeinrichtung, verriegelte trennende

Trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung, die über das Steuersystem der Maschine verschiedene Funktionen gewährleistet:

- › Die gefährdenden Maschinenfunktionen können nur ausgeführt werden, wenn die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist.
- › Wird die trennende Schutzeinrichtung während gefährdender Maschinenfunktionen geöffnet, wird ein Stopp-Befehl ausgelöst. Dabei dürfen keine gefahrbringenden Bewegungen durch Nachlauf möglich sein.
- › Das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung löst nicht selbsttätig die gefährdenden Maschinenfunktionen aus.

### Schutzeinrichtung mit Zuhaltung, verriegelte trennende

Zusätzlich zur verriegelten trennenden Schutzeinrichtung verhindert eine Zuhaltung das Öffnen der Schutzeinrichtung, solange noch gefährliche Maschinenzustände bestehen.

### Schutzeinrichtung, nicht trennende

Schutzeinrichtung, die gefährdende Maschinenfunktionen abschaltet, bevor durch die Annäherung von Körperteilen zum Gefahrenbereich eine Gefährdung auftritt.

## Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (SRP/CS)

Teile einer Steuerung, die auf Eingangssignale ansprechen und sicherheitsbezogene Ausgangssignale erzeugen. Die kombinierten sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung beginnen dort, wo die sicherheitsbezogenen Signale (z. B. Positionsschalter an einer trennenden Schutzeinrichtung) eingegeben werden und enden am Ausgang der Leistungssteuerelemente (z. B. Hauptschütz). Dies beinhaltet auch Überwachungssysteme.

---

<sup>26</sup> Die alte Maschinenrichtlinie 98/37/EG verwandte noch den Begriff „Gefahrenanalyse“. Die Vorgehensweise zur Durchführung einer Risikobeurteilung ist in der DIN ISO/TR 14121-2 beschrieben; siehe Anhang 7 Nr. 78.

## Sicherheitstechnisch bewährte Bauteile<sup>27</sup>

Ein bewährtes Bauteil ist ein Bauteil, das

- › in der Vergangenheit verbreitet mit erfolgreichen Ergebnissen in ähnlichen Anwendungen verwendet wurde oder
- › unter Anwendung von Prinzipien hergestellt und verifiziert wurde, die seine Eignung und Zuverlässigkeit für sicherheitsbezogene Anwendungen zeigen.

Zu diesen Bauteilen zählen z. B.

- › Schütze mit bestimmter Überdimensionierung,
- › Positionsschalter mit zwangsöffnenden Kontakten, Ventile mit federbetätigter Sperrstellung.

## Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)

Elektronische Steuerung für Maschinen mit einer programmierbaren Logik für Ein- und Ausgänge der Steuersignale.

## Steuerungskategorie

Sicherheitstechnische Abstufung der Steuerungen nach Strukturmerkmalen: einkanalig, getestet, zweikanalig mit Überwachung. Zusätzlich werden Bauteileigenschaften z. B. statistische Ausfallraten einbezogen.

## Verriegelung, Verriegelungseinrichtung

Mechanische, elektrische oder sonstige Einrichtung, die eine Ausführung gefährdender Maschinenfunktionen unter festgelegten Bedingungen verhindert (im Allgemeinen so lange, wie eine trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen oder das Schutzfeld einer BWS unterbrochen ist).

## Wesentliche Veränderung

Veränderung einer Maschine mit tiefgreifenden sicherheitstechnischen Folgen, z. B. Einbau eines zusätzlichen Aggregats, das eine komplette Neubewertung des Sicherheitskonzeptes erfordert. Derjenige, der für die wesentliche Veränderung verantwortlich ist, wird zum Hersteller der veränderten Maschine.<sup>28</sup> Diese Maschine ist als Neumaschine zu betrachten, auf den Stand der Technik nachzurüsten und ein vollständiges Konformitätsbewertungsverfahren durchzuführen.

## Wiederanlaufsperr

Sie verhindert nach dem Ansprechen von Schutzeinrichtungen das unerwartete Anlaufen gefahrbringender Maschinenfunktionen. Sie besteht meist aus steuerungstechnischen Maßnahmen, durch die das Anlaufen erst nach Betätigen von Startbefehlseinrichtungen (z. B. Start-Taster) möglich ist.

## Zugangsweite einer BWS

Abstand zwischen Sender und Empfänger einer BWS, wenn diese als Zutrittsüberwachung eingesetzt wird.

## Zuhaltung

Sicherheitseinrichtung an beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen, die die Schutzeinrichtung so lange geschlossen hält, bis keine Gefahrensituation mehr vorliegt (meistens Stillstand gefahrbringender Bewegungen).

## Zutrittsüberwachung

Sicherheitstechnische Maßnahmen (z. B. senkrecht angeordnete Lichtschranken oder verriegelte trennende Schutzeinrichtungen), die Personen beim Betreten von Gefahrenbereichen erkennen.

---

<sup>27</sup> Die Definition stammt aus Abschnitt 6.2.4 der DIN EN ISO 13849-1, siehe Anhang 7 Nr. 65.

<sup>28</sup> Siehe auch „Interpretationspapier zum Thema ‚Wesentliche Veränderung‘ von Maschinen“ des BMAS vom 09.04.2015, veröffentlicht im GMBI 2015, Nr. 10, S. 183-186

## 4 Allgemeine Gestaltungs- und Beurteilungskriterien

Im Rahmen der Maschinenüberprüfung sind zunächst die formalen Anforderungen der Maschinenrichtlinie zu überprüfen (EG-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung). Eine Betriebsanleitung in deutscher Sprache ist vom Hersteller beizufügen. Die Vollständigkeit ist mit Anhang 1 dieses Merkblatts vom Betreiber vor der Inbetriebnahme zu überprüfen.

Zur Vermeidung von Gefährdungen durch Quetsch- und Scherstellen können die Mindest- und Sicherheitsabstände aus den Normen DIN EN 349 und die DIN EN ISO 13857 berücksichtigt werden.<sup>29</sup>

Schutzvorrichtungen an Maschinen können nicht isoliert von den betrieblichen Einsatzbedingungen betrachtet werden. Sie müssen im Zusammenhang mit den Maschinenfunktionen, den unterschiedlichen Maschinenzuständen und den Betriebserfahrungen bewertet werden. Weiterhin spielt das Sicherheitskonzept (siehe Abschnitt 5 dieses Merkblatts) eine entscheidende Rolle für Gestaltung und Auswahl von Schutzvorrichtungen.

Bei der Beurteilung von Schutzvorrichtungen und technischen Ausrüstungen spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, die im Folgenden näher beschrieben werden.

Im Rahmen der Überprüfung vor der erstmaligen Bereitstellung können z. B. folgende Fragestellungen berücksichtigt werden:

- Sind für alle Gefahrstellen, die im Arbeits- und Verkehrsbereich liegen, Schutzvorrichtungen vorhanden, unabhängig davon, ob es Gründe für einen Eingriff gibt oder nicht?
- Werden Anreize zur Manipulation von Schutzvorrichtungen vermieden?
- Sind die Schutzvorrichtungen wirksam, d. h. werden durch sie alle gefahrbringenden Bewegungen rechtzeitig stillgesetzt?
- Sind die serienmäßig vorhandenen Schutzvorrichtungen für die betrieblichen Randbedingungen geeignet? Bei hohem Staubaufschlag ist z. B. eine BWS ungeeignet!
- Wird die Maschine bestimmungsgemäß eingesetzt?
- Sind ausreichende Arbeitsbühnen für die Instandhaltung vorgesehen?
- Ist der Verkehrsweg z. B. für den Ein- und Ausbau großer Werkzeuge ausreichend bemessen?
- Sind Hilfseinrichtungen (z. B. Gewinde zum Anbringen von Anschlagmitteln) zum Transport der Maschine oder schwerer Bauteile vorhanden?
- Werden Grenzwerte für den Schallpegel durch das Aufstellen der Maschine überschritten?
- Gibt es Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln?
- Kommt es zur Freisetzung von Gefahrstoffen?
- Werden Maschinen in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt?

### 4.1 Ausführung nach Risikograd

Schutzvorrichtungen und Maschinensteuerungen müssen je nach abzudeckendem Risiko unterschiedlich hohe Anforderungen erfüllen. Zur Einschätzung des Risikos kann in vielen Bereichen ein praxisgerechtes einfaches Verfahren herangezogen werden, das sich aus der europäischen Normung (DIN EN ISO 13849-1) ableitet und im Wesentlichen aus dem Zusammenwirken dreier Parameter besteht (Abbildungen 6 und 7<sup>30</sup> dieses Merkblatts):

- › Verletzungsschwere S (englisch: severity)
- › Häufigkeit und Dauer der Gefährdungsexposition F (englisch: frequency)
- › Abwendbarkeit der Gefährdung P (englisch: probability)

Mit höherem Risikograd steigen die Anforderungen an Schutzvorrichtungen und Steuerungen. Neben dem formalen Ansatz des Risikographen (Abbildung 6 dieses Merkblatts) können betriebliche Erfahrungen, insbesondere das Unfallgeschehen, die Risikoeinstufung beeinflussen. Dies kann zu einer Erhöhung oder zur Verringerung des Risikogrades führen.

Bei der Anwendung des Risikographen bleiben die vorhandenen Schutzvorrichtungen außer Betracht.

<sup>29</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 44 und 72

<sup>30</sup> Die Zahlenangaben in Abbildung 7 dieses Merkblatts dienen lediglich zur Orientierung; sie stammen nur zum Teil aus der DIN EN ISO 13849-1.

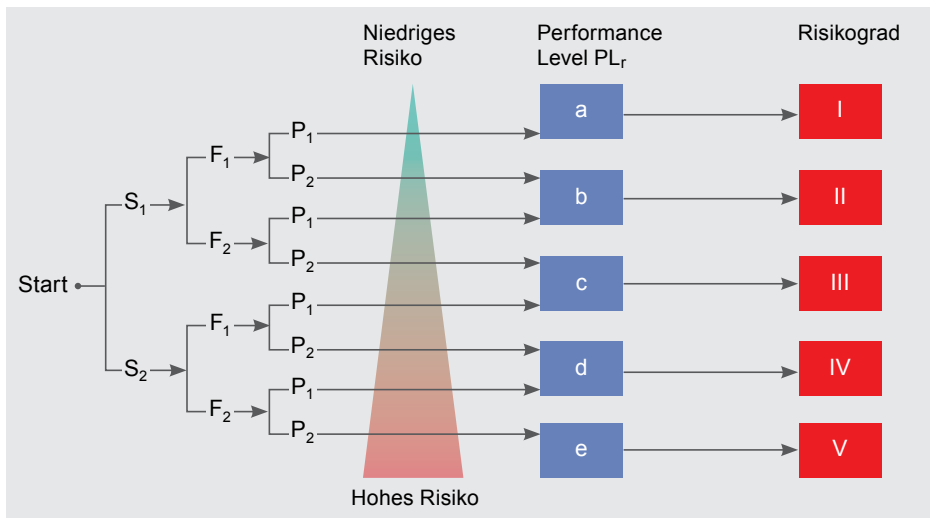


Abbildung 6: Erforderlicher Performance Level (PL<sub>r</sub>) nach DIN EN ISO 13849-1 und zugeordneter Risikograd

### S Schwere der Verletzung

- S1** Leichte (reversible) Verletzung (z. B. blauer Fleck, Schnittwunde)
  - S2** Schwere (irreversible) Verletzung (z. B. Verlust von Körperteilen, schwere Quetschungen, Knochenbrüche)
- 
- F1** Selten bis öfter und/oder kurze Dauer der Exposition (z. B. weniger als 1 Eingriff in den Gefahrenbereich pro 15 Minuten für jeweils weniger als eine Minute)
  - F2** Häufig bis dauernd und/oder lange Dauer der Exposition (z. B. Einlegen von Werkstücken im Takt der Maschine oder regelmäßige Eingriffe, z. B. zum Reinigen von Formen von jeweils mehreren Minuten Dauer, mehr als 1 Eingriff pro 15 Minuten)

### P Möglichkeit zur Abwendung der Gefährdung

- P1** Möglich unter bestimmten Bedingungen (z. B. bei Bewegungen mit einer Geschwindigkeit von weniger als 25 mm/s, die im Gesichtsfeld ablaufen)
- P2** Kaum möglich (z. B. Bewegungen, die außerhalb des Gesichtsfelds, von der Seite oder im Rücken mit hoher Geschwindigkeit ablaufen)

Abbildung 7: Erläuterungen zu den Risikoparametern in Abbildung 6

## 4.2 Einsehbarkeit und Zugänglichkeit

Maschinen sollen so gestaltet werden, dass vom Steuerstand aus die größtmögliche direkte Einsehbarkeit in Gefahrenbereiche, Arbeitsprozesse und wichtige Maschinenfunktionen gegeben ist (Abbildung 9 dieses Merkblatts). Nicht einsehbare Gefahrenbereiche sollen vermieden werden. Falls vom Steuerstand Gefahrenbereiche nicht vollständig einsehbar sind, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um gegenseitige Gefährdungen zu vermeiden: vor dem Maschinenstart muss ein Quittiertaster betätigt werden, vom dortigen Standplatz aus muss der Gefahrenbereich vollständig einsehbar sein.

Als nachrangige Maßnahme können in Ausnahmefällen auch Einrichtungen für die indirekte Sicht (z. B. Spiegel) eingesetzt werden. Dabei ist das menschliche Sehvermögen zu berücksichtigen. Die Einsehbarkeit ist besonders wichtig, wenn sich Bedienpersonen zwischen Schutzeinrichtungen und dem Gefahrenbereich aufhalten können. Es entstehen in diesem Fall hintertretbare Bereiche, für die zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind. Für hintertretbare Bereiche, die zwischen einer BWS und dem Gefahrenbereich auftreten, sind in Abschnitt 5.3 dieses Merkblatts Maßnahmen ausführlich beschrieben.



Abbildung 8: Nachträglich eingebautes Sichtfenster in einem Gehäuse für Antriebselemente

Die Einsehbarkeit ist auch wichtig, wenn durch das Beobachten von Arbeitsprozessen Störungen oder fehlerhafte Funktionen (z. B. von Antriebselementen) frühzeitig erkannt werden können. Schutzvorrichtungen sollen daher keine Sichtbehinderung darstellen. So werden überflüssige Eingriffe in Gefahrenbereiche oder das Manipulieren von Schutzvorrichtungen vermieden. Es kann z. B. erforderlich sein, in trennende Schutzvorrichtungen nachträglich Sichtfenster einzubauen (Abbildung 8 dieses Merkblatts) oder anstelle einer trennenden Schutzvorrichtung eine BWS vorzusehen.

Schutzvorrichtungen sollen ferner so ausgeführt werden, dass möglichst alle Tätigkeiten an der Maschine ohne Demontage der Schutzvorrichtungen erfolgen können. Dies gilt insbesondere für regelmäßig vorkommende Umrüstarbeiten (z. B. Werkzeugwechsel).

Schutzvorrichtungen dürfen den Zugang für Instandhaltungsarbeiten nicht beeinträchtigen. Zu berücksichtigen sind Umgebung, Körpermaße sowie verwendete Werkzeuge.



Abbildung 9: Steuerpult mit guter Übersicht auf die gesamte Maschine

### 4.3 Vermeidung von Manipulationen an Schutzvorrichtungen

In einer Studie des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)<sup>31</sup> wurde festgestellt, dass Manipulationen von Schutzvorrichtungen im Schwerpunkt aus folgenden Gründen erfolgen:

- › Zeitgewinn (z. B. beim Anfahren oder beim Einrichten)
- › Häufige Eingriffe zur Störungsbeseitigung
- › Leichteres Arbeiten
- › Zeitdruck, Leistungsdruck
- › Schlechte Ergonomie

31 Aktuelle Informationen zu Manipulationen sind im Internet veröffentlicht: [www.stop-defeating.org](http://www.stop-defeating.org)

In Bezug auf die manipulierten Schutzeinrichtungen ergaben sich folgende Schwerpunkte:

- › Elektromechanische Positionsschalter an verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen
- › Fest angebrachte trennende Schutzeinrichtungen (Verkleidungen, Schutzbleche)
- › Zuhaltungen
- › Umzäunungen

Manipulationen wurden nur im geringen Umfang festgestellt bei:

- › Berührungslos wirkenden Positionsschaltern
- › Zustimmungseinrichtungen
- › Schalmatten
- › Lichtgittern

Es wird geschätzt, dass etwa 30 % der Schutzeinrichtungen ständig oder gelegentlich manipuliert werden und dass etwa ¼ der Unfälle an Maschinen mit Manipulationen in Verbindung zu bringen sind.

Bei der Beurteilung der Maschinensicherheit ist daher zunächst zu prüfen, ob Gründe für Manipulationen erkennbar sind. Falls dies der Fall ist, müssen in einem ersten Schritt soweit wie möglich die Anreize für Manipulationen durch Verbesserung des Sicherheitskonzepts verringert werden. Als primäre Verbesserungen kommen insbesondere zusätzliche Betriebsarten in Betracht, bei denen beispielsweise Einstellungen von Sensoren bei laufenden Maschinen unter risikoreduzierten Bedingungen (z. B. reduzierte Geschwindigkeit) vorgenommen werden können. Erst nachrangig sollte daran gedacht werden, „manipulationsresistentere“ Schutzeinrichtungen zu verwenden.

## 4.4 Schwere Umgehbarkeit

Schutzeinrichtungen müssen so ausgeführt werden, dass ein Umgehen oder Unwirksammachen auf einfache Weise nicht möglich ist. Für die Praxis bedeutet dies, dass

- Trennende Schutzeinrichtungen, beispielsweise Umzäunungen, mindestens 1 400 mm<sup>32</sup> hoch sind,
- die Weite schlitzförmiger Öffnungen und der Abstand zwischen der Unterkante der Umzäunung und dem Fußboden maximal 180 mm beträgt (Abbildung 11 dieses Merkblatts); bei größeren Werten gilt der Gefahrenbereich als zugänglich für den gesamten Körper<sup>33</sup>,
- Trittschalmatten oder horizontale BWS mindestens 1 200 mm<sup>34</sup> lang<sup>35</sup> sind (in der Regel muss dieser Wert noch um einen Zuschlag für die Nachlaufzeit der Maschine erhöht werden),
- BWS gelten als nicht unterkriechbar, wenn der Abstand zum Boden maximal 300 mm beträgt
- Sicherheitsabstände zu Gefahrstellen gemäß Abbildungen 93 und 94 in Anhang 3 dieses Merkblatts eingehalten werden, dabei sind das Um- und Übergreifen von Schutzeinrichtungen sowie die Nachlaufzeit von Maschinen nach dem Auslösen von Schutzfunktionen zu berücksichtigen,
- Gefahrenbereiche nicht durch Umgreifen von BWS erreicht werden können (Abbildung 10 dieses Merkblatts),
- trennende Schutzeinrichtungen oder Maschinenstrukturen nicht überstiegen werden können,
- große Öffnungen zum Zu- und Abführen von Produkten, die den Ganzkörperzugang ermöglichen, so gestaltet sind, dass der Zutritt von Personen sicher erkannt wird (Abbildungen 12 bis 15 dieses Merkblatts),
- Zweihandsteuerungen nur dann den Startbefehl auslösen, wenn die Bedienelemente synchron innerhalb von 0,5 s<sup>36</sup> betätigt werden,
- die Bedienelemente<sup>37</sup> von Zweihandsteuerungen sich nur mit den Händen betätigen lassen,
- Positionsschalter zwangsläufig betätigt sind (Abbildungen 51 und 52 dieses Merkblatts) und nicht manipuliert werden können (z. B. durch besondere Gestaltung von Betätigungselementen oder durch Verwenden individuell kodierter Systeme),
- Schutzeinrichtungen sich nur mit Hilfe von Werkzeugen entfernen lassen.

---

32 In der Fußnote zur Tabelle 2 der DIN EN ISO 13857 wird ausgeführt, dass trennende Schutzeinrichtungen mit einer Höhe < 1 400 mm nicht ohne zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen eingesetzt werden sollen.

33 DIN EN ISO 13857, siehe Anhang 7 Nr. 72

34 Nach DIN EN ISO 13855 ist ein Mindestabstand von 1 200 mm einzuhalten, wenn die BWS oder die Trittschalmatte sich dicht über dem oder auf dem Boden befindet. Ohne zusätzliche Maßnahmen darf der Abstand einer horizontalen BWS nicht mehr als 300 mm vom Boden betragen.

35 Gemeint ist die Tiefe in Bewegungsrichtung zum Gefahrenbereich.

36 Nach DIN EN 574 ist die synchrone Betätigung innerhalb von 0,5 s erforderlich, um das Umgehen der Zweihandsteuerung zu vermeiden. Von dieser Anforderung darf nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen werden.

37 Synonym kann auch der Begriff „Befehleinrichtung“ verwendet werden.

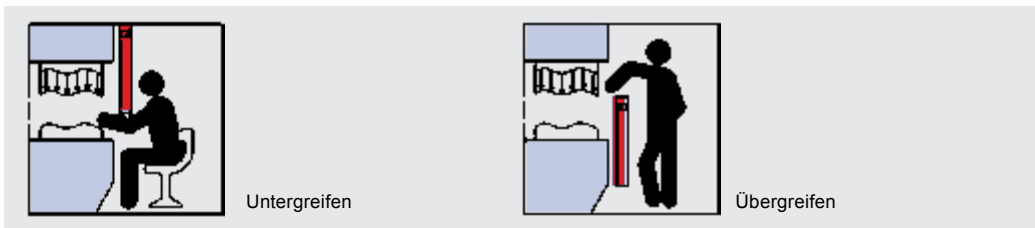


Abbildung 10: Nicht zulässiges Umgreifen von BWS



Abbildung 11: Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen im Hinblick auf das Umgehen

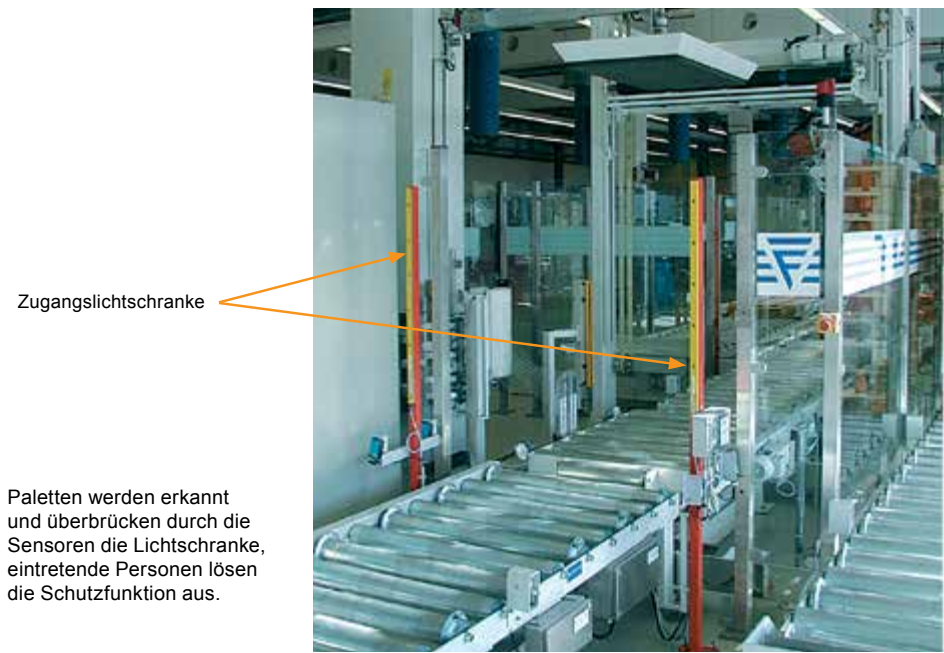
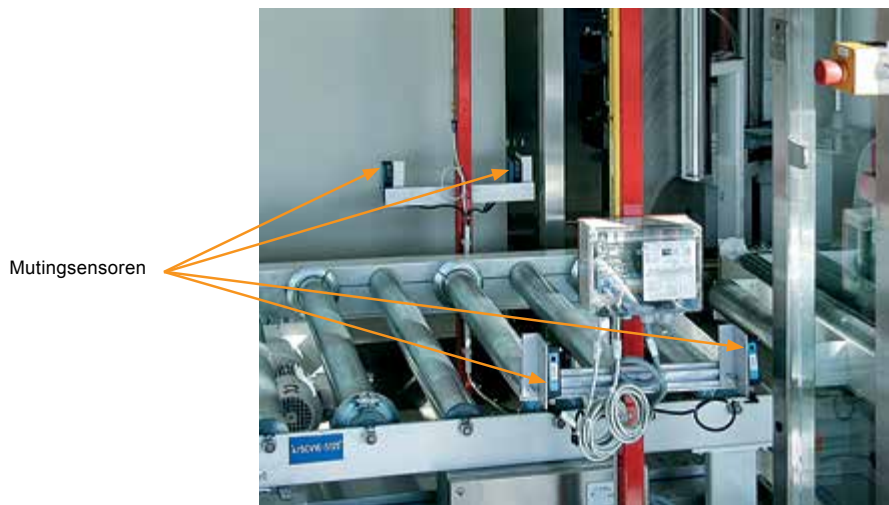


Abbildung 12: Zugangssicherung durch eine Lichtschranke mit Muting



Anmerkung: Die Funktion der Lichttaster muss auf Plausibilität durch die Steuerung überwacht werden, um rechtzeitig Fehler zu erkennen.

Abbildung 13: Mutingsensoren (Lichttaster) zur Überbrückung der Zugangslightschranke aus Abbildung 12



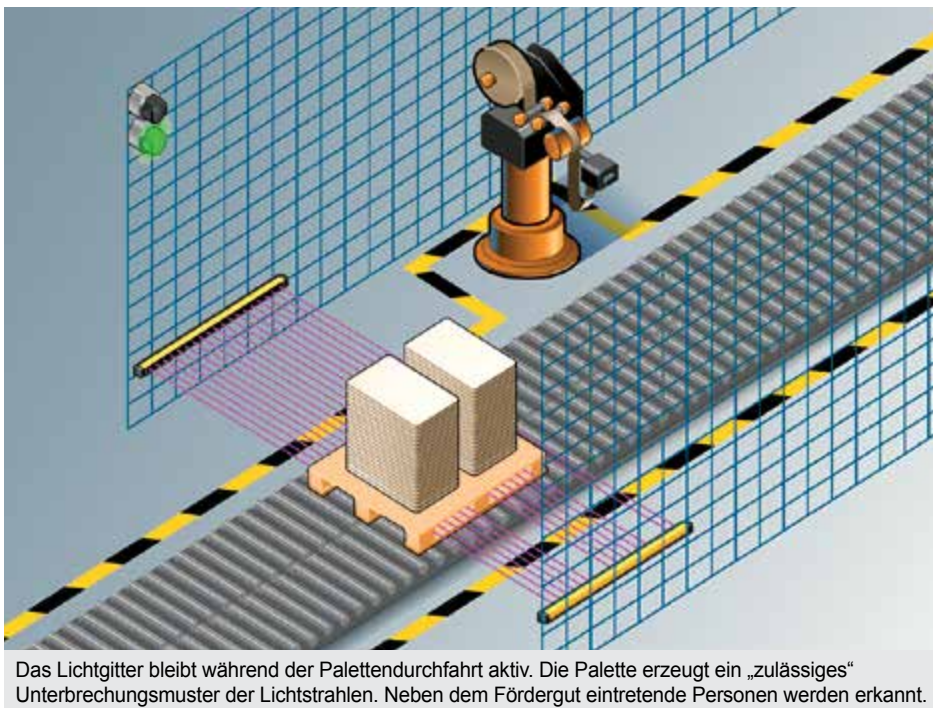


Abbildung 14: Zugangssicherung durch horizontales Lichtgitter mit Mustererkennung

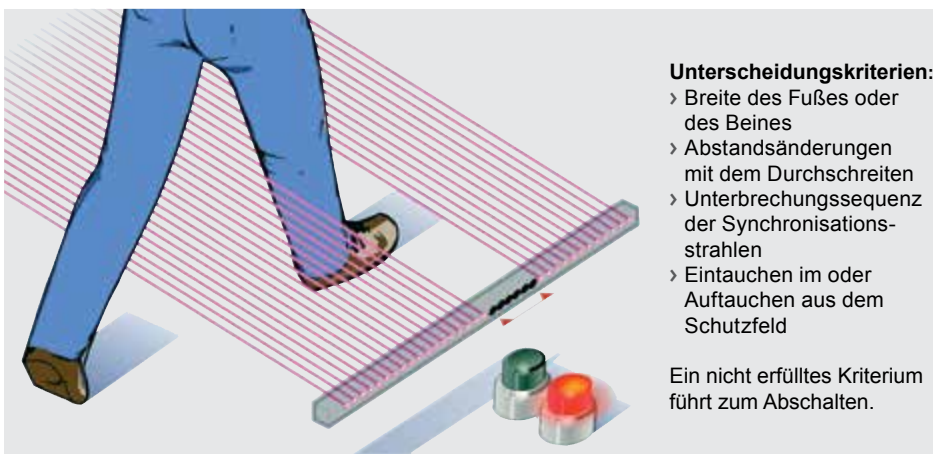


Abbildung 15: Das Durchschreiten des Lichtgitters erzeugt ein „unbekanntes“ Muster, die Schutzfunktion wird ausgelöst

**Unterscheidungskriterien:**

- › Breite des Fußes oder des Beines
- › Abstandsänderungen mit dem Durchschreiten
- › Unterbrechungssequenz der Synchronisationsstrahlen
- › Eintauchen im oder Auftauchen aus dem Schutzfeld

Ein nicht erfülltes Kriterium führt zum Abschalten.

## 4.5 Befehlsrichtungen<sup>38</sup> und Steuerungen

Mit Befehlsrichtungen (z. B. Taster oder Drehschalter) werden an die Maschinensteuerung Signale gegeben, um bestimmte Maschinenfunktionen auszulösen. Sind damit gefahrbringende Bewegungen verbunden (z. B. das Anlaufen kraftbetätigter Teile), müssen Befehlsrichtungen im Zusammenwirken mit der Steuerung folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Befehlsrichtungen müssen so beschaffen sein, dass das versehentliche Auslösen von Befehlen zum Ingangsetzen gefahrbringender Bewegungen verhindert wird, z. B. durch Drucktaster mit Kragen (Abbildung 16 dieses Merkblatts). Folientastaturen (Abbildung 16 dieses Merkblatts) oder Touchscreens dürfen für gefahrbringende Funktionen nur eingesetzt werden, wenn die Befehle keine Gefährdung hervorrufen, z. B. wenn durch Schutzvorrichtungen ein Zugriff zu Gefahrstellen verhindert ist.
- Nach dem Ausführen von Stopp-Befehlen oder dem Ansprechen von Schutzvorrichtungen muss eine Wiederanlaufsperrung wirksam werden. Diese verhindert den erneuten Anlauf ohne bewusste Befehlsgebung.

<sup>38</sup> Synonym kann auch der Begriff „Bedienelement“ verwendet werden.

- Das Anlaufen von Maschinenfunktionen darf nach Betätigen der Stopp-Taste oder nach Unterbrechen eines Arbeitszyklus durch Schutzvorrichtungen nur durch Betätigen einer Start-Taste erfolgen. Das automatische Starten gefährdender Bewegungen (z. B. mit dem Schließen einer verriegelten trennenden Schutzvorrichtung) ist nur in Ausnahmefällen zulässig: Wenn der Gefahrenbereich klein (nicht mit dem ganzen Körper betretbar) und die Steuerung zweikanalig mit Bauteilüberwachung ausgeführt ist.

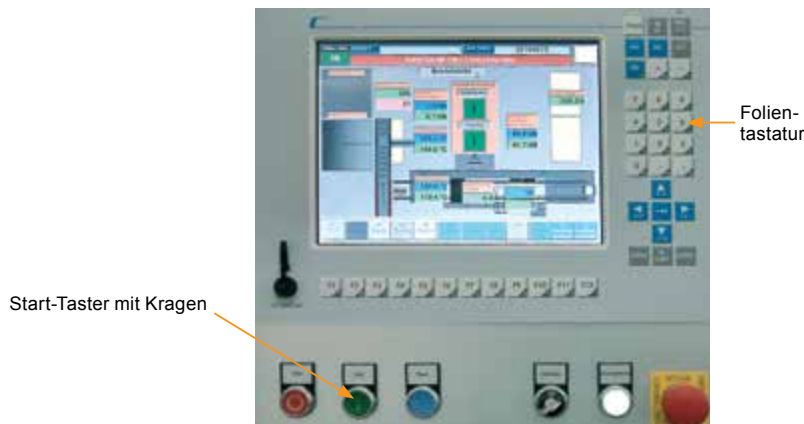


Abbildung 16: Bedienpult mit abschließbarem Betriebsartenwahlschalter und gegen unbeabsichtigte Betätigung gesichertem Start-Taster

- Nach Stillsetzen durch das Not-Halt-Gerät darf der Start nur nach dessen Entriegelung **und** durch Betätigen der Start-Taste erfolgen.
- Die Befehlseinrichtungen sollen einen Handbetrieb ermöglichen (z. B. Anwahl einzelner Maschinenfunktionen). Die Schutzvorrichtungen bleiben hierbei aktiv.
- Einbau eines in jeder Stellung abschließbaren Betriebsartenwahlschalters zum gezielten Außerkräftsetzen von Schutzvorrichtungen, z. B. für das Einrichten. Im Einrichtmodus müssen zwangsläufig die folgenden Schutzmaßnahmen wirksam werden:
  - › Die Automatiksteuerung und Maschinenbewegungen, die durch Sensoren ausgelöst werden, sind gesperrt.
  - › Es sind nur Bewegungen möglich, wenn die Befehlseinrichtungen kontinuierlich betätigt werden (Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung, „Totmannschaltung“ oder Zustimmungseinrichtung).
  - › Gefährliche Bewegungen sind nur mit zusätzlichen Sicherheitsbedingungen möglich (z. B. reduzierte Geschwindigkeit, reduzierte Leistung, Schrittbetrieb oder sonstige geeignete Vorkehrungen).
  - › Gefahren, die sich aus Befehlsverkettungen ergeben, werden ausgeschaltet.
  - › Gefahrbringende Bewegungen, die für das Einrichten nicht erforderlich sind, werden gesperrt.

Für die sichere Funktion **verriegelter Schutzvorrichtungen** ist deren Einbindung in das Sicherheitskonzept der Maschine und in die Maschinensteuerung entscheidend. Um gefährdendes Maschinenverhalten zu vermeiden, soll die Steuerung mit den folgenden Grundsätzen übereinstimmen, die entsprechend den Gegebenheiten einzeln oder in Kombination angewendet werden müssen:

- Steuerungen müssen so konstruiert werden, dass es der Bedienperson möglich ist, Eingriffe sicher und einfach vorzunehmen.
- Schutz gegen unerwarteten Anlauf.
- Verhinderung des spontanen Wiederanlaufs nach Energieausfall und anschließender Wiederkehr, beispielsweise durch Einsatz eines selbsthaltenden Relais, Schützes oder Ventils.



Abbildung 17: Bewährtes Hydraulikventil mit federbetätigter Sperrstellung

Die Maschine muss so konstruiert sein, dass Gefährdungssituationen verhindert werden, die aus einer **Unterbrechung oder aus übermäßigen Schwankungen der Energieversorgung** resultieren. Es müssen mindestens folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Die Stopp-Funktion der Maschine muss aufrechterhalten werden.
- Sämtliche Schutzvorrichtungen, deren ständiger Betrieb für die Sicherheit erforderlich ist (z. B. Verriegelungen, Klemmeinrichtungen, Zuhaltungen, Bremsvorrichtungen), müssen wirksam bleiben.
- Teile von Maschinen oder von der Maschine gehaltene Werkstücke oder Lasten, die sich als Folge einer potenziellen Energie bewegen können, müssen auch bei Energieausfall sicher hochgehalten werden (z. B. durch überwachte mechanische Hochhaltevorrichtungen, wie zyklisch getestete Bremsen, Haltebolzen oder stellungsüberwachte Rückschlagventile).

Die **Steuerung soll nach dem Ruhestromprinzip** aufgebaut sein:

- Grundsätzlich müssen alle Sicherheitsfunktionen auch bei Energieausfall erhalten bleiben.
- Das Ingangsetzen oder Beschleunigen eines gefahrbringenden Vorgangs soll durch Anlegen oder Erhöhen einer Spannung oder eines Flüssigkeitsdruckes oder, sofern es binäre logische Elemente betrifft, durch Überführen vom Zustand 0 in den Zustand 1 (wenn Zustand 1 der höchste Energiezustand ist) ausgeführt werden.
- Das Stillsetzen oder Verlangsamen eines gefahrbringenden Vorgangs soll durch Wegnahme oder Verringerung einer Spannung oder eines Flüssigkeitsdruckes oder, sofern es binäre logische Elemente betrifft, durch Überführen vom Zustand 1 in den Zustand 0 (wenn Zustand 0 der niedrigste Energiezustand ist) ausgeführt werden.
- Diagnosesysteme zum Erleichtern der Fehlersuche sollen in das Steuersystem mit eingeschlossen werden, so dass es nicht erforderlich ist, Schutzmaßnahmen außer Kraft zu setzen.

Mit der Norm DIN EN ISO 13849-1 werden neben den seit Jahren durch die DIN EN 954 eingeführten Steuerungskategorien zusätzliche Parameter für die sicherheitstechnische Bewertung von Steuerungen (siehe Abb. 18 dieses Merkblatts) eingeführt, wie z. B.

- › der Erwartungswert der mittleren Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall  $MTTF_d$  (englisch: mean time to dangerous (Index) failure).
- › die Anzahl der Zyklen, bis 10 % der pneumatischen und elektromechanischen Komponenten gefährlich ausgefallen sind,  $B_{10d}$ -Wert.
- › der Diagnosedegrad  $DC$  (englisch: diagnostic coverage), der die Wirksamkeit der Fehlererkennung für sicherheitsrelevante Teile der Steuerung beschreibt.

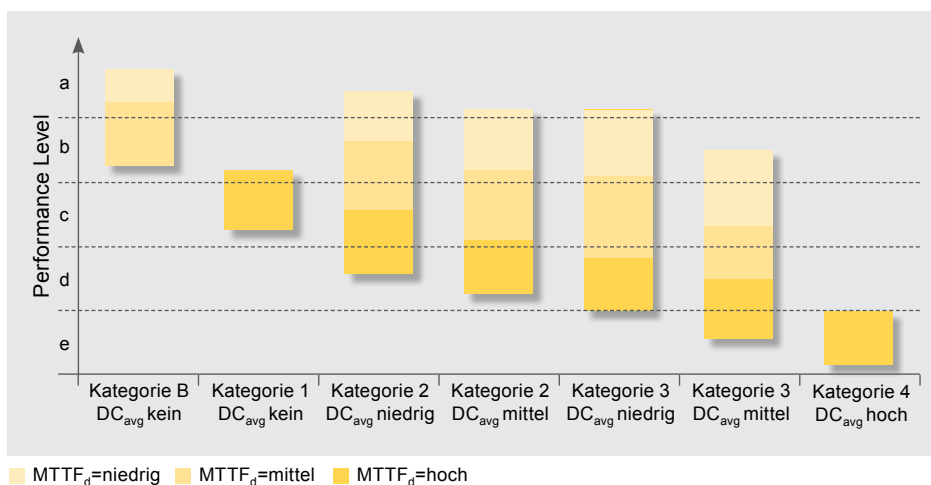


Abbildung 18: Bestimmungsgrößen für den Performance Level

Die Strukturen der Steuerungen, d. h. die Kategorien B bis 4 aus der bisherigen Normung, spielen jedoch weiterhin eine Rolle beim Nachweis der Ausfallwahrscheinlichkeit. Die Steuerungen werden in der neuen Norm nach Performance Level (PL) a bis e klassifiziert, wobei der PL als durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls je Stunde definiert ist. Für den PL e, der die höchsten Anforderungen erfüllt, wird eine Ausfallwahrscheinlichkeit zwischen  $10^{-8}$  und  $10^{-7}$  pro Stunde gefordert.

Der Performance Level lässt sich nur mit Kenntnis der Bauteilzuverlässigkeiten ( $MTTF_d$ -Wert) und des mittleren Diagnosedeckungsgrades ( $DC_{avg}$ ) rechnerisch ermitteln. Eine eindeutige Zuordnung zwischen der Steuerungskategorie und dem Performance Level ist nicht gegeben: es ist z. B. möglich, den Performance Level d mit Steuerungen der Kategorie 2 oder 3 zu realisieren. Der Betreiber von Maschinen muss diese Berechnung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung jedoch nicht durchführen oder überprüfen. Eine grobe Überprüfung der Steuerungskategorie, bei der der Betreiber abschätzt ob Performance Level und Steuerungskategorie passen, ist jedoch ratsam (siehe Abbildung 21 dieses Merkblatts). Dazu sollte mit dem Hersteller abgeklärt werden, welche Kategorie für die Realisierung der erforderlichen Performance Level herangezogen wurde. Da der Performance Level d sowohl mit der einkanaligen Struktur der Kategorie 2 als auch mit zweikanaligen Strukturen realisierbar ist (siehe Abbildung 18 dieses Merkblatts), wird, um eine Einfehlersicherheit zu erreichen, empfohlen, mit dem Hersteller zu vereinbaren, den Performance Level d mit Kategorie 3 zu realisieren. Diese Vorgehensweise ist zunehmend auch in der Normung (Typ-C-Normen) festzustellen.

Die unterschiedlichen Strukturen der Kategorien 1 und 3 bzw. 4 werden wie folgt am Beispiel verriegelter trennender Schutzeinrichtungen verdeutlicht.

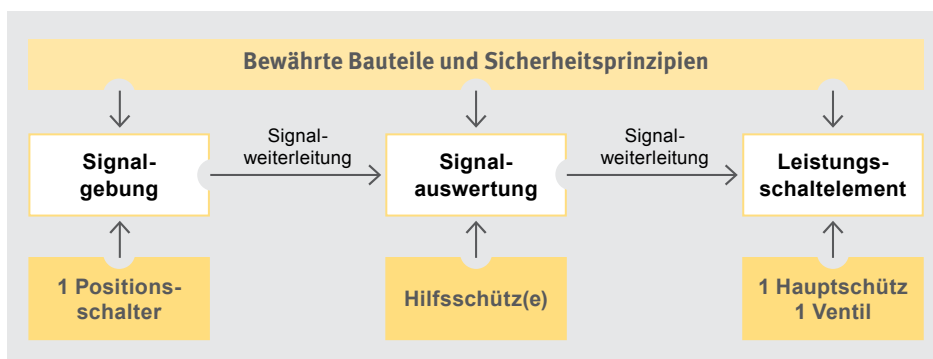


Abbildung 19: Einkanalige Steuerungsstruktur für Kategorie 1 nach DIN EN ISO 13849-1 für verriegelte trennende Schutzeinrichtungen

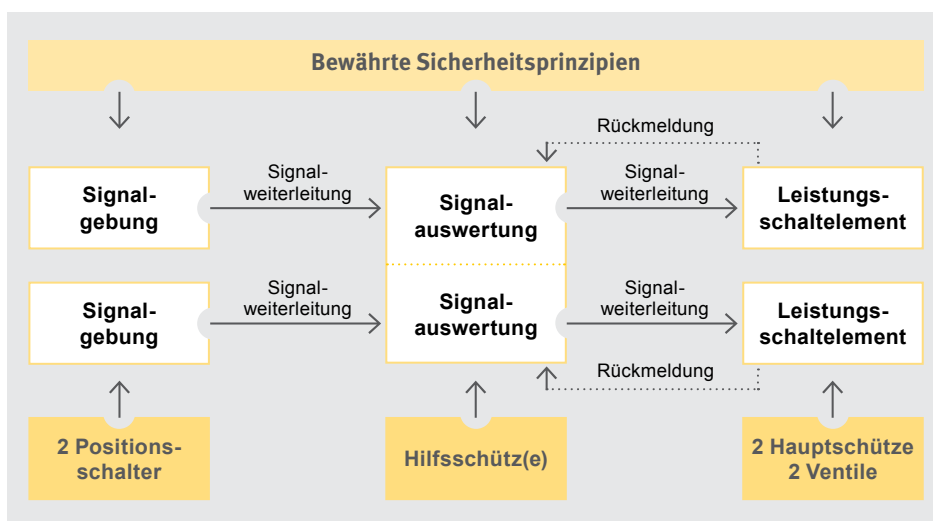


Abbildung 20: Zweikanalige Steuerungsstruktur für die Kategorien 3 und 4 nach DIN EN ISO 13849-1 für verriegelte trennende Schutzeinrichtungen

Zur groben Beurteilung der Maschinensicherheit ist es ausreichend, die „leicht prüfbaren Merkmale“ aus Spalte 3 der folgenden Abbildung 21 stichpunktartig zu überprüfen. Eine tiefgehende Prüfung der Anforderungen durch den Betreiber ist für die Bereitstellung von Maschinen nicht erforderlich. Empfehlenswert ist es, die fehlererkennenden Maßnahmen der Kategorien 3 und 4 durch Fehlersimulation zu überprüfen.

Kategorie	Anforderung	Systemverhalten	Leicht prüfbare Merkmale
<b>B</b>	Die sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung (SRP/CS) müssen mit den zutreffenden Normen übereinstimmen und entsprechend eingesetzt werden. Es müssen grundlegende Sicherheitsprinzipien eingehalten sein.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	Grundlegende Sicherheitsprinzipien: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Alle Bauteile sind so ausgeführt, dass sie den erwarteten Beanspruchungen genügen.</li> <li>› Überwachung nach dem Ruhestromprinzip (positive Signalgabe zum Starten, Stillstand bei Leitungsbruch oder Spannungsabfall).</li> <li>› Sicherer Zustand bei Energieunterbrechung.</li> <li>› Energieänderungen und -ausfall führen zu keinen unerwarteten Reaktionen.</li> </ul>
<b>1</b>	Zusätzlich zu Kategorie B müssen bewährte Bauteile und Sicherheitsprinzipien angewendet werden.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten ist jedoch wesentlich geringer als bei Kategorie B. Die Erhöhung der Sicherheit wird durch die Auswahl der Bauteile erreicht.	Bewährte Bauteile: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Mechanisch betätigte Positionsschalter nach DIN EN 60947-5-1<sup>39</sup> (Abb. 56 dieses Merkblatts).</li> <li>› Steuerschütze mit Abfall bei Entregung nach DIN EN 60947-4-1<sup>40</sup>.</li> <li>› Mechanische Tipptaster.</li> <li>› Formschlüssige Zuhaltungen.</li> <li>› Wegeventile mit diskreten Schaltstellungen.</li> <li>› Stetigventile mit sicherheitsbezogener Schaltstellung, die durch Federkraft eingenommen wird (Abb. 17 dieses Merkblatts).</li> <li>› Sperrventile (Rückschlagventile).</li> </ul> Bewährte Sicherheitsprinzipien: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Erdung von Steuerstromkreisen.</li> <li>› Steuerung mit Selbsthaltung.</li> <li>› Geprüfte Bausteine (z. B. Kontrollgeräte für Verriegelungen).</li> <li>› Zwangsführung von Kontakten (z. B. für Schütze).</li> <li>› Zwangsläufige Betätigung (z. B. von Positionsschaltern oder Ventilen).</li> </ul>
<b>2</b>	Die Anforderungen der Kategorie B müssen eingehalten werden. Die Sicherheitsfunktion muss in geeigneten Zeitabständen durch die Maschinensteuerung geprüft werden. Bewährte Sicherheitsprinzipien (siehe Kategorie 1) werden eingehalten.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion zwischen den Prüfungen führen. Der Verlust der Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung erkannt. Bei einem erkannten Fehler wird die Maschine gestoppt. Die Testung muss 100 mal so häufig wie die Anforderung der Sicherheitsfunktion erfolgen.	Die Überprüfung, ob Kategorie 2 vorliegt, kann durch Fehlersimulation und durch Prüfung der Kennzeichnung von Bauteilen erfolgen (Abbildung 74 dieses Merkblatts, Typ 4 BWS). Fehlersimulation: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Versagen von Positionsschaltern.</li> <li>› Hängenbleiben von Schützen.</li> <li>› Hängenbleiben von Ventilen.</li> </ul>
<b>3</b>	Zusätzlich zu Kategorie B müssen bewährte Sicherheitsprinzipien nach Kategorie 1 eingesetzt werden. Zusätzlich <ul style="list-style-type: none"> <li>› darf ein Fehler in jedem Teil der Steuerung nicht zum Versagen von Sicherheitsfunktionen führen und es</li> <li>› müssen einzelne Fehler in angemessener Weise erkannt werden.</li> </ul> Eine vollständige Fehlererkennung ist nicht notwendig, insbesondere nicht für Überwachungssysteme für SRP/CS. Überwachungen und Fehlererkennungen können daher durch eine herkömmliche SPS durchgeführt werden.	Bei einem einzelnen Fehler bleibt die Sicherheitsfunktion erhalten. Es müssen nicht alle Fehler erkannt werden. Durch Anhäufung unerkannter Fehler kann die Sicherheitsfunktion verloren gehen.	Die Überprüfung, ob Kategorie 3 vorliegt, kann durch Fehlersimulation und durch Prüfung der Kennzeichnung von Bauteilen erfolgen: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Zwei mechanische Positionsschalter (PS) an trennenden Schutzeinrichtungen oder zwei berührungslos wirkende PS mit entsprechendem Auswertegerät nach Kategorie 3.</li> <li>› Fehlererkennung nicht funktionierender PS.</li> <li>› Automatisches Erkennen hängengebliebener Schütze und Ventile (Hydraulikventile haben Stellungsüberwachung).</li> <li>› Redundante Schütze und Ventile für die Unterbrechung gefahrbringender Bewegungen.</li> </ul>

39 Siehe Anhang 7 Nr. 55

40 Siehe Anhang 7 Nr. 54

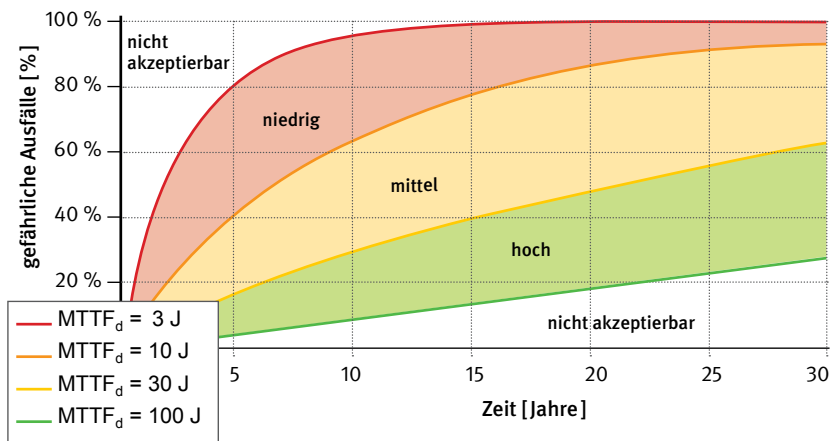
Kategorie	Anforderung	Systemverhalten	Leicht prüfbare Merkmale
4	Zusätzlich zu Kategorie B müssen bewährte Sicherheitsprinzipien nach Kategorie 1 eingesetzt werden. Zusätzlich > darf ein Fehler in jedem Teil der Steuerung nicht zum Versagen von Sicherheitsfunktionen führen und es > muss jeder einzelne Fehler vor oder während der Anforderung der Sicherheitsfunktion erkannt werden. Ist dies nicht möglich, darf eine Anhäufung von Fehlern nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	Treten Fehler auf, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten. Im Gegensatz zur Kategorie 3 ist die Fehlererkennung in Kategorie 4 umfassender. Es müssen auch seltene Fehlfunktionen erkannt werden. Dies bedeutet, dass insbesondere Bauteile in der Hydraulik und Pneumatik in der Regel mit einer elektrischen Stellungsüberwachung ausgestattet sein müssen.	Wie Kategorie 3. Die Bauteile in Kategorie 4 sind generell höherwertiger als in Kategorie 3. Es muss jedoch vom Betreiber nicht nachgerechnet werden, ob die Qualität ausreichend ist. Eine Beurteilung, ob Kategorie 3 oder 4 vorliegt, kann im Einzelfall sehr aufwändig sein. Der Betreiber ist nicht verpflichtet, dies vorzunehmen.

Abbildung 21: Anforderungen an Kategorien (Kategorien B bis 4) entsprechend DIN EN ISO 13849-1

Durch Reparaturen darf sich die Steuerung nicht verschlechtern. Durch den Betreiber muss sichergestellt werden, dass nur Bauteile von mindestens der gleichen Qualität wie die Originalbauteile eingesetzt werden. Hierfür ist es empfehlenswert, vom Maschinenhersteller eine Ersatzteilliste, die die entsprechenden Kennwerte enthält, abzufordern.

Die wichtigsten Kennwerte werden im Folgenden beschrieben:

Der  $MTTF_d$ -Wert gibt an, nach wie viel Jahren 63,2 % der Bauteile gefahrbringend ausgefallen sind. Er ist eine rein statistische Größe, die eingesetzten Bauteile können schon sehr viel früher oder auch später ausfallen, als der  $MTTF_d$ -Wert angibt. Der  $MTTF_d$ -Wert wird für Bauteile ermittelt, deren Ausfall nur von der Einsatzdauer abhängt und nicht von der Schalthäufigkeit. Hierzu gehören insbesondere Hydraulikventile und elektronische Bauteile. Für Bauteile, deren Ausfall von der Schalthäufigkeit abhängt, wird der  $B_{10d}$ -Wert ermittelt. Er gibt an, nach welcher Schaltzahl 10 % der Bauteile gefahrbringend ausgefallen sind.



Mechanische Bauteile	$MTTF_d = 150$ Jahre
Hydraulische Bauteile	$MTTF_d = 150$ Jahre
Pneumatische Bauteile	$B_{10d} = 20.000.000$
Relais/Hilfsschütz mit geringer Last (fast nur mechanische Belastung)	$B_{10d} = 20.000.000$
Relais/Hilfsschütz (max. Belastung)	$B_{10d} = 400.000$
Schütz (Nennlast)	$B_{10d} = 2.000.000$
Positionsschalter (mit Zuhaltung)	$B_{10d} = 2.000.000$
Not-Aus-Einrichtungen (nicht $n_{op,max}$ )	$B_{10d} = 100.000$
Taster (z. B. Freigabetaster)	$B_{10d} = 100.000$

Anmerkung: Voraussetzung für die Benutzung der obigen Werte sind die Anforderungen aus der Abbildung 21.

Abbildung 22: Typische  $MTTF_d$ - und  $B_{10d}$ -Werte nach Norm DIN EN ISO 13849-1

## 4.6 Pneumatische und hydraulische Ausrüstung

Pneumatische und hydraulische Ausrüstungen von Maschinen müssen so konstruiert sein, dass

- der maximale Nenndruck in den Kreisläufen nicht überschritten werden kann (z. B. durch Druckbegrenzungsventile),
- aus Druckstößen, Druckanstiegen oder Druck- bzw. Vakuumverlusten keine Gefährdungen entstehen (z. B. durch sicheres Hochhalten schwerer Maschinenteile auch nach einem Schlauchbruch durch direkt am Zylinder angebrachte vorgesteuerte Rückschlagventile),
- Undichtigkeiten oder Bauteilversagen nicht zu Gefährdungen durch Herausspritzen von Flüssigkeiten oder Bewegung von Schläuchen (Herumschlagen beim Versagen der Einbindung bei  $p > 5$  MPa) führen (z. B. durch zusätzliche Befestigung der Schläuche (Abbildung 23 dieses Merkblatts) oder durch Verwenden ausreißsicherer Schläuche),
- sämtliche Ausrüstungsteile, besonders Rohre und Schläuche, gegen schädliche äußere Einflüsse geschützt werden (z. B. durch Vermeiden von Scheuerstellen, Schutz gegen äußere Beschädigung, Abstand gegenüber heißen Oberflächen),
- Druckluftbehälter und ähnliche Druckbehälter (z. B. Hydrospeicher) nach Betätigung von Not-Halt-Ausrüstungen automatisch druckentlastet oder abgesperrt werden. Es müssen Maßnahmen für die Energietrennung, lokale Druckentlastung und Druckanzeige vorgesehen werden,
- sämtliche Bauteile, die nach der Trennung der Maschine von der Energieversorgung unter Druck bleiben, mit deutlich erkennbaren Ablassvorrichtungen und einem Warnschild versehen sind, das auf die Notwendigkeit einer Druckentlastung dieser Teile hinweist, bevor Einricht- oder Instandhaltungsarbeiten an der Maschine vorgenommen werden,
- alle Bauteile ausreichend gekennzeichnet sind und die Kennzeichnung mit den Angaben im Schaltplan übereinstimmt (Abbildung 24 dieses Merkblatts).



Abbildung 23: Zusätzliche Befestigung von Hydraulikschlauchleitungen, um Herumschlagen zu vermeiden

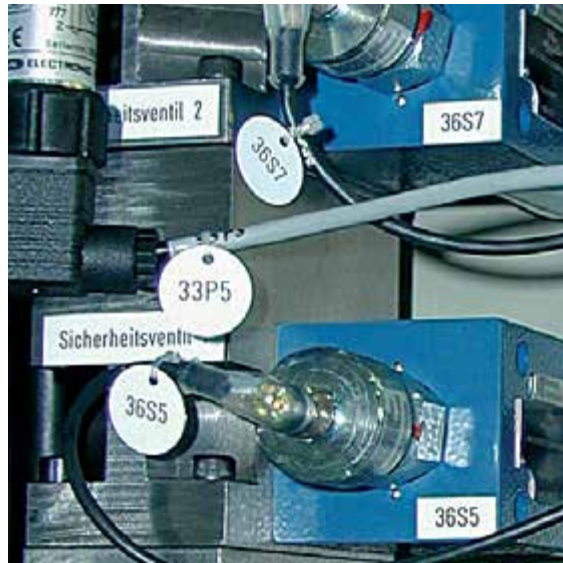


Abbildung 24: Hydraulikventile mit Kennzeichnung

## 4.7 Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen

Für die Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten in explosionsgefährdeten Bereichen galt seit 1.7.2003 europaweit die Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95)<sup>41</sup>. Diese Richtlinie wurde am 20.4.2016 durch die Richtlinie 2014/34/EU abgelöst. Unter die Richtlinie fallen seit dem 1.7.2003 sowohl elektrische als auch nichtelektrische Geräte. In Abbildung 25 ist dargestellt, für welche Geräte eine EU-Baumusterprüfung durchgeführt werden muss.

<sup>41</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 19

Geräte, die vor dem 30.6.2003 entsprechend der gültigen nationalen Vorschriften hergestellt, installiert und betrieben wurden, konnten auch nach diesem Stichtag weiter betrieben werden. Gemäß § 3 Abs. 7 der neuen Betriebssicherheitsverordnung muss jedoch bei der regelmäßigen Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung auch bei Altmaschinen der Stand der Technik berücksichtigt werden. Konkretisierungen hierzu finden sich in der Bekanntmachung zur Betriebssicherheit BekBS 1114. Dabei betrifft die Berücksichtigung des Standes der Technik insbesondere den Explosionsschutz an nichtelektrischen Geräten.

Gerätekatgorie 1 Zone 0/20		Gerätekatgorie 2 Zone 1/21			Gerätekatgorie 3 Zone 2/22	
Elektrisch	Nichtelektrisch	Elektrisch	Nichtelektrisch		Elektrisch	Nicht- elektrisch
			Motoren mit innerer Verbren- nung	übrige Geräte		
EU-Konformitätserklärung auf Basis der EU-Baumusterprüfbescheinigung	EU-Konformitätserklärung auf Basis der EU-Baumusterprüfbescheinigung	EU-Konformitätserklärung auf Basis der EU-Baumusterprüfbescheinigung	EU-Konformitätserklärung auf Basis der EU-Baumusterprüfbescheinigung	EU-Konformitätserklärung durch Hersteller	EU-Konformitätserklärung durch Hersteller	EU-Konformitätserklärung durch Hersteller

**Hinweise:**

1. Für sämtliche Kategorien ist auch das Verfahren der Einzelprüfung zulässig. Bei diesem Verfahren wird durch eine Konformitätsbewertungsstelle ein Gerät überprüft, das in Verkehr gebracht werden soll. Ein Baumuster existiert nicht und demzufolge auch keine EU-Baumusterprüfbescheinigung.
2. Geräte der Kategorien 1 sowie elektrische Geräte und Verbrennungsmotoren der Kategorien 2 haben, sofern keine Einzelprüfung erfolgt, neben der EU-Baumusterprüfung ein zweites Verfahren zur Konformitätsbewertung zu absolvieren, das die Qualität der Produktion beurteilt. Nur die Bescheinigungen beider Verfahren (EU-Baumusterprüfung + Qualitätssicherung) berechtigen den Hersteller zur Ausstellung seiner EU-Konformitätserklärung.

Abbildung 25: Einsatz geprüfter elektrischer und nichtelektrischer Geräte



# Die Kennzeichnung elektrischer explosionsgeschützter Betriebsmittel

Explosionsgefährdete Bereiche						
Bedingungen und Einteilung			Erforderliche Kennzeichnung des Betriebsmittels			
Brennbare Stoffe	Temporäres Verhalten der explosionsfähigen Atmosphäre	Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche	Gruppe im Sinne der RL 2014/34/EU	Geräte-kategorie im Sinne der RL 2014/34/EU	Gerätegruppe im Sinne der EN 60079-0	Geräte-schutzniveau (EPL) im Sinne der EN 60079-0
Gase Dämpfe	ist ständig, langzeitig oder häufig vorhanden	Zone 0	II	1G	II	Ga
	tritt im Normalbetrieb gelegentlich auf	Zone 1	II	2G oder 1G	II	Gb oder Ga
	tritt im Normalbetrieb normalerweise nicht auf, oder aber nur kurzzeitig	Zone 2	II	3G oder 2G oder 1G	II	Gc oder Gb oder Ga
Stäube	ist in Form einer Wolke ständig, langzeitig oder häufig vorhanden	Zone 20	II	1D	III	Da
	bildet sich im Normalbetrieb gelegentlich in Form einer Wolke	Zone 21	II	2D oder 1D	III	Db oder Da
	tritt im Normalbetrieb in Form einer Wolke normalerweise nicht auf oder aber nur kurzzeitig	Zone 22	II	3D oder 2D oder 1D	III	Dc oder Db oder Da
Methan Kohlestaub	Betrieb bei Explosionsgefahr	-	I	M1	I	Ma
	Abschaltung bei Explosionsgefahr	-	I	M2 oder M1	I	Mb oder Ma

Unterteilung der Gase und Dämpfe						
Gase und Dämpfe			Zuordnung der Gase und Dämpfe nach Zündtemperatur	Temperatur-klasse	Maximale Oberflächen-temperatur des Gerätes	Zulässige Temperatur-lassen des Gerätes
Ammoniak, Methan, Ethan, Propan	Stadtgas, Acrylnitril	Wasserstoff	> 450 °C	T1	450 °C	T1 bis T6
Ethylalkohol, Cyclohexan, n-Butan	Ethylen, Ethylenoxid	Ethin (Acetylen)	> 300 °C ... ≤ 450 °C	T2	300 °C	T2 bis T6
Benzine allg., Disenkräftstoff, n-Hexan	Ethylenglycol, Schwefelwasserstoff		> 200 °C ... ≤ 300 °C	T3	200 °C	T3 bis T6
			> 135 °C ... ≤ 200 °C	T4	135 °C	T4 bis T6
			> 100 °C ... ≤ 135 °C	T5	100 °C	T5 bis T6
		Kohlendioxid	> 85 °C ... ≤ 100 °C	T6	85 °C	T6

Explosionsgruppen		
IIA	IIB	IIC
Zulässige Gerätegruppen		
IIA, IIB, IIC	IIB, IIC	IIC

**Gas** **II 2G Ex db eb IIC T6 Gb NB<sup>1)</sup> 16 ATEX 1234 X**

**Staub** **II 2D Ex tb IIIC T120 °C Db NB<sup>1)</sup> 16 ATEX 1234 X**

Schutzprinzip/Zündschutzarten								
Anwendung	Brennbarer Stoff	Schutzprinzip	Zündschutzart	Symbole	Kennzeichnung entsprechend des Geräteschutzniveaus			Norm
					a = sehr hoher Schutz	b = hoher Schutz	c = erhöhter Schutz	
Alle Anwendungen	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	-	Allgemeine Anforderung	-	+	+	+	EN 60079-0
Schaltgeräte, Steuerungen, Motoren, Befehls- und Meldergeräte, Leistungselektronik	Gase und Dämpfe (G)	Übertragung einer Explosion nach außen wird ausgeschlossen	Druckfeste Kapselung		Ex da	Ex db	Ex dc	EN 60079-1
Abzweig- und Verbindungskästen, Gehäuse, Motoren, Leuchten, Klemmen	Gase und Dämpfe (G)	Vermeidung von Funken	Erhöhte Sicherheit		-	Ex eb	Ex ec	EN 60079-7
Abzweig- und Verbindungskästen, Gehäuse, Motoren, Leuchten, Schalt- und Steuerstränge, Stecker	Stäube (D)	Ex-Staubatmosphäre wird von der Zündquelle ferngehalten	Schutz durch Gehäuse		Ex ta	Ex tb	Ex tc	EN 60079-31
Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Sensoren, Aktoren, Instrumentierung	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Energiebegrenzung von Funken und Temperaturen	Eigensicherheit		Ex ia	Ex ib	Ex ic	EN 60079-11 EN 60079-25 EN 60079-27
Schalt- und Steuerstränge, Motoren, Mess- und Analysegeräte, Rechner	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Ex-Atmosphäre wird von der Zündquelle ferngehalten	Überdruckkapselung		-	Ex pbh Ex pyb	Ex pc	EN 60079-2
Spulen von Relais und Motoren, Elektronik, Magnetventile, Anschlusssysteme	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Ex-Atmosphäre wird von der Zündquelle ferngehalten	Vergusskapselung		Ex ma	Ex mb	Ex mc	EN 60079-18
Transformatoren, Relais, Anlaufsteuerungen, Schaltgeräte	Gase und Dämpfe (G)	Ex-Atmosphäre wird von der Zündquelle ferngehalten	Ölkapselung		-	Ex ob	Ex oc	EN 60079-6
Transformatoren, Relais, Kondensatoren	Gase und Dämpfe (G)	Übertragung einer Explosion nach außen wird ausgeschlossen	Sandkapselung		-	Ex qb	-	EN 60079-5
alle Anwendungen in Zone 2	Gase und Dämpfe (G)	Alle Zündschutzprinzipien angepasst für Zone 2	Zündschutzart „r“	-	-	-	Ex nC Ex nR	EN 60079-15
Optische Geräte, Laserscanner, Lichtschranken, LED-Leuchten, Lichtwellenleiter	Gas, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Energiebegrenzung von Zündfunken und Temperatur	Inhärent sichere optische Strahlung		Ex op is	-	-	IEC 60079-28
Optische Fasern, Lichtwellenleiter	Gas, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Ex-Atmosphäre wird von der Zündquelle ferngehalten	Geschützte optische Strahlung		-	Ex op pr	-	EN 60079-28
Optische Fasern, Lichtwellenleiter	Gas, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Ex-Atmosphäre wird von der Zündquelle ferngehalten	Optisches System mit Verriegelung		-	Ex op sh	-	EN 60079-28

Einsatzbereiche der Betriebsmittel	
Kennzeichnung	Einschränkung
ohne	Betriebsmittel einsetzbar ohne Einschränkung
X	besondere Einsatzbedingungen beachten
U	Betriebsmittel mit Teilbescheinigung, CE-Konformität wird mit dem Einbau in ein komplettes Betriebsmittel bescheinigt

Unterteilung der Stäube	
zulässige Temperatur - Staubschicht -	$T_{zul, Schicht} = T_{s, max, Schicht} - 75 K$
zulässige Temperatur - Staubwolke -	$T_{zul, Wolke} = 2/3 T_{max}$
max. zulässige Oberflächentemperatur des Gerätes	$T_{zul, Schicht} \geq T_{s, max} \leq T_{zul, Wolke}$

Staubgruppen		
Staubgruppen	Stäube	zulässige Gerätegruppe
IIA	brennbare Flusen	IIA, IIB, IIC
IIB	nicht leitfähiger Staub	IIB, IIC
IIC	leitfähiger Staub	IIC

Einsatzbereich		
Zone 0/20	Zone 1/21	Zone 2/22
Zone 1/21	Zone 2/22	
Zone 2/22		

<sup>1)</sup> Kennnummer der Notifizierten Stellen (Notified Bodies)  
z. B. BAM 0389 (Deutschland), DEKRA EXAM 0158 (Deutschland), EECSS (BASEFA) 0600 (Großbritannien), IBEKU 0637 (Deutschland), KEMA 0344 (Niederlande), LCE 0081 (Frankreich), PTB 0102 (Deutschland), SIRA 0518 (Großbritannien), TÜV 0044 (Deutschland), die – wo erforderlich – das QS System zertifiziert oder die Produkte überprüft hat (bei Kategorie 1 und 2)

— Kennzeichnung entsprechend der Richtlinie 2014/34/EU  
— Kennzeichnung entsprechend der Norm EN 60079-0 ff

Abbildung 26a: Kennzeichnung elektrischer explosionsgeschützter Betriebsmittel

# Die Kennzeichnung nicht-elektrischer explosionsgeschützter Betriebsmittel

Explosionsgefährdete Bereiche						
Bedingungen und Einteilung			Erforderliche Kennzeichnung des Betriebsmittels			
Brennbare Stoffe	Temporäres Verhalten der explosionsfähigen Atmosphäre	Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche	Gruppe im Sinne der RL 2014/34/EU	Geräte-kategorie im Sinne der RL 2014/34/EU	Gerätegruppe im Sinne der EN 13463-1 ff ISO 80079-36	Geräte-schutzniveau (EPL im Sinne der ISO 80079-36)
Gase Dämpfe	ist ständig, langzeitig oder häufig vorhanden	Zone 0	II	1G	II	Ga
	tritt im Normalbetrieb gelegentlich auf	Zone 1	II	2G oder 1G	II	Gb oder Ga
	tritt im Normalbetrieb normalerweise nicht auf, oder aber nur kurzzeitig	Zone 2	II	3G oder 2G oder 1G	II	Gc oder Gb oder Ga
Stäube	ist in Form einer Wolke ständig, langzeitig oder häufig vorhanden	Zone 20	II	1D	III	Da
	bildet sich im Normalbetrieb gelegentlich in Form einer Wolke	Zone 21	II	2D oder 1D	III	Db oder Da
	tritt im Normalbetrieb in Form einer Wolke normalerweise nicht auf oder aber nur kurzzeitig	Zone 22	II	3D oder 2D oder 1D	III	Dc oder Db oder Da
	Methan Kohlestaub	Betrieb bei Explosionsgefahr	-	I	M1	I
	Abschaltung bei Explosionsgefahr	-	I	M2 oder M1	I	Mb oder Ma

Unterteilung der Gase und Dämpfe						
Gase und Dämpfe			Zuordnung der Gase und Dämpfe nach Zündtemperatur	Temperatur-klasse	Maximale Oberflächen-temperatur des Gerätes	Zulässige Temperatur-klassen des Gerätes
Ammoniak, Methan, Ethan, Propan	Stadtgas, Acrylnitril	Wasserstoff	> 450 °C	T1	450 °C	T1 bis T6
Ethylalkohol, Cyclohexan, n-Butan	Ethylen, Ethylenoxid	Ethin (Acetylen)	> 300 °C ... ≤ 450 °C	T2	300 °C	T2 bis T6
Benzin allg., Dieselmotoren, n-Hexan	Ethylenglycol, Schwefelwasserstoff		> 200 °C ... ≤ 300 °C	T3	200 °C	T3 bis T6
Acetaldehyd	Ethylether		> 135 °C ... ≤ 200 °C	T4	135 °C	T4 bis T6
			> 100 °C ... ≤ 135 °C	T5	100 °C	T5 bis T6
		Kohlensäure	> 85 °C ... ≤ 100 °C	T6	85 °C	T6

Explosionsgruppen		
IIA	IIB	IIIC
Zulässige Gerätegruppen		
IIA, IIB, IIIC	IIB, IIIC	IIIC

**Gas** **II 2G c IIB T4 Gb NB<sup>1)</sup> 16 ATEX 1234 X**

**Staub** **II 2D c IIIB 110 °C Db NB<sup>1)</sup> 16 ATEX 1234 X**

Schutzprinzip/Zündschutzarten						
Anwendung	Brennbarer Stoff	Schutzprinzip	Zündschutzart	Symbole	Kennzeichnung entsprechend des Geräteschutzniveaus der Zündschutzart	Norm
Alle Anwendungen	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	–	Allgemeine Anforderungen	–	EPL a sehr hohes Schutzniveau EPL b hohes Schutzniveau EPL c erweitertes Schutzniveau	EN 13463-1 ISO 80079-36 EN 60079-0
Kupplung, Riemenantrieb, Rührwerk, Ventilator, Mühle	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Schutzprinzip stellt sicher, dass eine Zündquelle nicht auftreten kann.	Konstruktive Sicherheit		– – –	EN 13463-6 ISO 80079-37
Gleitlager, Pumpe, Rührwerk, Vakuumpumpe	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Schutzprinzip verhindert, dass eine Zündquelle wirksam werden kann.	Zündquellenüberwachung		– – –	EN 13463-6 ISO 80079-37
Getriebe	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Schutzprinzip verhindert, dass die Ex-Atmosphäre die Zündquelle erreicht.	Flüssigkeitskapselung		– – –	EN 13463-8 ISO 80079-37
Zentrifuge, Kompressor, Getriebemotor, komplexe Baugruppe	Gase, Dämpfe (G) und Stäube (D)	Schutzprinzip verhindert, dass die Ex-Atmosphäre die Zündquelle erreicht.	Überdruckkapselung		– – –	EN 13463-7 EN 60079-2 <sup>2)</sup>
Zentrifuge, Kompressor, Getriebemotor, komplexe Baugruppe	Gase, Dämpfe (G)	Schutzprinzip verhindert, dass die Ex-Atmosphäre die Zündquelle erreicht.	Schwadenhemmende Kapselung	–	– – –	EN 13463-2
Zentrifuge, Kompressor, Getriebemotor, komplexe Baugruppe	Stäube (D)	Schutzprinzip verhindert, dass die Ex-Atmosphäre die Zündquelle erreicht.	Schutz durch Gehäuse		– – –	EN 60079-31 <sup>2)</sup>
Bremsen	Gase, Dämpfe (G)	Schutzprinzip verhindert, die Flammenfortpflanzung durch ein Gehäuse.	Drucklose Kapselung		– – –	EN 13463-3 EN 60079-1 <sup>2)</sup>

Einsatzbereiche der Betriebsmittel	
Kennzeichnung	Einschränkung
ohne	Betriebsmittel einsetzbar ohne Einschränkung
X	besondere Einsatzbedingungen beachten
U	Betriebsmittel mit Teilbescheinigung, CE-Konformität wird mit dem Einbau in ein komplettes Betriebsmittel bescheinigt

Unterteilung der Stäube	
zulässige Temperatur - Staubschicht -	$T_{\text{zul. Schicht}} = T_{\text{min. Schicht}} - 75 \text{ K}$
zulässige Temperatur - Staubwolke -	$T_{\text{zul. Wolke}} = 2/3 T_{\text{min. Wolke}}$
max. zulässige Oberflächentemperatur des Gerätes	$T_{\text{zul. Schicht}} \geq T_{\text{ul.}} \leq T_{\text{zul. Wolke}}$

Staubgruppen (ISO 80079-36)	
Staubgruppen	Stäube
IIA	brennbare Flusen
IIB	nicht leitfähiger Staub
IIIC	leitfähiger Staub

Einsatzbereich		
Zone 0/20	Zone 1/21	Zone 2/22
Zone 1/21	Zone 2/22	
Zone 2/22		

<sup>1)</sup> Kennnummer der Notifizierten Stellen (Notified Bodies)  
 z.B. BAM 0589 (Deutschland), DEKRA EXAM 0158 (Deutschland), EECOS (BASEEFA) 0600 (Großbritannien), IBCAU 0637 (Deutschland), KEMA 0344 (Niederlande), LDE 0081 (Frankreich), PTB 0102 (Deutschland), SIRA 0316 (Großbritannien), TÜV 0044 (Deutschland), die – wo erforderlich – das QS System zertifiziert oder die Produkte überprüft hat (nur bei Kategorie 1)

<sup>2)</sup> Die Norm für elektrische Geräte wird auch für nicht-elektrische Geräte angewandt.

— Kennzeichnung entsprechend der Richtlinie 2014/34/EU  
 — Kennzeichnung entsprechend der Norm EN 13463-1 ff / ISO 80079-36

Abbildung 26b: Kennzeichnung nicht-elektrischer explosionsgeschützter Betriebsmittel

## 4.8 Elektrische Ausrüstung

Von der elektrischen Ausrüstung gehen im Wesentlichen zwei Gefährdungen aus:

- Elektrische Körperdurchströmung beim Berühren spannungsführender Teile.
- Unwirksamkeit von Sicherheitseinrichtungen infolge des Versagens von Teilen der elektrischen Steuerung.

Die elektrische Ausrüstung muss daher, unabhängig von der gewählten Kategorie nach DIN EN ISO 13849-1, so ausgeführt sein, dass die genannten Gefährdungen möglichst unwahrscheinlich sind. Das wird insbesondere erreicht durch:

- Abdecken spannungsführender Teile (z. B. Stromschienen) und fingersichere Ausführung elektrischer Anschlüsse im Schaltschrank (Abbildung 27 dieses Merkblatts).
- Verwenden von Steuertransformatoren mit getrennten Wicklungen mit niedriger Sekundärspannung (meist 24 V) nach DIN EN 61558-2-2, DIN EN 61558-2-6 und DIN EN 61558-2-16<sup>42</sup>.
- Kennzeichnen aller Bauteile in Übereinstimmung mit dem Schaltplan (Abbildung 27 dieses Merkblatts).
- Individuelle Kennzeichnung zumindest der sicherheitsrelevanten Kabelanschlüsse (siehe Abbildung 3 des Merkblatts T 008-3), so dass beim Bauteilwechsel Verwechslungen unwahrscheinlich sind (in der Normung sind keine eindeutigen Anforderungen beschrieben, diese Anforderung sollte daher schriftlich vereinbart werden).
- Kennzeichnen besonderer Stromkreise, die nicht durch den Hauptschalter vom Netz getrennt werden, durch besondere Kabelfarbe und Blitzpfeil<sup>43</sup> (Abbildung 28 dieses Merkblatts).
- Verbinden aller leitfähigen Teile der Maschine, die im Fehlerfall gefährliche Berührspannung annehmen können, mit dem Schutzleiter.
- Geschütztes Verlegen von Leitungen und Kabeln außerhalb des Schaltschranks.
- Verhindern des Eindringens von Staub und Feuchtigkeit in den Schaltschrank (IP 54<sup>44</sup>) durch Dichtlippen an Tür und Kabeleinführungen durch PG-Verschraubung (Abbildung 29 dieses Merkblatts).
- Einseitiges Erden des Steuerstromkreises<sup>45</sup> um Fehlanläufe zu vermeiden oder um das Versagen einer Sicherheitsfunktion (z. B. Not-Halt) durch Isolationsfehler zu verhindern (Abbildung 30 dieses Merkblatts).
- Wenn hohe Temperaturen zu erwarten sind, Vorsehen einer Belüftung oder Kühlung, um den Betrieb des Schaltschranks im geschlossenen Zustand zu gewährleisten.



Abbildung 27: Verhinderung gefährlicher Berührspannungen durch versenkt angeordnete Anschlussklemmen (fingersichere Ausführung) an Hilfsschützen innerhalb eines Schaltschranks, Kennzeichnung aller elektrischer Betriebsmittel in Übereinstimmung mit den Schaltplänen

<sup>42</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 58, 59 und 60

<sup>43</sup> Die Kennzeichnung wird in Abschnitt 5.3.5 der DIN EN 60204-1 gefordert, siehe Anhang 7 Nr. 53

<sup>44</sup> IP-Code, siehe Anhang 4 dieses Merkblatts

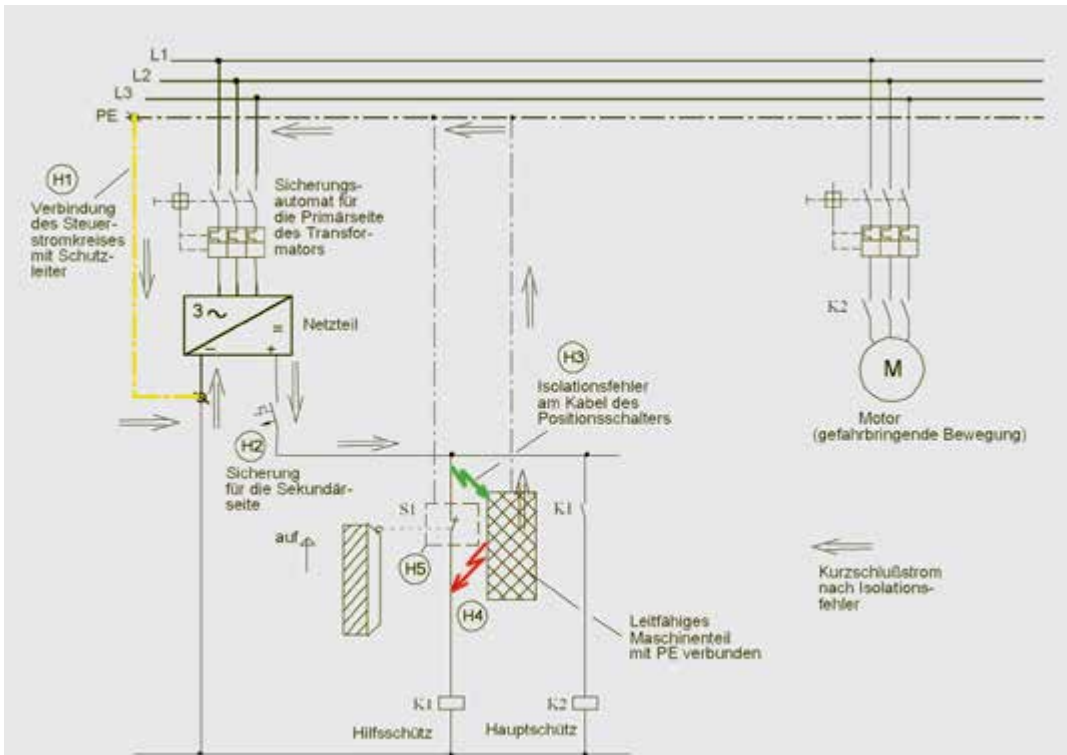
<sup>45</sup> Alternative: Steuerstromkreis ungeerdet betreiben, wenn eine Isolationsüberwachung vorhanden ist. Diese Maßnahme wird aber selten umgesetzt. Für alle alternativen Maßnahmen zum Schutz gegen fehlerhaften Betrieb durch Erdschlüsse siehe Abschnitt 9.4.3 der DIN EN 60204-1.



Abbildung 28: Kabel mit orangefarbener Ummantelung für einen Beleuchtungsstromkreis, der nicht vom Hauptschalter getrennt wird



Abbildung 29: Dichte Kabeleinführung mittels PG-Verschraubung



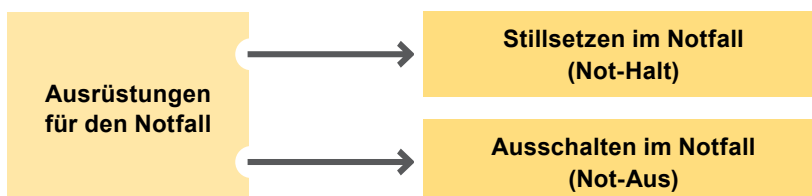
Durch die einseitige Erdung (gelbe Verbindung H1) machen sich Beschädigungen der Isolation (z. B. des Kabels des Positionsschalters S1 (H3)) sofort durch Kurzschluss bemerkbar, wenn gleichzeitig eine elektrische Verbindung mit einem leitfähigen Maschinenteil entsteht, das ebenfalls mit dem Schutzleiter verbunden ist. Der Kurzschluss führt zum Ansprechen der Sicherung (H2) und anschließend zum Stillstand der Maschine. Ein zweiter Isolationsschaden (z. B. H4, roter Pfeil) der zum Versagen der Sicherheitsfunktion führen würde, kann sich somit nicht gefährlich auswirken. Sofern das Gehäuse des Positionsschalters aus leitfähigem Material besteht, muss der Schutzleiter aus den genannten Gründen mitgeführt werden (H5).

Falls keine Erdung vorhanden ist, wird der Positionsschalter S1 durch zwei Isolationsschaden unwirksam. Die gefährlichen Bewegungen werden dann nicht mehr abgeschaltet.

Abbildung 30: Prinzip der einseitigen Erdung von Steuerstromkreisen

## 4.9 Ausrüstungen für den Notfall (Not-Halt-Gerät, Not-Halt, Not-Aus<sup>46</sup>)

Die Ausrüstungen für den Notfall lassen sich wie folgt unterteilen:



Durch das Stillsetzen im Notfall sollen Risiken, die durch gefährliche Bewegungen hervorgerufen werden, so schnell wie möglich beseitigt werden. Im Gegensatz dazu bezieht sich das Ausschalten im Notfall auf Risiken, die durch elektrische Spannungen verursacht werden. Es ist in diesem Fall das Ziel, die gesamte Maschine ohne Verzögerung von der Versorgungsspannung zu trennen. In vielen Fällen lassen sich beide Forderungen aus technologischen Gründen nicht gleichzeitig umsetzen. Im Rahmen einer Risikobeurteilung muss daher entschieden werden, welche der genannten Gefährdungen höher einzustufen ist. Grundsätzlich gilt: Die Not-Halt-Funktion darf nicht als Ersatz für Schutzmaßnahmen oder andere

<sup>46</sup> Unter einem Not-Aus wurde früher verstanden, was heute als Not-Halt bezeichnet wird.

Sicherheitsfunktionen verwendet werden, sondern muss als ergänzende Schutzmaßnahme ausgelegt sein. Die Not-Halt-Funktion darf die Wirksamkeit von Schutzeinrichtungen oder von Einrichtungen mit anderen Sicherheitsfunktionen nicht beeinträchtigen.

Unter folgenden Randbedingungen oder Betriebssituationen werden auch beim Vorliegen vollständig wirksamer Schutz-einrichtungen (z. B. Sicherung der gesamten Maschine durch trennende verriegelte Schutz-einrichtungen) Not-Halt-Ausrüstungen als erforderlich angesehen:

- › Wenn vernünftigerweise kritische Situationen vorhersehbar sind, die durch das Betätigen des Not-Halts auch durch unbeteiligte Dritte entschärft werden können, z. B. bei manipulierten oder unwirksamen Schutz-einrichtungen; bei Maschinenschäden, die Gefährdungen hervorrufen, wie z. B. undichte Hydraulik; beim Aufenthalt eines Maschinenführers im ungesicherten Gefahrenbereich (z. B. Presseninnenraum); bei gefährlichem Fehlverhalten z. B. beim Einrichten oder bei Wartungsarbeiten.
- › Bei Maschinen mit Restrisiken (z. B. wenn im Einrichtbetrieb Schutz-einrichtungen teilweise unwirksam sind), wenn der Not-Halt das Risiko verringern kann.
- › Bei unübersichtlichen Maschinen (z. B. bei betretbaren Maschinen zusätzlich innen liegende Not-Halt-Ausrüstungen vorsehen).
- › Bei Maschinen mit hintertretbaren/betretbaren Bereichen (auch bei vorhandener Aufenthaltsüberwachung).
- › Für Einrichtarbeiten unter verminderten Sicherheitsbedingungen (z. B. Tippbetrieb mit reduzierter Geschwindigkeit).
- › Für Maschinen mit einkanaliger Verriegelung der Schutz-einrichtung (z. B. eine Schutz-tür wird nur mit einem Schalter überwacht), für den Fall, dass Schutz-einrichtungen versagen.
- › Für Maschinen, bei denen die Unwirksamkeit der Schutz-einrichtungen nicht sofort erkennbar ist (z. B. bei diskontinuierlich arbeitenden Maschinen).
- › Aus verfahrenstechnischen Gründen sind nur Not-Halt-Ausrüstungen möglich, höherwertige Schutz-einrichtungen sind nicht anwendbar: z. B. Schaltstange an Walzwerken, Not-Halt-Reißleine an Profilschneidemaschinen.

Da diese Kriterien auf fast alle Maschinen zutreffen, lässt sich somit zusammenfassend feststellen, dass grundsätzlich Not-Halt-Ausrüstungen notwendig sind. Im aktuellen Normenentwurf für Not-Halt-Ausrüstungen wird zudem zukünftig gefordert, dass für alle Maschinen mindestens am Bedienpult ein Not-Halt vorhanden sein muss.

Zur Prüfung von Not-Halt-Ausrüstungen siehe Abschnitt 2.2.2 dieses Merkblatts.

#### 4.9.1 Stillsetzen im Notfall (Not-Halt)

Not-Halt-Ausrüstungen zählen nicht zu den Schutz-einrichtungen im engeren Sinne, sondern sind als ergänzende Sicherheitsmaßnahmen anzusehen, die in besonderen Gefährdungssituationen durch bewusste menschliche Handlungen wirksam werden. Sie dürfen nur in Ausnahmefällen (z. B. aus technologischen Gründen) Schutz-einrichtungen (z. B. trennende Schutz-einrichtungen) ersetzen.

Können an Maschinen Gefährdungssituationen

- › beim normalen Betrieb der Maschine (z. B. durch menschlichen Eingriff oder als Folge äußerer Einflüsse) oder
- › als Folge einer Fehlfunktion oder des Ausfalls irgendeines Teils (z. B. unter Druck austretendes Hydrauliköl) der Maschine auftreten, die dringend beendet werden müssen oder dringender Abhilfe bedürfen,

müssen Not-Halt-Ausrüstungen vorhanden sein. Sie müssen so wirken, dass

- › aufkommende Gefährdungen für Personen, Schäden an der Maschine oder am Produkt abgewendet oder bereits bestehende gemindert werden und
- › sie durch eine einzige Handlung einer Person ausgelöst werden können.

Nach der Maschinenrichtlinie muss jede Maschine mit einer oder mehreren Not-Halt-Ausrüstungen ausgerüstet sein, durch die unmittelbar drohende oder eintretende gefährliche Situationen vermieden werden können. Hiervon **ausgenommen** sind

- › Maschinen, bei denen durch die Notbefehlseinrichtung die Gefahr nicht gemindert werden kann, da die Notbefehlseinrichtung entweder die Zeit bis zum normalen Stillsetzen nicht verkürzt oder es nicht ermöglicht, besondere, wegen der Gefahr erforderliche Maßnahmen zu ergreifen (z. B. schnelles Abkühlen von heißen Werkzeugen) und
- › in der Hand gehaltene bzw. von Hand geführte Maschinen.



Abbildung 31: Not-Halt-Ausrüstungen (Reißleine) am Einlauf einer Profil-Bandmesserschneidemaschine

Die Not-Halt-Ausrüstung muss

- deutlich kenntliche, gut sichtbare und schnell zugängliche Stellteile haben,
- das möglichst schnelle Stillsetzen des gefährlichen Bewegungsvorgangs bewirken, ohne dass sich hierdurch zusätzliche Gefahrenmomente ergeben,
- eventuell bestimmte Sicherungsbewegungen (z. B. das Auseinanderfahren von Walzen zur schnellen Befreiung von Personen) auslösen oder eine Auslösung zulassen.

Nach dem Betätigen der Not-Halt-Ausrüstung muss die Gefährdung automatisch auf bestmögliche Weise abgewendet oder verringert werden. In der Regel bedeutet dies:

- Sicheres Stillsetzen von Antriebssystemen.
- Abschalten von Beheizungen bei möglichen Brand- und Explosionsgefährdungen.
- Trennen der Energiezufuhr zu Antrieben.
- Absperren oder Entspannen von Druckspeichern.
- Wenn ein schnelles Abbremsen gefahrbringender Bewegungen nicht möglich ist, kann das Risiko zusätzlich durch andere Bewegungen, wie z. B. das Auseinanderfahren von Walzen reduziert werden.

Nach Auslösung des Not-Halt-Gerätes müssen folgende Funktionen wirksam werden:

- Die Nothaltfunktion muss durch Blockieren bis zu ihrer Freigabe aufrechterhalten bleiben.
- Es darf nicht möglich sein, die Ausrüstung zu blockieren.
- Die Ausrüstung darf nur durch eine geeignete Betätigung (z. B. durch Drehen des Betätigungselements oder Betätigung einer speziellen Entriegelungseinrichtung) freigegeben werden können.
- Durch die Freigabe darf die Maschine nicht wieder in Gang gesetzt, sondern nur das Wiedereingangssetzen ermöglicht werden.

#### 4.9.2 Not-Halt in geringfügig verketteten Anlagen

Wirken Maschinen in geringfügig verketteten Anlagen zusammen, sind insbesondere folgende Merkmale anzutreffen:

- Jede Maschine hat eigene Schutzvorrichtungen, die nur auf die betreffende Maschine wirken.
- Es werden keine Risiken von einer Maschine auf eine andere übertragen (auch nicht bei Betriebsstörungen oder beim Ausfall einer übergeordneten Steuerung).
- Gefährdungen zwischen den Maschinen sind auf die Schnittstellen beschränkt.

Für geringfügig verkettete Anlagen ist es ausreichend, wenn der Not-Halt nur auf die Einzelmaschinen wirkt. Falls aus produktionstechnischen Gründen der Not-Halt alle Maschinen stillsetzt, entsteht dadurch keine Gesamtmaschine.

Ein typisches Beispiel, auf das diese Merkmale zutreffen, sind Verpackungslinien (Abbildung 32 dieses Merkblatts).



Gefährdungen treten nur an den Schnittstellen zwischen den Maschinen auf (Förderband ruft Einzugsstelle hervor). Die Not-Halt-Ausrüstungen wirken nur auf die jeweilige Maschine, nicht auf die gesamte Linie.

Abbildung 32: Verpackungslinie aus geringfügig verketteten Maschinen – Ansicht

### 4.9.3 Not-Halt in Gesamtheiten von Maschinen

Bei einer Gesamtheit von Maschinen sollte der Not-Halt soweit wie möglich alle Teilmaschinen stillsetzen. Wenn hiermit jedoch große produktionstechnische Nachteile verbunden sind (z. B. erhebliche Materialverluste) oder in anderen Maschinen zusätzliche Gefährdungen entstehen können, ist es zulässig den Wirkungsbereich aufzuteilen<sup>47</sup>. Dadurch kann insgesamt eine Erhöhung der Sicherheit erreicht werden, da die Schwelle für das Auslösen des Not-Halts verringert wird. Am Hauptbedienpult sollte ein Not-Halt für die Gesamtheit der Maschinen vorhanden sein. Bei der Aufteilung sind folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- › Es muss eine eindeutige Zuordnung zwischen dem Not-Halt-Gerät und dem zugehörigen Wirkbereich möglich sein (z. B. mittels Kennzeichnung durch ein grafisches Symbol).
- › Der Wirkungsbereich eines Not-Halt-Gerätes muss von der Bedienstelle des Not-Halt-Gerätes aus einsehbar sein.
- › Soweit möglich dürfen Not-Halt-Geräte mit verschiedenen Wirkungsbereichen nicht dicht nebeneinander angeordnet sein.

Ein produktionstechnischer Zusammenhang ist anzunehmen, wenn

- › eine räumlich zusammenhängende Aufstellung gegeben ist und
- › die Maschinen auf ein gemeinsames Ziel (z. B. die Herstellung eines Produktes) hin ausgerichtet sind und
- › die Maschinen eine gemeinsame oder übergeordnete Steuerung zur Koordinierung des Produktionsablaufs besitzen oder
- › die Maschinen gemeinsame Befehlseinrichtungen besitzen.

<sup>47</sup> Siehe Abschnitt 4.1.2 der DIN EN ISO 13850



Ein sicherheitstechnischer Zusammenhang kann angenommen werden, wenn

- › ein Ereignis an einer Maschine sich an einer anderen Maschine gefahrbringend auswirken kann und in diesem Fall Sicherheitsmaßnahmen für die Gesamtheit der Maschinen erforderlich sind oder
- › eine gemeinsame Sicherheitssteuerung (z. B. wenn verriegelte Schutzeinrichtungen auf die Gesamtheit wirken) besteht oder
- › gemeinsame Sicherheitsbauteile, die nicht zur Sicherheitssteuerung gehören, vorhanden sind (z. B. ein gemeinsamer Schutzzaun).

#### 4.9.4 Ausschalten im Notfall (Not-Aus)

Ebenso wie der Not-Halt zählen die Maßnahmen zum Ausschalten im Notfall nicht zu den Schutzeinrichtungen im engeren Sinne, sondern sind als ergänzende Sicherheitsmaßnahmen anzusehen, die in besonderen Gefährdungssituationen erst durch bewusste menschliche Handlungen wirksam werden. Diese Maßnahme findet nur Anwendung, wenn besondere elektrische Gefährdungen vorliegen (z. B. das direkte Berühren von spannungsführenden Teilen ist nur durch Abstand verhindert). Sind mit der Maßnahme in anderen Bereichen zusätzliche Risiken verbunden (z. B. keine Befreiungsmöglichkeit für eingeklemmte Personen) müssen die elektrischen Gefährdungen soweit verringert werden, dass kein Ausschalten im Notfall notwendig ist.

#### 4.9.5 Ergänzende Schutzmaßnahmen

Anforderungen an ergänzende Schutzmaßnahmen sind in Abschnitt 6.3 der DIN EN ISO 12100 enthalten. Aus Sicht von steuerungstechnischen Fragestellungen sind hierunter insbesondere zu verstehen

- › Maßnahmen zum Stillsetzen im Notfall,
- › Umkehren von Bewegungen,
- › Energietrennung und Energieableitung.

Definitionsgemäß handelt es sich hierbei nicht um technische Schutzmaßnahmen, für deren Realisierung ein bestimmtes Sicherheitsniveau erforderlich wäre. Allerdings sollen diese ergänzenden Schutzmaßnahmen dann greifen, wenn technische Schutzmaßnahmen (trennende und/oder nicht trennende Schutzeinrichtungen) versagt haben, bzw. durch Manipulation unwirksam gemacht wurden. Gerade in diesen Fällen erwartet man, dass z. B. ein Not-Halt auch funktionsfähig ist. Insofern sind die Anforderungen der DIN EN 60 204-1 an Steuerstromkreise und Steuerfunktionen von Maschinen zu berücksichtigen. Im Abschnitt 9.4 „Steuerfunktionen im Fehlerfall“ wird ein angemessenes Niveau der sicherheitstechnischen Leistungsfähigkeit verlangt, das durch die Risikobewertung der Maschine festzulegen ist. Die Anforderungen der DIN EN ISO 13 849 gelten letztlich also auch für diese ergänzenden Schutzmaßnahmen. In jedem Fall dürfen ergänzende Schutzmaßnahmen nicht die Funktion und das Niveau anderer Schutzeinrichtungen beeinflussen.

#### 4.9.6 Technische Ausführung der Not-Halt-Ausrüstung

##### 4.9.6.1 Hydraulik

Um beim Einleiten einer Not-Halt-Funktion das Stillsetzen und den Stillstand in der hydraulischen Steuerung zu erreichen, sind insbesondere folgende Punkte zu beachten bzw. folgende Bauteile einzusetzen:

- › Wegeventile mit positiver Überdeckung in der Grundstellung (sicherheitsgerichtete Schaltstellung), die Grundstellung muss selbsttätig eingenommen werden (z. B. durch Federrückstellung und/oder Federzentrierung).
- › Wegesitzventile, die selbsttätig in Sperrstellung gehen (insbesondere bei hochgehaltenen Lasten).

Die Eignung anderer Ventile ist im Einzelfall zu prüfen. Im Allgemeinen werden bei Einleiten der Not-Halt-Funktion die Hydraulikspeicher entlastet oder sicher durch stellungsüberwachte Ventile vom Rest der Hydraulikanlage getrennt. Bei Einleitung der Not-Halt-Funktion ist jedoch immer zu prüfen und sicherzustellen, ob ggf. Drücke zur Aufrechterhaltung z. B. von Spannfunktionen erforderlich sind und somit die hierfür vorgesehenen Speicher weiterhin eingeschaltet bleiben müssen. Die Entscheidung hierüber ist in jedem Einzelfall im Rahmen einer Prüfung des Funktionsablaufs und auf der Grundlage einer Risikobeurteilung zu treffen.

#### 4.9.6.2 Pneumatik

Um beim Einleiten einer Not-Halt-Funktion das Stillsetzen und den Stillstand in der pneumatischen Steuerung zu erreichen, sind insbesondere folgende Punkte zu beachten bzw. folgende Bauteile einzusetzen:

- › Wegeventile mit positiver Überdeckung in der Grundstellung (sicherheitsgerichtete Schaltstellung), wobei diese selbsttätig eingenommen werden muss (z. B. durch Federrückstellung und/oder Federzentrierung).
- › Wegesitzventile, die selbsttätig in Sperrstellung gehen (insbesondere bei hochgehaltenen Lasten).
- › Nachdem gefahrbringende Bewegungen zum Stillstand gekommen sind, müssen Zylinder selbsttätig drucklos werden, wenn die Gefahr besteht, dass gespeicherte Energie das Befreien von Personen verhindert (z. B. durch Stellungsüberwachung des Kolbens: wenn Endlage nicht erreicht ist erfolgt Entlüftung). Maßnahmen zur Hochhaltung schwerer Maschinenteile dürfen dabei nicht unwirksam werden.
- › Auf die Verwendung von Impulsventilen sollte möglichst verzichtet werden. Bei Verwendung von Impulsventilen sind besondere Anforderungen zu beachten.

#### 4.9.6.3 Elektrik

Um beim Einleiten einer Not-Halt-Funktion das Stillsetzen und den Stillstand in der elektrischen Steuerung zu erreichen, sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- › Schütze und Hilfsschütze mit zwangsgeführten Kontakten einsetzen.
- › Elektrische Leitungen geschützt verlegen (z. B. Kunststoffrohr).
- › Hilfs- und Hauptschütze überdimensionieren (Die Kontakte der Schütze nur mit maximal 50 % des Nennstroms belasten.).

#### 4.9.6.4 Ausführung des Not-Halt-Gerätes

Im Grundsatz gilt: das Not-Halt-Gerät muss jederzeit leicht betätigbar sein. Kragen oder sonstige Einrichtungen, die die Betätigung mit der flachen Hand behindern, sind nur zulässig, wenn die versehentliche Betätigung mit erheblichen Nachteilen (z. B. großer Materialverlust, lang andauerndes Wiederanfahren) verbunden ist.

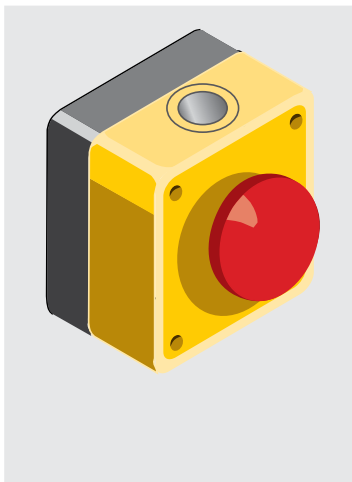


Abbildung 33: Uneingeschränkt einsetzbare Not-Halt-Ausrüstung

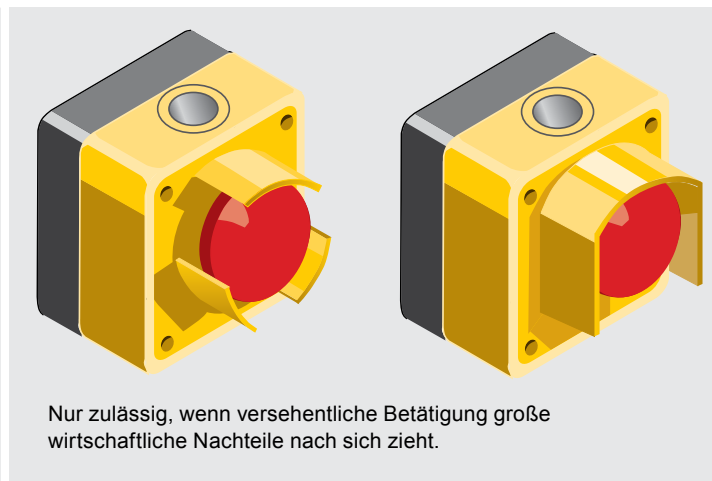


Abbildung 34: Not-Halt-Ausrüstung mit wenig behindernder Überkrantung



Abbildung 35: Not-Halt-Ausrüstung mit Überkrantung

## 5 Sicherheitskonzepte

### 5.1 Grundsätze

In einem ganzheitlichen Sicherheitskonzept sind alle Betriebszustände der Maschine zu berücksichtigen, um ein möglichst hohes Sicherheitsniveau zu erreichen. Ferner müssen Schutzeinrichtungen im Rahmen des Sicherheitskonzepts so gestaltet sein, dass es keine Gründe gibt, sie zu umgehen: insbesondere ist zu vermeiden, dass Schutzeinrichtungen das Einrichten von Maschinen, das Anfahren oder die Störungsbeseitigung erheblich verlängern oder das Erkennen der Ursachen von Maschinenstörungen behindern oder unmöglich machen.

Sicherheitskonzept und Schutzeinrichtungen können unter folgenden Gesichtspunkten beurteilt werden:

- › Sind für alle Gefährdungen wirksame Schutzeinrichtungen vorhanden?
- › Sind die Schutzeinrichtungen so ausgeführt, dass sie sich nicht leicht umgehen lassen?
- › Sind für alle Betriebszustände angemessene Schutzeinrichtungen vorhanden.  
Je nach Betriebszustand können unterschiedliche Schutzeinrichtungen zum Einsatz kommen. Dies ist in vielen Fällen sogar notwendig, um Anreize zum Umgehen von Schutzeinrichtungen zu vermeiden.
  - Im störungsfreien Automatikbetrieb sind meistens vollständig schützende Einrichtungen (z. B. Umzäunungen mit verriegelten Schutztüren) möglich und sinnvoll.
  - Für das Einrichten, die Störungsbeseitigung, usw. müssen andere Schutzeinrichtungen wirksam werden, wenn diese Tätigkeiten mit den Schutzeinrichtungen für den Automatikbetrieb erheblich länger dauern oder sonstige Probleme<sup>48</sup> damit verbunden sind, durch die Anreize zum Umgehen von Schutzeinrichtungen hervorgerufen werden.
  - Die anderen Schutzeinrichtungen werden durch einen Betriebsartenwahlschalter eingestellt, der in jeder Stellung abschließbar sein muss.
- › Werden nach Betätigung des Betriebsartenwahlschalters zwangsläufig andere Schutzeinrichtungen wirksam?  
Sind Schutzeinrichtungen mit dem Betriebsartenwahlschalter außer Kraft gesetzt, müssen folgende Steuerungsvorgaben ausgelöst werden:
  - Sperrung des Automatikbetriebes und
  - Bewegungen dürfen nur über einen Tiptaster möglich sein und
  - die gefährlichen Bewegungen dürfen nur über einen Tiptaster in Verbindung mit weiteren Schutzmaßnahmen (z. B. reduzierte Geschwindigkeit, reduzierte Leistung, Schrittbetrieb) möglich sein. Falls risikoreduzierende Maßnahmen nicht sinnvoll sind (weil z. B. dadurch hohe Manipulationsanreize entstehen) müssen hinter den Schutzeinrichtungen für den Automatikbetrieb zusätzliche Schutzeinrichtungen vorhanden sein, die das versehentliche Erreichen von Gefahrstellen verhindern und
  - Gefahren, die sich aus Befehlsverkettungen ergeben, müssen ausgeschaltet werden und
  - Maschinenbewegungen, die durch eine Einwirkung auf maschineninterne Sensoren hervorgerufen werden können, müssen gesperrt sein.
- › Sind für alle Arbeiten an der Maschine sichere Standflächen und Zugänge vorhanden? Bei der Auswahl und Dimensionierung der Standflächen und Aufgänge sind die notwendigen Arbeiten zu berücksichtigen. Wenn z. B. schwere Werkzeuge benutzt werden sollen, sind in der Regel keine Steigleitern zulässig.

### 5.2 Große Maschinen

Große Maschinen mit betretbaren Gefahrenbereichen weisen besondere Risiken auf, die im Sicherheitskonzept und bei der Ausführung der Schutz- und Steuereinrichtungen berücksichtigt werden müssen. Durch eine gute Ausgestaltung des Sicherheitskonzepts kann die Verfügbarkeit der Maschine und damit auch die Akzeptanz der Schutzeinrichtungen maßgeblich beeinflusst werden. Folgende Besonderheiten müssen bei großen Maschinen in Betracht gezogen werden:

- Durch die **Unübersichtlichkeit** großer Maschinen können sich Personen unerkannt in der Maschine befinden. Es besteht die Gefahr, dass die Maschine gestartet wird, wenn sich noch ein Maschinenführer unerkannt im Gefahrenbereich aufhält.
- Schutzeinrichtungen können, wenn sie auf alle Funktionen der Maschine wirken, die **Verfügbarkeit** der Maschine erheblich herabsetzen. Dadurch verstärkt sich der Anreiz Schutzeinrichtungen zu umgehen.
- Das **Wiederanfahren** der Maschine nach dem Ansprechen von Schutzeinrichtungen kann mit einem erheblichen Aufwand verbunden sein. Auch das kann den Anreiz zum Umgehen von Schutzeinrichtungen verstärken.

---

<sup>48</sup> z. B. hohe Materialverluste

- Beim gleichzeitigen **Einrichten** in mehreren Bereichen der Maschine können gegenseitige Gefährdungen hervorgerufen werden.
- Das **Auffinden von Störungsursachen** wird durch die Ausmaße der Maschine erschwert.

Den genannten Problemen kann durch folgende Maßnahmen begegnet werden:

- **Unübersichtlichkeit:** Vor dem Anfahren der Maschine werden mit dem Betätigen der Start-Taste zwangsläufig optische und/oder akustische Warnsignale abgegeben. Zusätzlich können Schlüsseltransfersysteme oder Schlosssysteme (Lock out/Tag out) vorgesehen werden, mit deren Hilfe jeder, der die Maschine betritt, sich sichern kann. Durch die Aufteilung der Maschine in Teilbereiche werden Risiken, die durch schwer übersehbare Bereiche hervorgerufen werden, verringert.

Bei der Aufteilung (Segmentierung) der Maschinen in Teilbereiche (siehe Abbildung 37) sollte soweit wie möglich eine sicherheitstechnische Entkopplung angestrebt werden, da hiermit sicherheitstechnische und rechtliche Vorteile verbunden sind. Eine sicherheitstechnische Entkopplung liegt vor,

- › wenn die einzelnen Maschinen über keine gemeinsamen Schutzeinrichtungen verfügen (dies bedeutet, dass der Zugang zu einer Maschine nur durch „eigene“ Schutzeinrichtungen möglich ist) und
- › wenn sich Maschinenstörungen (z. B. Materialstau) nicht sicherheitstechnisch auf andere Maschinen übertragen und
- › wenn durch „innere“ Schutzeinrichtungen (z. B. die internen BWS in TM6 in Abb. 37) ein Zugang von einer Maschine zur anderen verhindert wird.

Wenn die Maschinen im vorne genannten Sinn sicherheitstechnisch entkoppelt sind, können sie in der Regel<sup>49</sup> als Einzelmaschinen (siehe auch Abschnitt 4.9.3 dieses Merkblatts) behandelt werden. Hiermit sind folgende Vorteile verbunden:

- › es werden nur Konformitätserklärungen für die Einzelmaschinen benötigt
  - › „wesentliche Veränderungen“<sup>50</sup> betreffen in der Regel nur die Einzelmaschinen
- **Verfügbarkeit:** Durch die sicherheitstechnische Aufteilung der Maschine in funktionelle Einheiten bzw. Teilmaschinen (Abbildungen 36 und 37 dieses Merkblatts) wird die Verfügbarkeit der Maschine und damit die Akzeptanz der Schutzeinrichtungen erhöht. Voraussetzung: Bei einer stillgesetzten Teilmaschine können die restlichen Teilmaschinen für einen gewissen Zeitraum weiter laufen. Dies setzt in der Regel voraus, dass die Maschine über genügend Pufferspeicher verfügt, um die Stillstandszeiten von Teilmaschinen überbrücken zu können. Ferner muss die Maschine in der Lage sein, die aufgebauten Pufferspeicher wieder zu leeren.



Abbildung 36: Segmentierung einer Abfülllinie durch innenliegende Lichtschranken mit Muting

49 Sicherheitstechnische Abhängigkeiten können auch durch das hergestellte Produkt entstehen.

50 Nach einer wesentlichen Veränderung muss die betroffene Maschine auf den aktuellen Stand der Technik nachgerüstet werden; sie wird rechtlich zur Neumaschine.

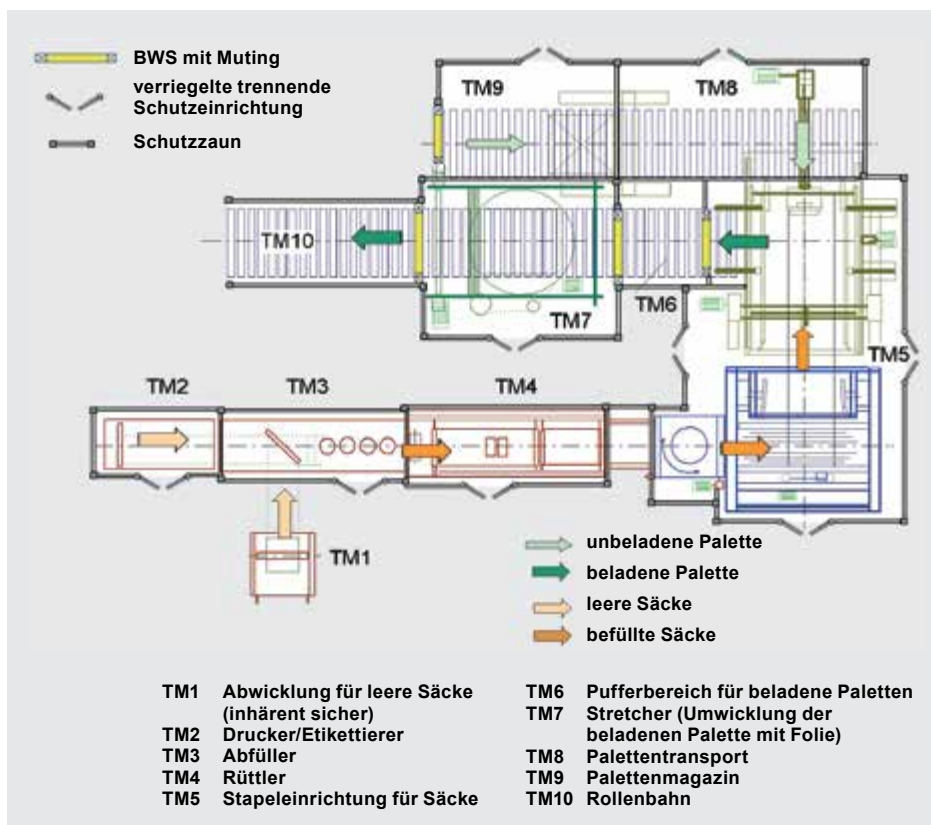


Abbildung 37: Durch interne Schutzvorrichtungen in Teilmaschinen TM unterteilte Verpackungslinie

- **Wiederanfahren:** Die verriegelten trennenden Schutzvorrichtungen können mit Zuhaltungen versehen werden, die den Zugang nur freigeben, wenn die Maschinenfunktionen definierte Endlagen erreicht haben. Dadurch kann der Aufwand für das nachfolgende Anfahren verringert werden.
- **Einrichten:** Auch hierbei wird die Gefährdung bei manuellen Eingriffen durch die Segmentierung der Maschine verringert. Zusätzlich ist die Betriebsart „Einrichten“ erforderlich, in der die jeweilige Teilmaschine im Tippbetrieb mit verringerter Geschwindigkeit betrieben werden kann. Zur Auslösung der Maschinenfunktionen soll ein tragbares ortsbewegliches Bedientableau vorhanden sein. Die Betriebsart „Einrichten“ darf sich nur über einen abschließbaren Betriebsartenwahlschalter einstellen lassen. Die Verriegelungen der Schutzvorrichtungen dürfen hierbei aufgehoben werden.
- **Auffinden von Störungsursachen:** Um Störungen zu lokalisieren, wenn hierbei keine Reduzierung der Geschwindigkeit möglich ist, können hinter der Umzäunung liegende Zweihandsteuerungen vorgesehen werden. Ansonsten können die Sicherheitseinrichtungen für das Einrichten zur Störungserkennung genutzt werden.

### 5.3 BWS-gesicherte hintertretbare Bereiche

Für die Sicherung hintertretbarer Bereiche enthält die Maschinenrichtlinie unterschiedliche Sicherheitskonzepte, wobei jedoch keine Kriterien zu deren Auswahl gegeben werden. In diesem Abschnitt werden daher anhand verschiedener Gefährdungsmerkmale, die sich aus dem Unfallgeschehen ableiten, Entscheidungshilfen zur Gestaltung von Sicherheitskonzepten beschrieben.

Die Empfehlungen dieses Abschnitts gelten nicht für Maschinen, für die arbeitsmittelspezifische Typ-C-Normen veröffentlicht wurden, da in diesen Normen auf der Basis einer Risikobetrachtung Anforderungen für hintertretbare Bereiche festgelegt sind. Im Schwerpunkt werden Sicherheitskonzepte beschrieben, die nicht auf der Erfassung von Personen im hintertretbaren Bereich beruhen. Es wird vorausgesetzt, dass der Gefahrenbereich, der sich dem hintertretbaren Bereich anschließt, nur durch eine berührunglos wirkende Schutzvorrichtung (BWS)<sup>51</sup> gesichert ist.

<sup>51</sup> Verriegelte trennende Schutzvorrichtungen werden nur am Rande (als Zusatzmaßnahme zur Risikoreduzierung) betrachtet, da sie (z. B. hinsichtlich des unbemerkten Zugangs zum hintertretbaren Bereich) andere Sicherheitsmerkmale (z. B. geringere Zugangsweite) als BWS aufweisen. Das Unfallgeschehen zeigt, dass durch BWS hervorgerufene hintertretbare Bereiche besonders häufig durch eine dritte Person betreten werden, ohne dass es der Maschinenführer bemerkt.

In den folgenden Abschnitten werden zwei hintertretbare Bereiche (Abbildung 38 dieses Merkblatts) nach der Höhe des Risikos unterschieden:

- › Hintertretbare Bereiche des **Typs 1** werden regelmäßig (im Takt der Maschine) betreten.
- › Hintertretbare Bereiche des **Typs 2** werden nur selten (z. B. zur Störungsbeseitigung oder Wartung) betreten.

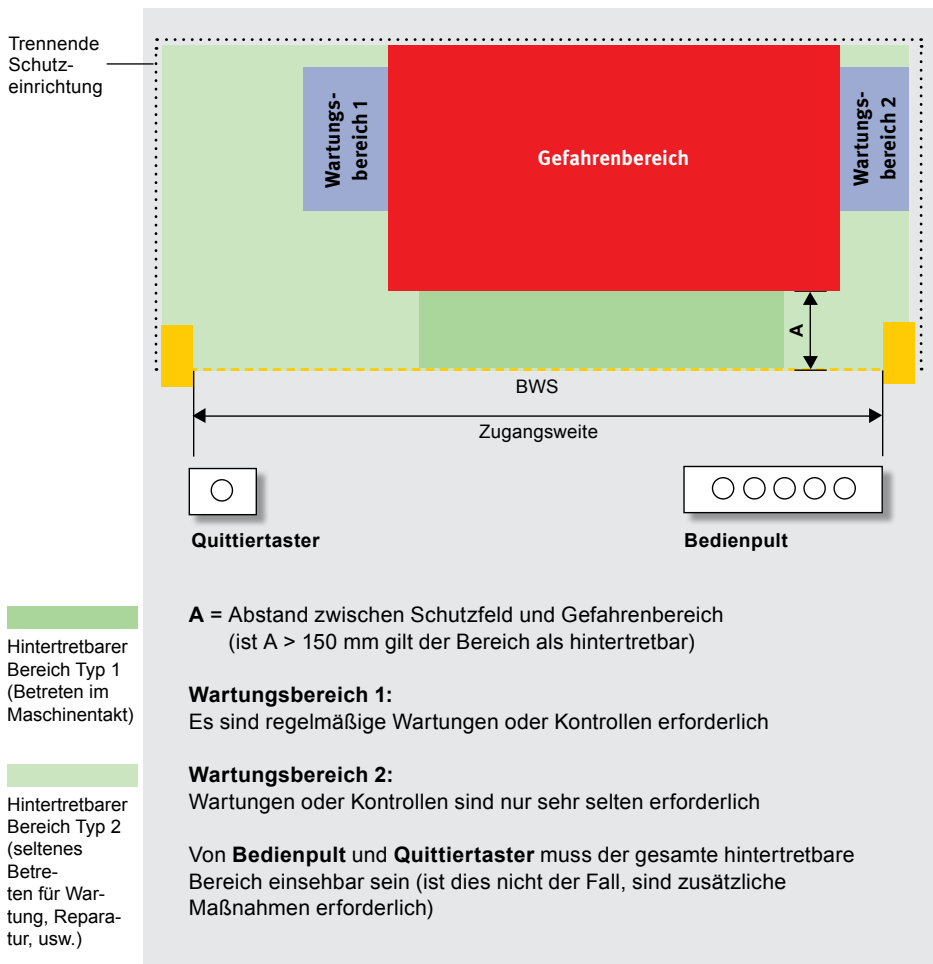


Abbildung 38: Hintertretbare Bereiche

### 5.3.1 Systematik für die Auswahl

Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen haben das Ziel, neben Gefährdungen, die im üblichen Arbeitsablauf auftreten, auch Gefährdungen zu verringern, die sich aus vorhersehbaren ungewöhnlichen Arbeitsabläufen ergeben (z. B. unbemerkter Eintritt einer zweiten Person in den hintertretbaren Bereich im Rücken des Maschinenführers).

Bei der Konzeption und dem Bau von Maschinen sollen im Hinblick auf die Sicherung der hintertretbaren Bereiche folgende Grundsätze angewendet werden:

- Hintertretbare Bereiche durch die Konstruktion der Maschine soweit wie möglich vermeiden.
- Ist das nicht möglich, den Zutritt oder den Aufenthalt erschweren, z. B. durch um  $45^\circ$  geneigte Standflächen.
- Für die Sicherung hintertretbarer Bereiche vorzugsweise Maßnahmen zur Aufenthaltsüberwachung anwenden.
- Sind Maßnahmen zur Aufenthaltsüberwachung nicht oder nur mit erheblichem Aufwand anwendbar, können andere Schutzsysteme, insbesondere Quittiereinrichtungen, zum Einsatz kommen. Gründe für die Nichtanwendbarkeit von Aufenthaltsüberwachungen können z. B. sein
  - › großflächige oder stark „zerklüftete“ hintertretbare Bereiche,
  - › verfahrenstechnische Randbedingungen (z. B. Maschinen- oder Produktteile bewegen sich regelmäßig durch den Schutzbereich der Aufenthaltsüberwachung und erfordern deren zeitweise Ausblendung),
  - › häufige Fehlauflösungen der Aufenthaltsüberwachung (z. B. durch herabfallende Gegenstände).

Die Auswahl des Sicherheitskonzepts muss auf der Basis einer Gefährdungsbeurteilung erfolgen. Hierbei können die in Abbildung 39 dieses Merkblatts zusammengestellten Parameter eine Rolle spielen. Bei der Anwendung der Tabelle ist zu berücksichtigen:

- **Liegen einzelne Gefährdungsmerkmale der Gruppe I vor**, sind Maßnahmen mit Aufenthaltsüberwachung anzustreben. Für hintertretbare Bereiche des Typs 2 sollen beim Vorliegen von Bedingungen, die das unbemerkte Betreten des Gefahrenbereichs durch Dritte begünstigen, vorhanden sein,
  - › eigene Zugangssysteme (z. B. verriegelte Schutztür mit Quittiertaster) für die Bereiche, für die besondere Eingriffe vorhersehbar sind (Abbildung 40 dieses Merkblatts), oder
  - › partielle Aufenthaltsüberwachungen (Abbildung 41 dieses Merkblatts).
- Das unbemerkte Betreten des Gefahrenbereichs durch Dritte wird z. B. begünstigt
  - › bei der manuellen Entnahme großer Teile, die die Sicht in den hintertretbaren Bereich behindern und
  - › bei häufiger Störungsbeseitigung durch Fachpersonal im hintertretbaren Bereich und
  - › bei großer Zugangsweite.
- **Liegen alle Gefährdungsmerkmale der Gruppe I vor**, sollen zwangsläufig wirkende Schutzeinrichtungen vorgesehen werden (zählende Lichtschranke oder vollständige Aufenthaltsüberwachung).
- **Liegen nur Gefährdungsmerkmale der Gruppe II vor**, sind in der Regel Quittiersysteme ohne Zusatzmaßnahmen ausreichend.

### 5.3.2 Bereiche mit Aufenthaltsüberwachung

Beim Einsatz von Aufenthaltsüberwachungen ist insbesondere zu berücksichtigen:

- Aufenthaltsüberwachungen sind so anzubringen, dass sie nicht leicht zu umgehen sind. Hierzu zählt insbesondere das Umgehen durch Benutzen vorhandener Maschinenstrukturen. Ferner sind insbesondere beim Einsatz von Laserscannern nicht erfasste Bereiche (Schattenwirkung) hinter festen Einbauten zu berücksichtigen.
- Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (z. B. horizontales Lichtgitter) müssen ein ausreichendes Auflösungsvermögen aufweisen (i. d. R. Erkennen der unteren Extremitäten) und dürfen nicht unterkriechbar sein (max. Höhe vom Boden 300 mm<sup>52</sup>).

**Bereiche ohne Aufenthaltsüberwachung werden im Abschnitt 5.3.3 dieses Merkblatts behandelt.**

Nr.	Parameter	Bemerkungen
<b>Gruppe I: Besondere Risikoerhöhung</b>		
1	Große Öffnungsweite des Zugangs	Dieser Parameter hat sich bei Unfällen als besonders risikoerhöhend herausgestellt, da eine zweite Person unbemerkt im Rücken des Maschinenführers in den hintertretbaren Bereich gelangen kann.
2	Häufigkeit und Dauer des Zutritts in den hintertretbaren Bereich für Wartungs- oder Reparaturzwecke	Unfalluntersuchungen ergaben, dass nicht mit dem Maschinenführer abgestimmte Wartungs- oder Reparaturarbeiten zu einer erheblichen Risikoerhöhung führen.
3	Einsehbarkeit des hintertretbaren Bereichs	Beobachtungen ergaben, dass bei großen hintertretbaren Bereichen, die nur mittels Einsehhilfen (z. B. Spiegel) überblickt werden können, keine regelmäßige Überprüfung auf Personenfreiheit stattfindet.
4	Häufigkeit und Dauer des Zutritts in den hintertretbaren Bereich im störungsfreien Betrieb der Maschine	Hierunter fallen die üblichen Bedientätigkeiten an der Maschine. Von einer besonderen Risikoerhöhung kann ausgegangen werden, wenn der hintertretbare Bereich regelmäßig betreten wird.
<b>Gruppe II: Normale Risikoerhöhung</b>		
5	Arbeitsweise an der Maschine	Zu einer Risikoerhöhung führen z. B. die Entnahme großer Teile, die die Sicht auf den Gefahrenbereich behindern oder immer gleiche monotone Arbeitsabläufe.
6	Anzahl der Maschinenführer	Sind zwei oder mehr Maschinenführer bestimmungsgemäß zur Bedienung der Maschine erforderlich, ist von einer Risikoerhöhung auszugehen, da die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Maschinenführer (unbemerkt) im Gefahrenbereich aufhält, erhöht wird. Ferner ist zu berücksichtigen, ob sich Anreize zum Umgehen der Schutzeinrichtung ergeben, wenn zwei Maschinenführer an der Maschine arbeiten.
7	Abwendbarkeit und Verletzungsschwere	Eine Vermeidbarkeit des Ereignisses führt zu einer geringeren Risikoerhöhung, irreversible Verletzungen führen zur Risikoerhöhung.

Abbildung 39: Parameter für die Risikobeurteilung hintertretbarer Bereiche

52 Nach DIN EN ISO 13855, siehe Anhang 7 Nr. 68

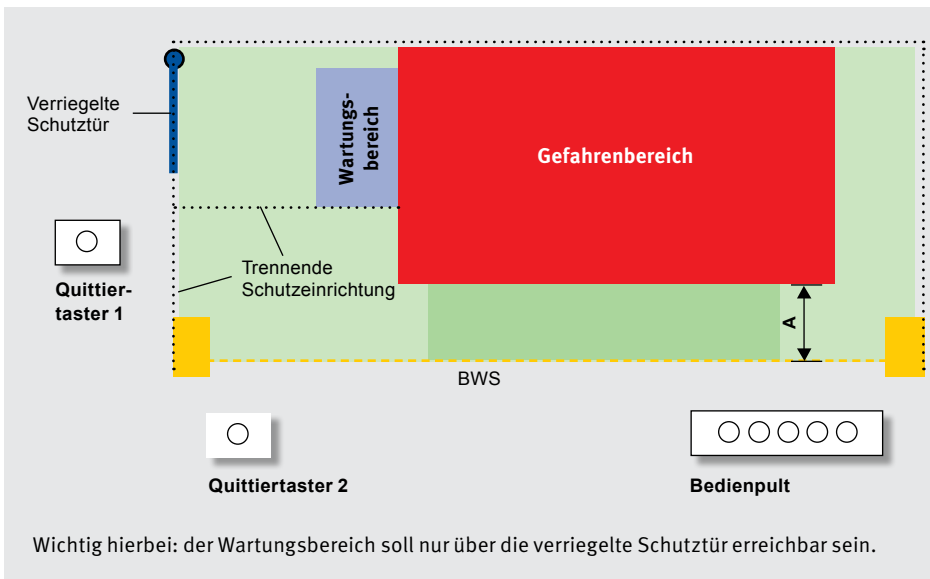


Abbildung 40: Separater Zugang zum Wartungsbereich über verriegelte trennende Schutzvorrichtung

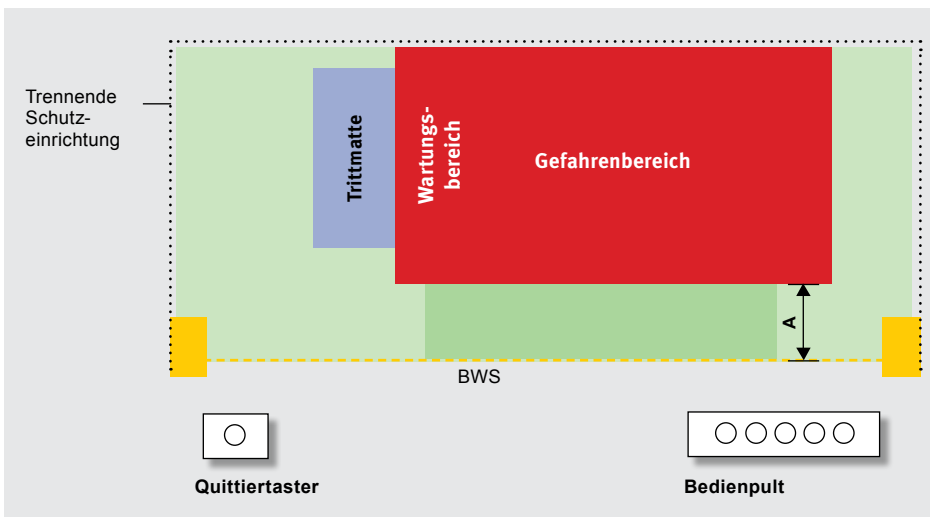


Abbildung 41: Partielle Aufenthaltsüberwachung mit Hilfe einer Trittmatte

### 5.3.3 Bereiche ohne Aufenthaltsüberwachung

Hier muss die Aufmerksamkeit des Maschinenführers dem hintertretbaren Bereich gelten. Der Maschinenstart darf erst freigegeben werden, wenn sich keine Personen mehr in diesem Bereich befinden. Dies geschieht üblicherweise durch zusätzlich angebrachte Quittiertaster, mit deren Hilfe der Maschinenführer bestätigt, dass der hintertretbare Bereich frei ist. Mit zunehmender Größe der Zugangswerte zum hintertretbaren Bereich erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine dritte Person unbemerkt vom Maschinenführer (z. B. hinter seinem Rücken) in den hintertretbaren Bereich begibt. In derartigen Fällen geht es nicht um das bewusste Umgehen von Schutzvorrichtungen, sondern um voraussehbares Verhalten, das ungewollt zu gefahrbringenden Situationen führt. Hier können weitergehende Maßnahmen erforderlich werden.



Auch bei der Realisierung von Sicherheitskonzepten ohne Aufenthaltsüberwachung sind zunächst Maßnahmen zur Risikominimierung zu prüfen und soweit wie möglich anzuwenden. Das gilt vorrangig für hintertretbare Bereiche des Typs 2. Maßnahmen zur Risikominimierung sind insbesondere:

- Zugangsweite verkleinern (dadurch wird das unbemerkte Eintreten einer dritten Person im Rücken des Maschinenführers unwahrscheinlicher).
- Hintertretbaren Bereich verkleinern.
- Hintertretbaren Bereich so gestalten, dass er möglichst ohne Hilfsmittel eingesehen werden kann.

Für Quittiertaster gilt:

- Quittiertaster so anbringen, dass vom Ort der Betätigung aus der gesamte hintertretbare Bereich vollständig einsehbar ist.
- Ist der Gefahrenbereich nicht vollständig vom Ort des Quittiertasters aus einsehbar, ist es zulässig, Sichthilfen (z. B. Spiegel) zu verwenden.
- Ist es nicht möglich, den gesamten Bereich von einem Ort aus zu übersehen, können mehrere Quittiertaster installiert werden.
- Quittiertaster dürfen nicht innerhalb des hintertretbaren Bereiches zu betätigen sein.
- Der Quittiertaster darf noch keinen Start der Maschine auslösen. Die Maschine darf nur von einem Hauptbedienstand gestartet werden können, von dem aus der gesamte Gefahrenbereich einsehbar ist. Ist das nicht der Fall, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z. B. zusätzliche akustische oder optische Warnsignale.
- Wird zwischen dem Betätigen der Quittiertaster und dem geplanten Start der Maschine die Schutzvorrichtung für den Zugang zum Gefahrenbereich ausgelöst, dürfen die Signale der Quittiertaster nicht weiter gespeichert bleiben. Zur Freigabe der Maschine für den Start am Bedienpult müssen alle Quittiertaster erneut betätigt werden.

### 5.3.4 Fallbeispiele

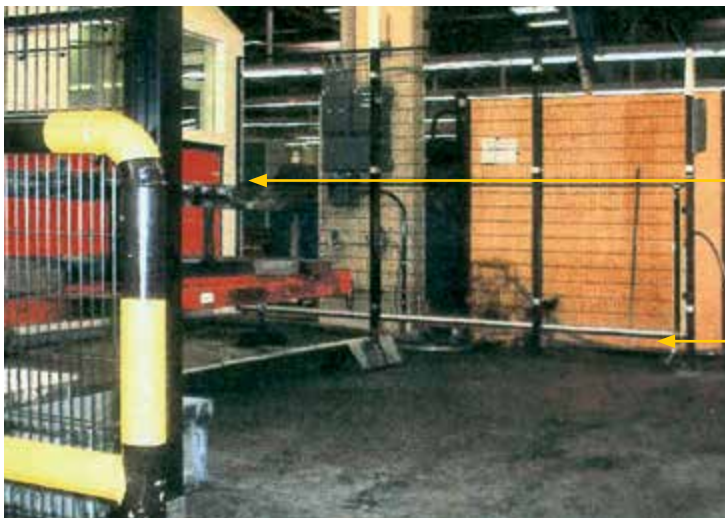


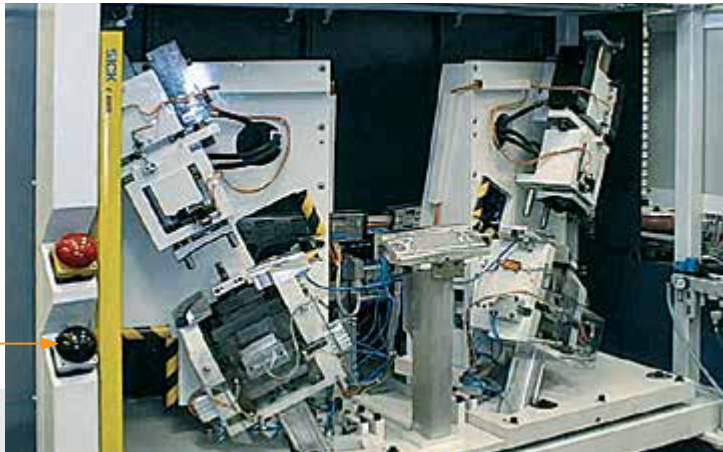
Abbildung 42: Fall 1

Zusätzliche Maßnahmen sehr zu empfehlen, da mehrere Merkmale aus Gruppe I der Abbildung 39 dieses Merkblatts vorliegen:

- › Große Zugangsweite
- › Schwer einsehbare Bereiche
- › Wartungszonen sind nur über BWS erreichbar
- › Regelmäßiger Eintritt des Maschinenführers

Angemessene Maßnahmen:

- › Zählende BWS oder
- › Aufenthaltsüberwachung oder
- › Verringerung der Zugangsweite



Quittiertaster

Abbildung 43:  
Fall 2

Keine weiteren Maßnahmen erforderlich, da

- › der hintertretbare Bereich vollständig ohne Sichthilfe einsehbar ist und
- › nur ein Merkmal aus Gruppe I der Abbildung 39 dieses Merkblatts vorliegt.



Abbildung 44:  
Fall 3

Zusätzliche Maßnahme empfohlen, da die Maschine von zwei Personen bedient wird und ein Anreiz zur Umgehung besteht:

- › Außerhalb des Gefahrenbereichs zwei ortsbindende Zustimmungseinrichtungen für den Maschinenstart vorsehen.

Hintertretsicherungen sind aufgrund der guten Einsehbarkeit nicht erforderlich.

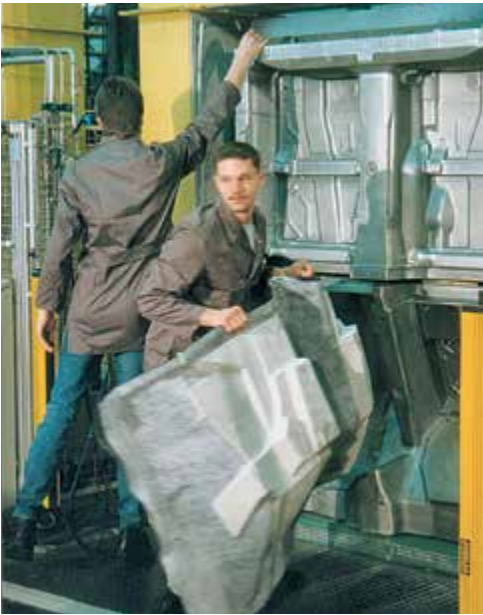
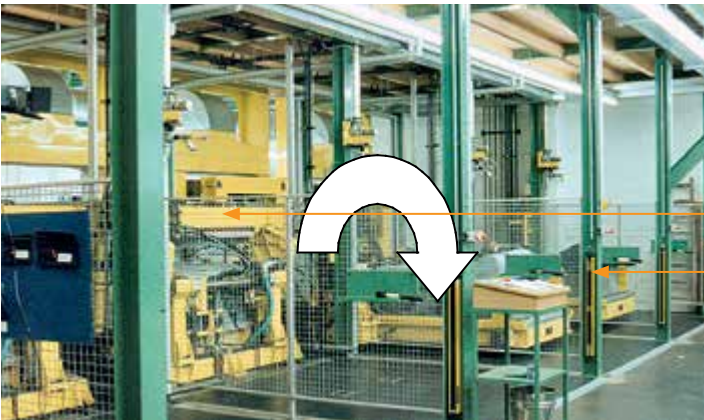


Abbildung 45: Fall 4

Es liegen nur Parameter aus Gruppe II der Abbildung 39 dieses Merkblatts vor, eine Aufenthaltsüberwachung ist nicht zwingend erforderlich.



Maschinenteil  
schwenkt nach unten

Schwer einsehbar

Abbildung 46:  
Fall 5

Eine Aufenthaltsüberwachung ist hier zu empfehlen  
(und auch vorhanden), da

- › die Einsehbarkeit eingeschränkt ist,
- › der Zugang auch für Wartungszwecke genutzt wird und
- › der Bereich zum Bestücken zyklisch betreten wird.

## 6 Schutzrichtungen

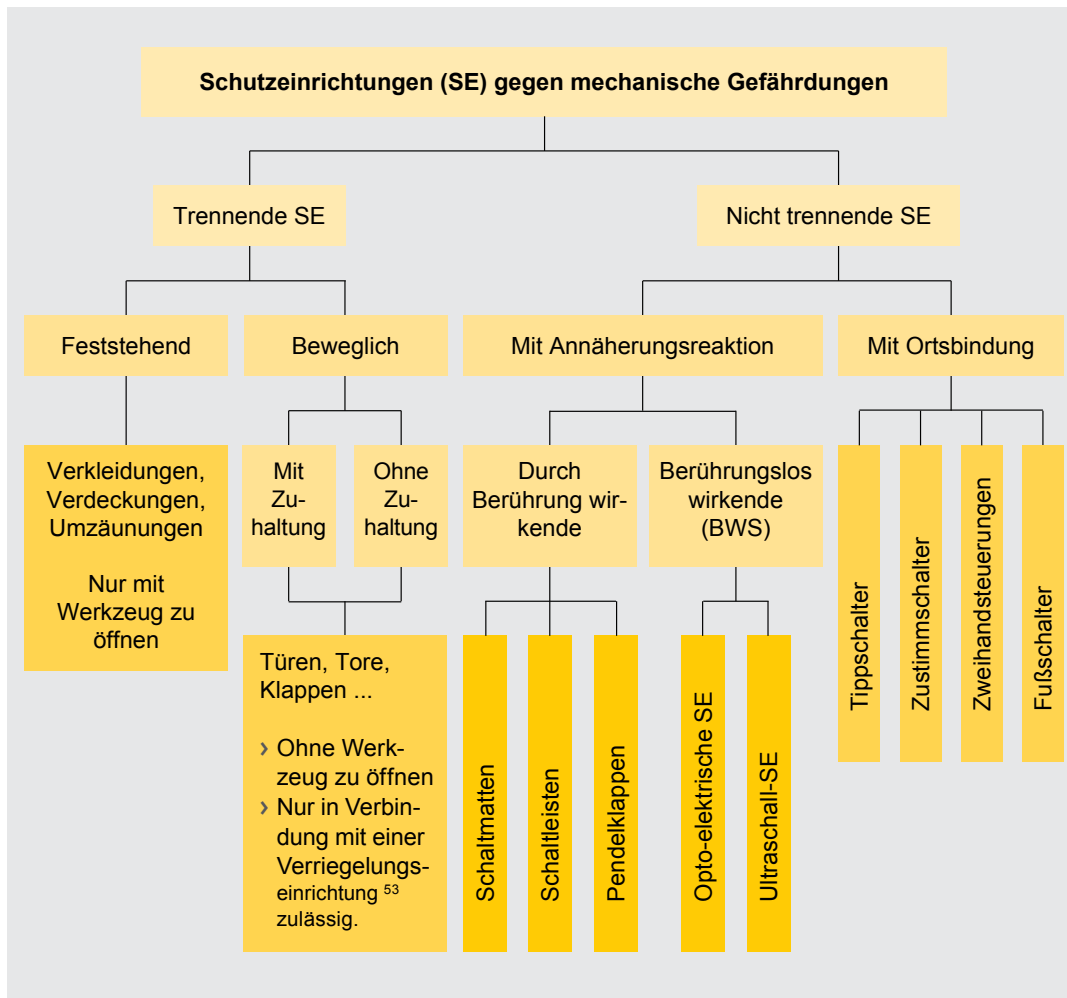


Abbildung 47: Übersicht über Schutzrichtungen

### 6.1 Anforderungen aus der Normung

Die Anforderungen an Schutzrichtungen sind in harmonisierten europäischen Normen umfassend beschrieben (Abbildung 48 dieses Merkblatts). Diese Normen sind jedoch nicht verbindlich; es darf von ihnen abgewichen werden, wenn das gleiche Sicherheitsniveau auf andere Art und Weise erreicht wird. Für einige Schutzrichtungen entsteht beim Abweichen von Normen zudem eine Prüfpflicht. Es ist empfehlenswert, nur geprüfte BWS, Trittschaltflächen, Schaltleisten, Positionsschalter und Zweihandsteuerungen zu verwenden.

<sup>53</sup> z. B. Positionsschalter

Schutzeinrichtung/Bauteil	Anwendbare Normen/Regelwerke <sup>54</sup>	Baumusterprüfung erforderlich?
Lichtgitter	DIN EN 61496-1, DIN IEC 61496-2	ja
Laserscanner	DIN EN 61496-1, DIN EN 61496-3	ja
Überwachungsbausteine für Zweihandhandsteuerungen	DIN EN 574	nur bei Abweichung von der Norm erforderlich
Trittschaltflächen (Schaltmatten, Schaltplatten)	DIN EN ISO 13856-1	nur bei Abweichung von der Norm erforderlich
Schaltleisten	DIN EN ISO 13856-2	nur bei Abweichung von der Norm erforderlich
Positionsschalter	DIN EN 60947-5-1, VDE 0660	nein
Trennende Schutzeinrichtungen	DIN EN ISO 13857, DIN EN ISO 14120	nein
Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen	DIN EN ISO 13857, DIN EN ISO 14120, DIN EN ISO 14119	nein
Arbeitsbühnen	DIN EN ISO 14122-2	nein
Treppen	DIN EN ISO 14122-3	nein

Abbildung 48: Normen für wichtige Schutzeinrichtungen und sicherheitsrelevante Bauteile

## 6.2 Trennende Schutzeinrichtungen

Trennende Schutzeinrichtungen bieten bei richtiger Ausführung ein hohes Maß an Sicherheit. Durch sie können, im Gegensatz zu allen anderen Schutzeinrichtungen, Gefahrquellen sicher beherrscht werden.

Trennende Schutzeinrichtungen müssen mit der Arbeitsumgebung der Maschine kompatibel und so konstruiert sein, dass sie nicht leicht umgangen werden können. Sie dürfen während des Betriebs und aller weiteren Lebensphasen der Maschine nur möglichst wenig stören, um den Anreiz, sie zu umgehen, möglichst klein zu halten.

Trennende Schutzeinrichtungen

- müssen stabil gebaut sein (z. B. kein Nachgeben bei äußerer Krafteinwirkung<sup>55</sup>, Ansteuern von Positionsschaltern, ohne diese zu beschädigen<sup>56</sup>),
- dürfen keine zusätzliche Gefährdung hervorrufen (z. B. durch Kraftantrieb, scharfe Ecken und Kanten),
- dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können,
- müssen in ausreichendem Abstand vom Gefahrenbereich angeordnet werden und in ihren Abmessungen DIN EN ISO 13857 (Abbildungen 93 und 94 in Anhang 3 dieses Merkblatts) und Tabelle 1 der DIN EN ISO 13857<sup>57</sup> entsprechen,
- dürfen den Arbeitsprozess nicht mehr als notwendig behindern,
- müssen die erforderlichen Arbeiten beim Einbau und Wechsel von Werkzeugen sowie bei der Instandhaltung ermöglichen, möglichst ohne Entfernen der Schutzeinrichtungen.
- Die Befestigungsmittel müssen nach dem Abnehmen der Schutzeinrichtung mit den Schutzeinrichtungen oder mit der Maschine verbunden bleiben.<sup>58</sup>

<sup>54</sup> Siehe Anhang 7 Abschnitt 3

<sup>55</sup> Insbesondere ist zu vermeiden, dass sich durch Verformung Öffnungen ergeben, durch die Gefahrenbereiche erreichbar werden.

<sup>56</sup> Insbesondere mechanische Positionsschalter müssen bei den üblichen Betätigungskräften von verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen immer präzise angesteuert werden.

<sup>57</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 72

<sup>58</sup> Diese Forderung ist in der alten Maschinenrichtlinie 98/37/EG nicht enthalten.



Abbildung 49: Trennende Schutzvorrichtung aus ungeeignetem Material (zu geringe Festigkeit)

Falls trennende Schutzvorrichtungen auch das Herausspritzen von Flüssigkeiten, das Herausschleudern von Bruchstücken verhindern oder freiwerdende Gefahrstoffe zurückhalten müssen, sind folgende Punkte von Bedeutung:

- Ist die Schutzvorrichtung so dimensioniert, so dass die Bruchstücke oder Flüssigkeiten nicht in den Arbeitsbereich austreten können?
- Ist der Werkstoff der Schutzvorrichtung geeignet (Festigkeit, Materialverträglichkeit, Korrosionsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit)?
- Ist ein ausreichendes Rückhaltevermögen gegen austretende Gefahrstoffe vorhanden (Erfassung der Stoffe, Dichtheit der Schutzvorrichtung)?
- Kann die Schutzvorrichtung an eine Absaugvorrichtung angeschlossen werden (Anschlussflansch vorhanden)?

## 6.2.1 Feststehende trennende Schutzvorrichtungen

### 6.2.1.1 Anwendungskriterien

Feststehende trennende Schutzvorrichtungen dürfen nur eingesetzt werden, wenn notwendige Eingriffe in den Gefahrenbereich selten (weniger als ein Mal pro Woche) erforderlich sind. In allen anderen Fällen müssen andere Schutzvorrichtungen eingesetzt werden, die einen sofortigen Zugang zum Gefahrenbereich ermöglichen.

### 6.2.1.2 Generelle Anforderungen

- Feststehende trennende Schutzvorrichtungen müssen in geschlossener Stellung fest mit der Maschine verbunden sein,
  - › entweder dauerhaft (z. B. angeschweißt) oder
  - › mit Hilfe von Befestigungsmitteln (z. B. Schrauben), die das Wegnehmen oder Öffnen ohne Werkzeuge unmöglich machen.
- Befestigungsmittel müssen nach dem Lösen mit der Schutzvorrichtung verbunden bleiben.
- Schutzvorrichtungen dürfen ohne ihre Befestigungsmittel nicht in geschlossener Stellung verbleiben (nicht möglich bei horizontal angeordneten Schutzvorrichtungen).

Durch die letztgenannte Forderung soll erreicht werden, dass die Schutzvorrichtung nach einer Demontage wieder mit den Befestigungsmitteln angebracht werden muss und nicht nur „provisorisch“ ohne Befestigungsmittel in den Maschinenrahmen eingestellt werden kann. Feststehende trennende Schutzvorrichtungen, die Scharniere aufweisen, erfüllen diese Forderung nicht, sie müssen daher mit einem Positionsschalter überwacht werden.

Stützpfeiler, Rahmen und Füllwerkstoffe der trennenden Schutzvorrichtung müssen so ausgewählt und angebracht werden, dass ein steifer und stabiler Aufbau erreicht wird und sie der zu erwartenden Verformung widerstehen. Dies ist besonders wichtig, wenn eine Verformung des Materials die Einhaltung von Sicherheitsabständen beeinträchtigen könnte oder den Zugriff zum Gefahrenbereich ermöglicht.

### 6.2.1.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Je nach abzudeckendem Risiko müssen Schutzeinrichtungen unterschiedliche Abmessungen in Bezug auf das Hinüberreichen in den Gefahrenbereich aufweisen. Bei der Risikobewertung müssen sowohl die Verletzungsschwere als auch die Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer Verletzung berücksichtigt werden.

Maße gegen das Hinüberreichen – in Abhängigkeit des Risikos Anwendung der DIN EN ISO 13 857				
Verletzungsschwere	Zugang zum Gefahrenbereich	Risikoeinstufung	Wert aus DIN EN ISO 13857	Bemerkung
Leichte Verletzung	Nur durch Entfernen der fest angebrachten Schutzeinrichtung.	Gering	Kleinerer Wert	Bei leichten Verletzungen reicht generell der kleinere Wert.
Irreversible Verletzung	Es besteht die Möglichkeit, den Gefahrenbereich über andere Schutzeinrichtungen leicht zu erreichen.	Gering	Kleinerer Wert	Ist der Gefahrenbereich auch über eine BWS oder durch eine verriegelte Schutzeinrichtung erreichbar, ist kein Anreiz zum Übergreifen gegeben, wenn nach dem Eingriff die Maschine ohne Störung startet.
Irreversible Verletzung	Nur durch Entfernen der fest angebrachten Schutzeinrichtung.	Hoch	Größerer Wert	Durch die aufwändige Entfernung der fest angebrachten Schutzeinrichtung besteht ein hoher Anreiz zum Übergreifen.

Die Werte aus DIN EN ISO 13857 sind in Anhang 3 dieses Merkblatts zusammengestellt.

Abbildung 50: Risikoeinstufung für das Hinüberreichen über feststehende trennende Schutzeinrichtungen

Dabei braucht hier nicht der Risikograph aus DIN EN ISO 13849-1 (Abbildung 6 dieses Merkblatts) herangezogen werden. Für kleine Risiken reichen die Abmessungen aus Tabelle 1 der DIN EN ISO 13857, bei hohen Risiken ist Tabelle 2 der DIN EN ISO 13857 maßgeblich. Zur Risikoeinstufung können die in Abbildung 50 dieses Merkblatts beschriebenen Kriterien herangezogen werden.

## 6.2.2 Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung

### 6.2.2.1 Anwendungskriterien


Muss in den Gefahrenbereich häufiger als einmal pro Woche eingegriffen werden, ist anstelle einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung eine bewegliche trennende Schutzeinrichtung einzusetzen. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen müssen verriegelt sein, die gesicherten Maschinenfunktionen dürfen keinen gefahrbringenden Nachlauf aufweisen. Ein gefahrbringender Nachlauf liegt vor, wenn die Bewegung nach dem Öffnen der trennenden Schutzeinrichtung nicht schnell genug gestoppt wird und ein Erreichen der Gefahrstelle noch vor dem Stillstand möglich ist. Zur Einschätzung, ob dies möglich ist, kann davon ausgegangen werden, dass sowohl das Öffnen der Schutzeinrichtung als auch die Annäherung von Körperteilen mit 1,6 m/s<sup>59</sup> erfolgen.

<sup>59</sup> nach DIN EN ISO 13855, siehe Anhang 7 Nr. 68

### 6.2.2.2 Generelle Anforderungen

Eine trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung muss so wirken, dass

- gefährdende Maschinenfunktionen, die durch die Schutzeinrichtung abgesichert werden, nicht ausgeführt werden können, wenn die Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist,
- ein Stopp-Befehl ausgelöst wird, wenn die Schutzeinrichtung während gefährdender Maschinenfunktionen geöffnet wird,
- bei geschlossener Schutzeinrichtung die gefährdenden Maschinenfunktionen ausgeführt werden können,
- das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung das Ingangsetzen nicht auslöst.

Es dürfen nur Positionsschalter oder Zuhaltungen verwendet werden, die mit deutlich erkennbaren und dauerhaften Aufschriften und Kennzeichnungen versehen sind. Aufschriften und Kennzeichnungen dürfen nicht durch Überlackieren unlesbar gemacht werden. Für Sicherheitsfunktionen, die nur mit einem Positionsschalter aufgebaut sind, dürfen nur Schalter mit zwangsöffnenden Kontakten verwendet werden, die an der Außenseite deutlich erkennbar und dauerhaft mit dem Bildzeichen  gekennzeichnet sind.

Gemäß DIN EN 60947-5-1<sup>60</sup> müssen auf dem Gerät mindestens folgende Angaben enthalten sein

- Name oder Ursprungszeichen des Herstellers,
- Typbezeichnung oder Seriennummer,
- angewendete Norm.

Für die Stellungsüberwachung der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung können zwei unterschiedliche Bauarten von Positionsschaltern verwendet werden (Abbildungen 51 und 52 dieses Merkblatts):

Um die Sicherheitsfunktion von Positionsschaltern zu gewährleisten, hat die mechanische Stabilität der trennenden Schutzeinrichtung und deren Führungen eine besondere Bedeutung. Bei unzureichender Festigkeit können mechanische Positionsschalter sofort oder allmählich durch verstärkten Verschleiß ihre Sicherheitsfunktion verlieren.

Bei den üblichen Betätigungskräften zum Öffnen oder Schließen der Schutzeinrichtung müssen die mechanischen Positionsschalter noch sicher angesteuert werden können. Etwas unempfindlicher verhalten sich berührungslos wirkende Positionsschalter, da sie nicht mechanisch betätigt werden müssen.

Die gefahrbringenden Bewegungen müssen durch das Öffnen schnell genug zum Stillstand kommen. Bei der Beurteilung, ob diese Anforderung erfüllt ist, kann vereinfachend unterstellt werden, dass die Schutzeinrichtung mit 1,6 m/s geöffnet wird und ohne zeitliche Verzögerung durch die sich ergebende Öffnung mit ebenfalls 1,6 m/s gegriffen wird.



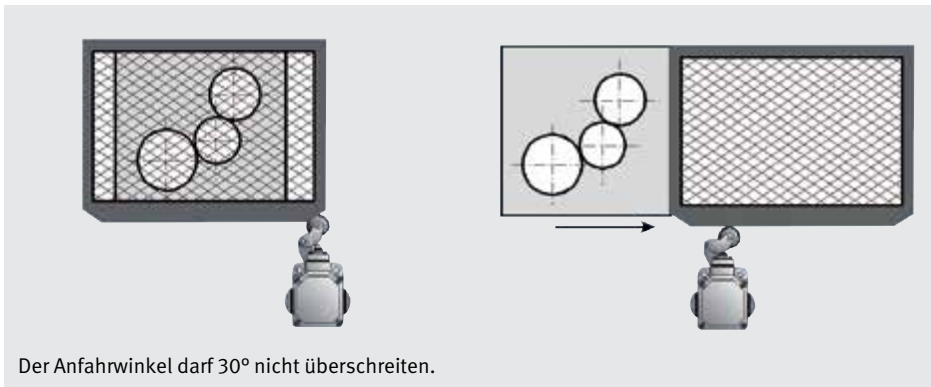


Abbildung 51: Zwangsöffnender Positionsschalter der Bauart 1 (integriertes Betätigungselement) an einer trennenden Schutzeinrichtung

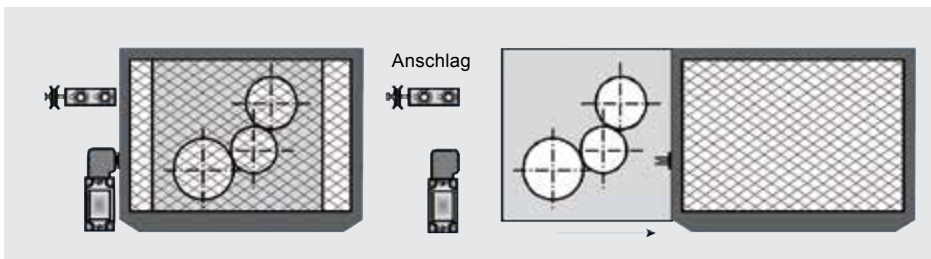


Abbildung 52: Zwangsöffnender Positionsschalter der Bauart 2 (getrenntes Betätigungselement) an einer trennenden Schutzeinrichtung

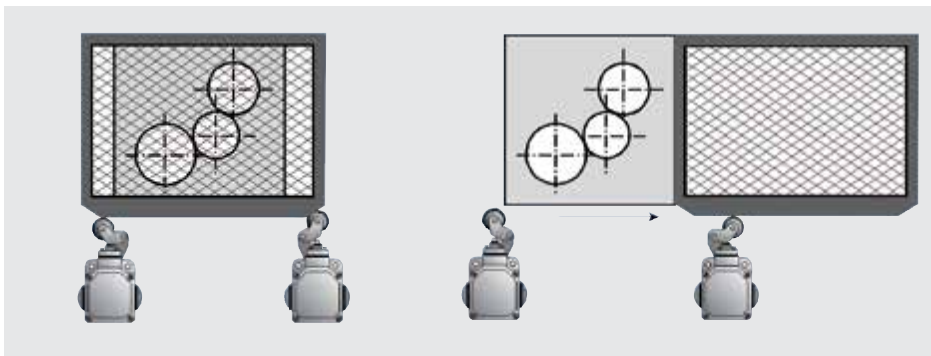


Abbildung 53: Überwachung einer trennenden Schutzeinrichtung mit zwei prinzipverschieden betätigten Positionsschaltern (Öffner/Schließer)

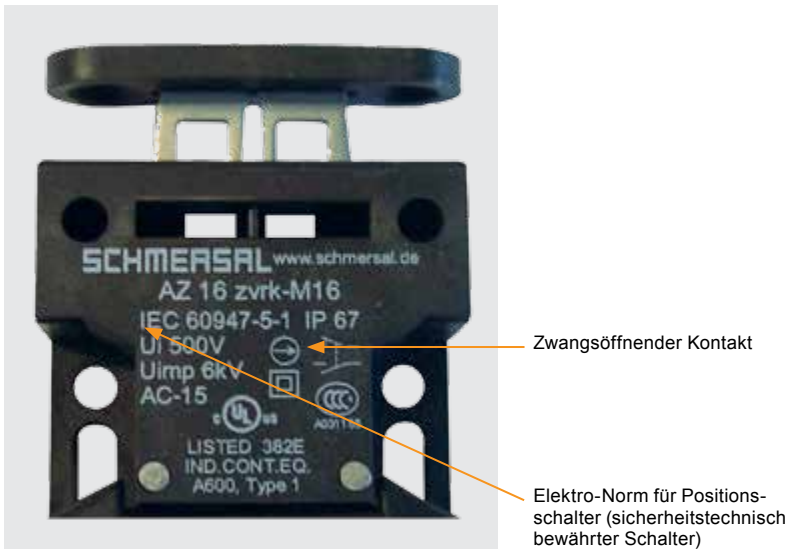


Abbildung 54: Kennzeichnung eines mechanischen Positionsschalters (Bauart 2)

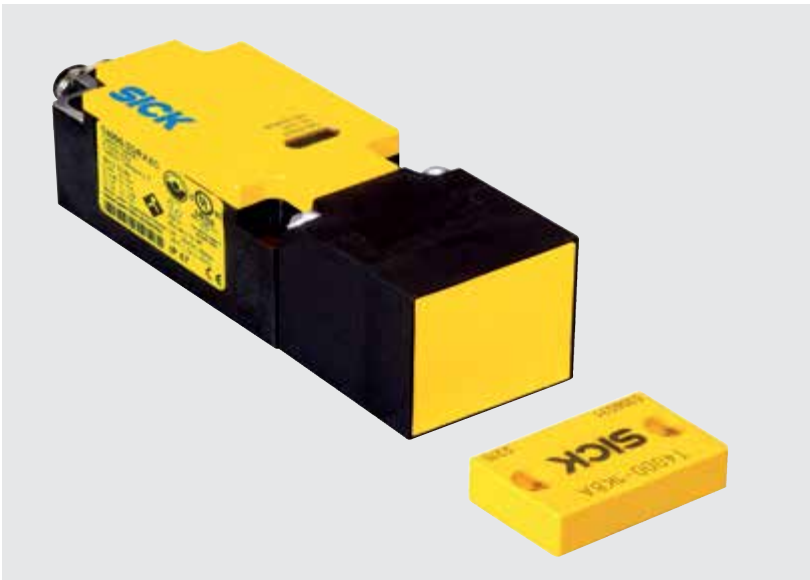



Abbildung 55: Berührungslos wirkender Positionsschalter mit Auswertegerät

### 6.2.2.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Um die gefahrbringenden Bewegungen zum Stillstand zu bringen, müssen die Schutzeinrichtungen mit Positionsschaltern überwacht werden (Abbildung 56 dieses Merkblatts). Bei geringer Risikoeinstufung (Risikograd I und II in Abbildung 6 dieses Merkblatts) ist ein bewährter zwangsöffnender mechanischer Positionsschalter ausreichend (Abbildungen 51 und 52 dieses Merkblatts). Bei höheren Risikograden (III bis V) sollen zwei nach unterschiedlichen Prinzipien angesteuerte Positionsschalter eingesetzt werden (siehe Abbildungen 53 und 57 dieses Merkblatts). Alternativ ist es auch möglich, einen berührungslos wirkenden Positionsschalter mit entsprechendem Auswertegerät zu verwenden. Diese Schalter werden im Zusammenwirken mit den Auswertegeräten (Abbildung 55 dieses Merkblatts) in den Kategorien 3 oder 4 nach DIN EN ISO 13849-1<sup>61</sup> angeboten.

61 Siehe Anhang 7 Nr. 65

Ein zwangsöffnender Kontakt ist gegeben, wenn ein Positionsschalter durch die Öffnungsbewegung der trennenden Schutzvorrichtung ohne federnde Elemente betätigt wird und der Positionsschalter mechanisch so aufgebaut ist, dass dessen elektrischer Kontakt direkt mit dem Betätigungsstößel verbunden ist. Der Positionsschalter ist in diesem Fall mit dem Symbol  gekennzeichnet<sup>62</sup>.

Je nach Qualität des Schalters im Zusammenwirken mit dem Auswertegerät wird von diesen Systemen üblicherweise Kategorie 3 oder 4 nach DIN EN ISO 13849-1 erreicht. Es sollen vorzugsweise kodierte Positionsschalter eingesetzt werden. Nicht kodierte Positionsschalter sollen verdeckt eingebaut werden, um Manipulationen zu erschweren.

Risikograd	Verriegelung	Bemerkungen/leicht überprüfbare Merkmale
I, II und III	Ein mechanischer Positionsschalter (PS)	Der PS muss einen zwangsöffnenden Kontakt aufweisen und ein bewährtes Bauteil sein.
	Ein berührungslos wirkender PS	Berührungslos wirkende PS erreichen je nach Beschaltung mit dem dazugehörigen Auswertegerät die Kategorie 3 oder 4 nach DIN EN ISO 13849-1. Sie sind intern redundant aufgebaut und benötigen nur ein Betätigungselement (Abbildung 55 dieses Merkblatts).
III und IV	Zwei nach unterschiedlichen Prinzipien angesteuerte mechanische PS	Von den beiden PS soll einer durch die trennende Schutzvorrichtung zwangsläufig betätigt, der zweite mit dem Öffnen freigegeben werden (Abbildung 53 dieses Merkblatts). Beide Schalter müssen überwacht sein, hierbei reicht eine SPS aus.
	Ein berührungslos wirkender PS	Mit dem Auswertegerät muss der PS die Kategorie 3 erreichen.
V	Zwei nach unterschiedlichen Prinzipien angesteuerte mechanische PS	Wie bei III und IV, jedoch mit Überwachungsbaustein der Kategorie 4.
	Ein berührungslos wirkender PS	Mit dem Auswertegerät muss der PS die Kategorie 4 erreichen.

Abbildung 56: Anforderungen an Verriegelungen in Abhängigkeit von der Risikoeinstufung

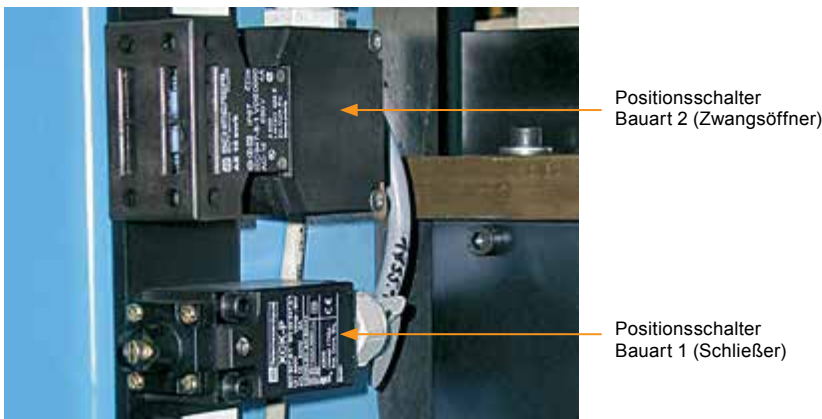


Abbildung 57: Schwenkbare verriegelte trennende Schutzvorrichtung mit zwei unterschiedlich betätigten Positionsschaltern

62 Weitere Einzelheiten über den Aufbau und das Anbringen von Positionsschaltern enthält DGUV Information 203-079, siehe Anhang 7 Nr. 41

## 6.2.3 Bewegliche trennende Schutzvorrichtungen mit Zuhaltung

### 6.2.3.1 Anwendungskriterien

Lassen sich gefahrbringende Bewegungen nicht kurzzeitig stillsetzen, muss der Zugriff in die noch nachlaufende Bewegung durch trennende verriegelte Schutzvorrichtungen mit Zuhaltung verhindert werden. Bei anderen Schutzvorrichtungen (z. B. Lichtgitter) würde ein langzeitiger Nachlauf zu unakzeptablen Sicherheitsabständen führen.

Gefährlicher Nachlauf lässt sich prinzipiell absichern durch

- › Zuhaltungen mit Stillstandserkennung oder
- › Nachlaufüberbrückungen mit festen Zeitgliedern (z. B. Zeitrelais oder Verzögerungsspindeln).

In beiden Fällen wird in diesem Merkblatt von Zuhaltungen gesprochen. Im Allgemeinen sind bei Zuhaltungen folgende Kriterien zu beachten:

- Bei stark unterschiedlichen Nachlaufzeiten (z. B. durch unterschiedliche Beladung von Maschinen oder bei wechselnden Drehzahlen) soll die Zuhaltung vorzugsweise durch eine Stillstandsüberwachung (und nicht durch ein festes Zeitglied) freigegeben werden.
- Feste Zeitglieder sollen nur verwendet werden, wenn sich die Nachlaufzeit im bestimmungsgemäßen Betrieb in allen Betriebsarten nicht stark unterscheidet.
- Bei Maschinen mit hintertretbaren Bereichen soll die Zuhaltung von innen her mittels einer Fluchtentriegelung zu öffnen sein, wenn die Risikoeinstufung eine relevante Restgefährdung ergibt.

Die Verwendung von Zuhaltungen ist auch sinnvoll,

- › wenn Bewegungen durch unsichere elektronische Antriebe gebremst werden und Schutzvorrichtungen daher bis zum Erreichen des Zustandes „Sicherer Halt“ zugehalten werden müssen,
- › wenn bei automatisierten Fertigungseinrichtungen zum Schutz des Produktionsgutes oder der Anlage ein versehentliches Öffnen von Türen während eines technologisch vorgegebenen Fertigungstaktes verhindert werden soll.

### 6.2.3.2 Generelle Anforderungen

Jede Zuhaltung muss den zu erwartenden Kräften während des Normalbetriebes der trennenden Schutzvorrichtung standhalten. Die Kraft, für die eine Zuhaltung ausgelegt ist, muss deshalb auf dem Gerät oder in der Montageanleitung angegeben sein.

Unabhängig vom abzudeckenden Risiko müssen Zuhaltungen folgende Anforderungen erfüllen:

- Die trennende Schutzvorrichtung bleibt geschlossen und lässt sich erst öffnen, wenn keine Gefährdung mehr vorliegt (Stillstand der Maschine).
- Die Maschine darf sich erst starten lassen, wenn die Schutzvorrichtung geschlossen und die Zuhaltung wirksam ist. Zusätzlich muss das Sperrmittel (Zuhaltbolzen) in der Zuhaltstellung sein.
- Das Schließen und Zuhalten der trennenden Schutzvorrichtung löst nicht selbsttätig die gefährdenden Maschinenfunktionen aus.
- Die geschlossene trennende Schutzvorrichtung muss bei Energieausfall durch die Zuhaltung weiterhin zugehalten werden (Ruhestromprinzip).
- Das Entriegeln (Freigabe der Zuhaltung) muss bei elektromechanischen, elektropneumatischen oder elektrohydraulischen Zuhaltungen durch Energiezuschaltung erfolgen.
- Zuhaltungen sollen mit einer Fehlschließsicherung ausgestattet sein: bei geöffneter Zuhaltung ist das Sperrmittel (Zuhaltbolzen) mechanisch in der Entriegelungsstellung blockiert.
- Bei Zuhaltungen ohne Fehlschließsicherung muss ein unabhängig vom Sperrmittel wirksamer zwangsöffnender Positionsschalter vorhanden sein.
- Zuhaltungen müssen so konstruiert sein, dass sie nur schwer zu manipulieren sind.

Verriegelungen mit Zuhaltungen werden nach verschiedenen Konstruktionsprinzipien gebaut. Für alle Bauarten gilt, dass der Kontakt, der die Unterbrechung der gefahrbringenden Bewegungen hervorruft, zwangsöffnend sein muss. In den Abbildungen 58 und 59 dieses Merkblatts ist durch die konstruktive Einheit von Sperrmittel und Verriegelung eine gemeinsame Überwachung bzw. Auslösung beider Signale gegeben. Die Schutztür lässt sich erst öffnen, nachdem das Sperrmittel elektromechanisch betätigt wurde. Hierdurch wird die Zwangsöffnung des Verriegelungskontakts hervorgerufen, da das Sperrmittel den Kontakt formschlüssig ansteuert. Eine vollständige Redundanz besteht jedoch nicht, da beide Kontakte über ein gemeinsames Element betätigt werden. Diese Bauart ist daher nicht für hohe Risiken geeignet.

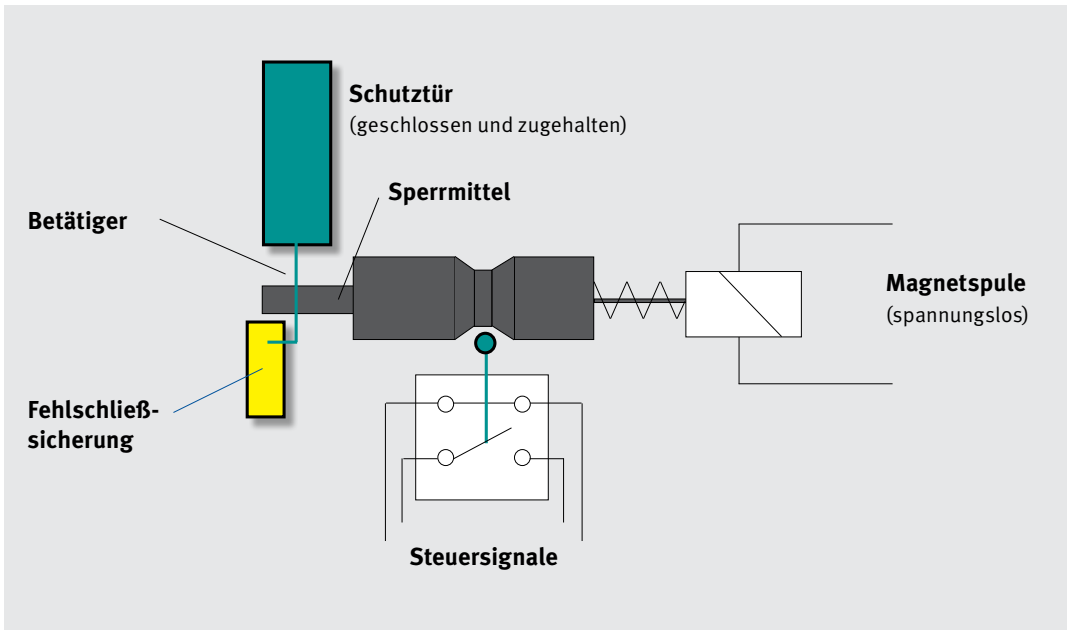


Abbildung 58: Prinzip einer Zuhaltung mit FehlschlieÙsicherung: Schutztür geschlossen und zugehalten

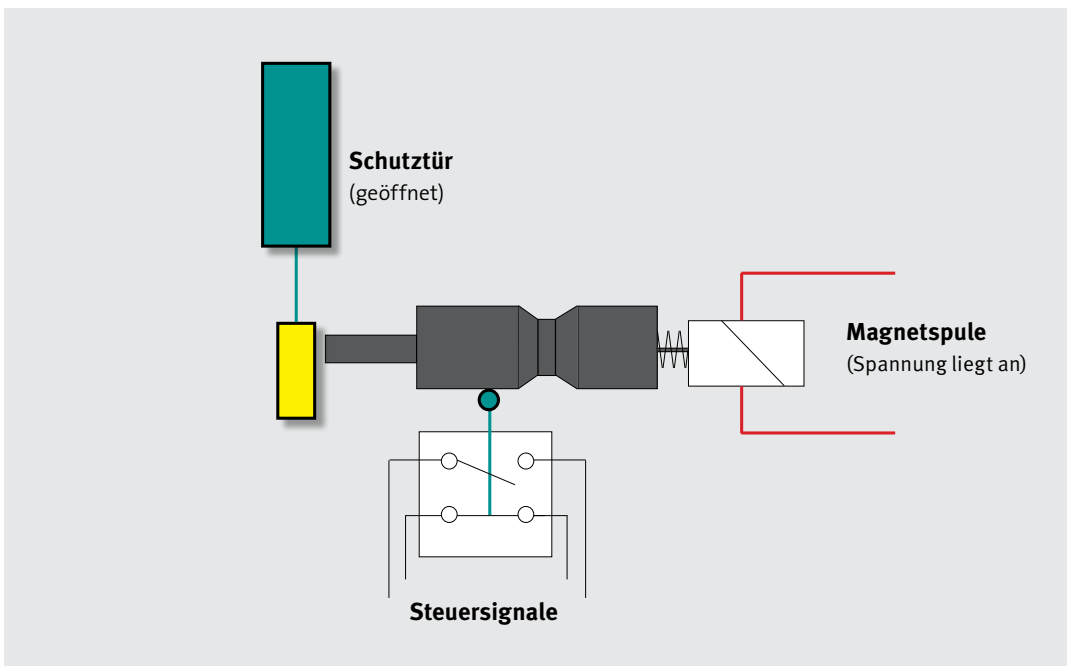


Abbildung 59: Prinzip einer Zuhaltung mit FehlschlieÙsicherung: Schutztür geöffnet, FehlschlieÙsicherung ist wirksam

Zurückdrehen der Spindel (und damit die Startfreigabe der Maschine) ist nur bei geschlossener Schutzeinrichtung möglich

Spindel

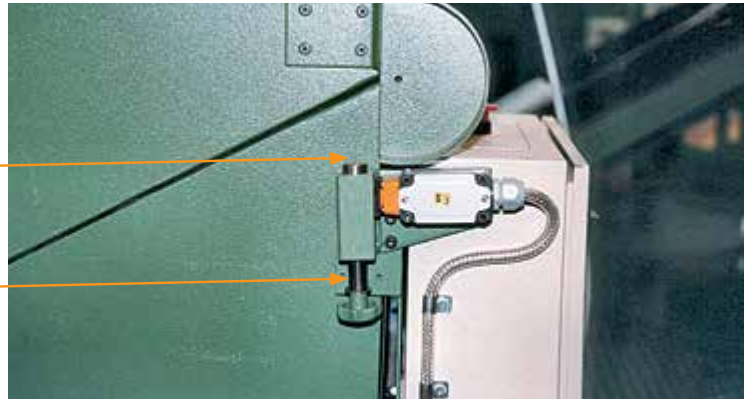


Abbildung 60: Schwer manipulierbare mechanische Nachlaufüberbrückung in Form einer Spindel: Schutzeinrichtung geschlossen aber bereits durch die Spindel freigegeben

Spindel zur Nachlaufüberbrückung lässt sich bei geöffneter Schutzeinrichtung nicht zurückschrauben

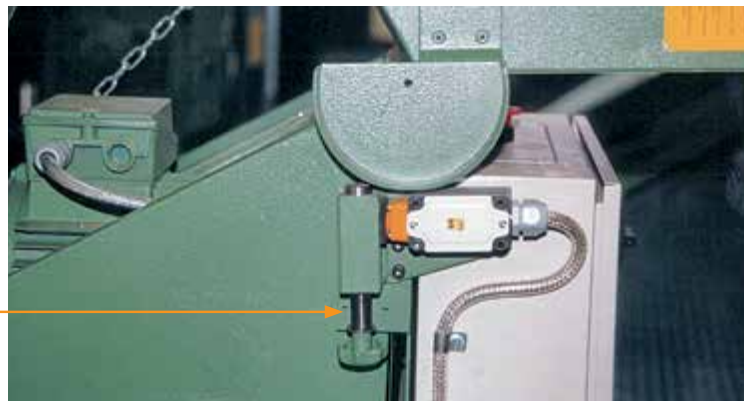


Abbildung 61: Schwer manipulierbare mechanische Nachlaufüberbrückung in Form einer Spindel: Schutzeinrichtung geöffnet

Leichte Manipulation durch manuell gegen die Feder eingeführten Betätiger des Schalters

Spindel

Schwenkbare Sieb zur Rotorkammer

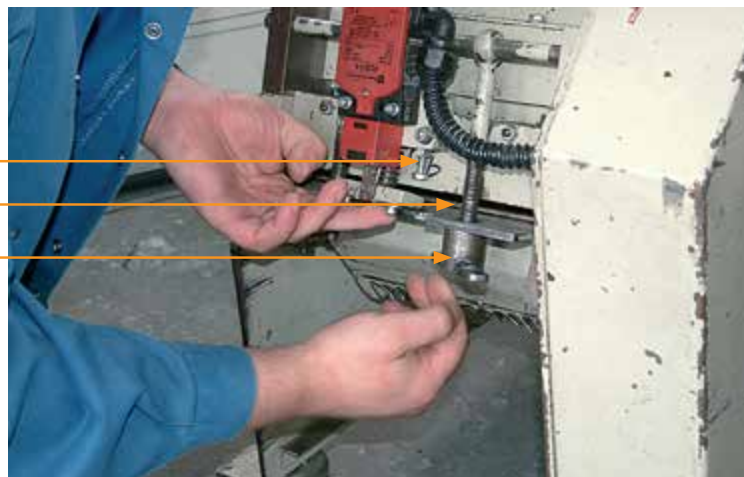


Abbildung 62: Leicht manipulierbare mechanische Nachlaufüberbrückung an einer Zerkleinerungsmaschine

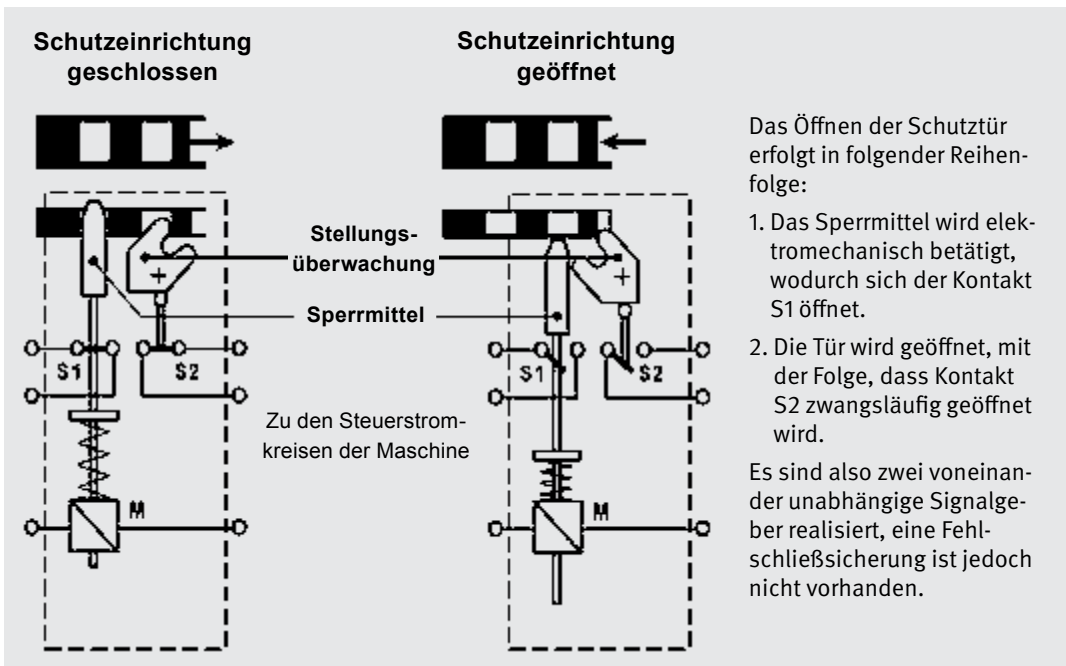


Abbildung 63: Zuhaltung und Verriegelung bestehen intern aus zwei Systemen; eine Fehlschließsicherung ist nicht vorhanden

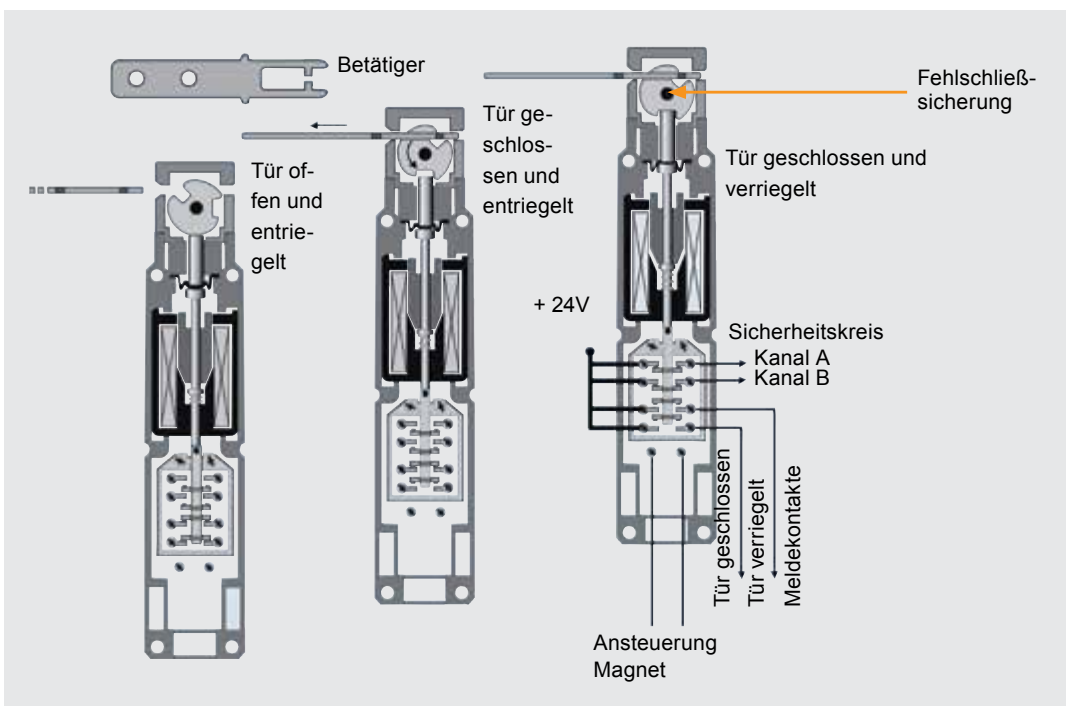


Abbildung 64: Zuhaltung mit Fehlschließsicherung

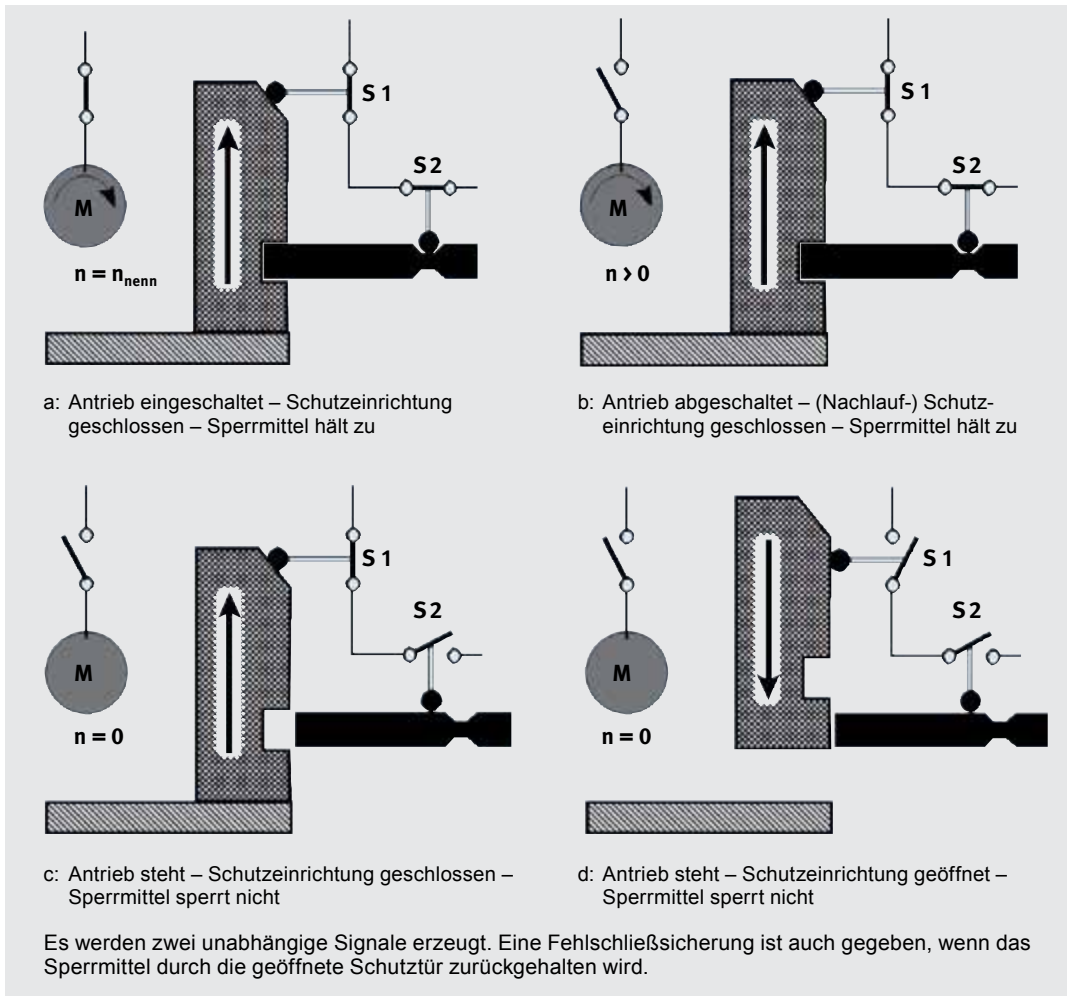


Abbildung 65: Zusammenwirken zwischen Verriegelung, Zuhaltung und Steuerung

### 6.2.3.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Die unterschiedlichen Bauarten der Verriegelungs- und Zuhaltssysteme in Kombination mit der nachgeschalteten Signalverarbeitung lassen sich unterschiedlichen Risikograden zuordnen, die jeweils unterschiedliche Anforderungen nach sich ziehen (Abbildung 66 dieses Merkblatts).



Risikograd (Abb. 5)	Verriegelung und Zuhaltung	Bemerkungen/leicht überprüfbare Merkmale
I und II	Verriegelung durch einen mechanischen Schalter	Der Schalter muss einen zwangsöffnenden Kontakt aufweisen und ein bewährtes Bauteil sein (z. B. wie S1 in Abbildung 65 dieses Merkblatts).
	Zuhaltung mit oder ohne Fehlschließ-sicherung	Die Kontakte können in Reihe liegen: beide müssen die Abschaltung bewirken (Abbildung 65 dieses Merkblatts).
	Freigabe des Sperrmittels durch einen Stillstandswächter oder ein Zeitglied	Es müssen bewährte Bauteile oder redundante Systeme eingesetzt werden.
	Alternativ können die Systeme nach Abbildungen 63 und 64 verwendet werden	Die Kontakte können in Reihe liegen: beide müssen die Abschaltung bewirken.
III und IV	Verriegelung durch einen mechanischen Positionsschalter (PS)	Der PS muss einen zwangsöffnenden Kontakt aufweisen und ein bewährtes Bauteil sein (z. B. wie S1 in Abbildung 65 dieses Merkblatts).
	Zuhaltung mit oder ohne Fehlschließ-sicherung	Die Kontakte der Verriegelung und der Zuhaltung müssen durch ein Auswertegerät (Kategorie 3 nach DIN EN ISO 13849-1 <sup>63</sup> ) überwacht werden. Die Abschaltpfade nach dem Auswertegerät müssen redundant aufgebaut sein (Kategorie 3). Die Anforderungen werden in Abbildung 62 dieses Merkblatts erfüllt, wenn S1 und S2 nicht in Reihe liegen, sondern zweikanalig durch ein Auswertegerät (Kategorie 3) überwacht werden.
	Freigabe des Sperrmittels durch einen Stillstandswächter	Der Stillstandswächter muss die Kategorie 3 erfüllen oder redundant mit Überwachung vorhanden sein.
V	Verriegelung durch einen mechanischen Positionsschalter (PS)	Der PS muss einen von der Zuhaltung <b>unabhängigen</b> Betätiger haben (z. B. wie S2 in Abbildung 63 und S1 in Abbildung 65 dieses Merkblatts).
	Zuhaltung mit Fehlschließ-sicherung	Die Kontakte der Verriegelung und der Zuhaltung müssen durch ein Auswertegerät (Kategorie 4) überwacht werden. Die Steuerung nach dem Auswertegerät muss redundant aufgebaut sein (Kategorie 4).
	Freigabe des Sperrmittels durch einen Stillstandswächter	Der Stillstandswächter muss die Kategorie 4 erfüllen oder redundant mit Überwachung (Kategorie 4) vorhanden sein.

Abbildung 66: Anforderungen an Verriegelungen mit elektromechanischen Zuhaltungen in Abhängigkeit des abzudeckenden Risikos

## 6.3 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS)

### 6.3.1 Allgemeine Anwendungskriterien

BWS können eingesetzt werden, wenn keine Gefährdungen durch austretende Stoffe, herausgeschleuderte Bruchstücke oder unter Druck stehende Flüssigkeiten bestehen. Liegen derartige Gefährdungen vor, müssen trennende Schutzeinrichtungen eingesetzt werden.

Beim Einsatz von BWS sind Einwirkungen zu berücksichtigen, die die Verfügbarkeit der BWS herabsetzen können, z. B. austretende Dämpfe oder Stäube, die zur Verschmutzung der BWS-Oberfläche führen oder Materialien, die Fehlauflösungen verursachen können (z. B. herumschlagende Folienenden an Wickelmaschinen).

Zusätzlich ist darauf zu achten, dass gefahrbringende Bewegungen schnell stillgesetzt werden, da sich sonst unakzeptabel große Sicherheitsabstände ergeben können.

63 Siehe Anhang 7 Nr. 65

### 6.3.2 Sicherheitsabstand für das Über- und Untergreifen des Schutzfeldes

Für das Über- oder Untergreifen des Schutzfeldes sind die Sicherheitsabstände aus der Tabelle A1 der DIN EN ISO 13855 zu berücksichtigen.

Maße in Millimeter

Höhe des Gefährdungsbereichs a	Höhe der Oberkante des Schutzfeldes der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung b											
	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 600	1 800	2 000	2200	2 400	2 600
	Zusätzlicher Abstand zum Gefährdungsbereich C <sub>RO</sub>											
2 600 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2 400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2 200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2 000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1 800	1 100	1 100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1 600	1 150	1 150	1 100	1 000	900	850	750	450	0	0	0	0
1 400	1 200	1 200	1 100	1 000	900	850	650	0	0	0	0	0
1 200	1 200	1 200	1 100	1 000	850	800	0	0	0	0	0	0
1 000	1 200	1 150	1 050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1 150	1 050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1 050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wenn der Wert 0 angegeben ist, sollte die Berechnung des Mindestabstandes S, nach Abschnitt 6.2 bis 6.4 der Norm erfolgen.

Anmerkung 1: Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen mit einer Höhe der  
 > Oberkante des Schutzfeldes unter 900 mm wurden nicht aufgenommen, da sie keinen ausreichenden Schutz gegen das Umgehen oder Überschreiten bieten;  
 > Unterkante des Schutzfeldes über 300 mm im Verhältnis zur Bezugsebene bieten keinen ausreichenden Schutz gegen das Hindurchkriechen.

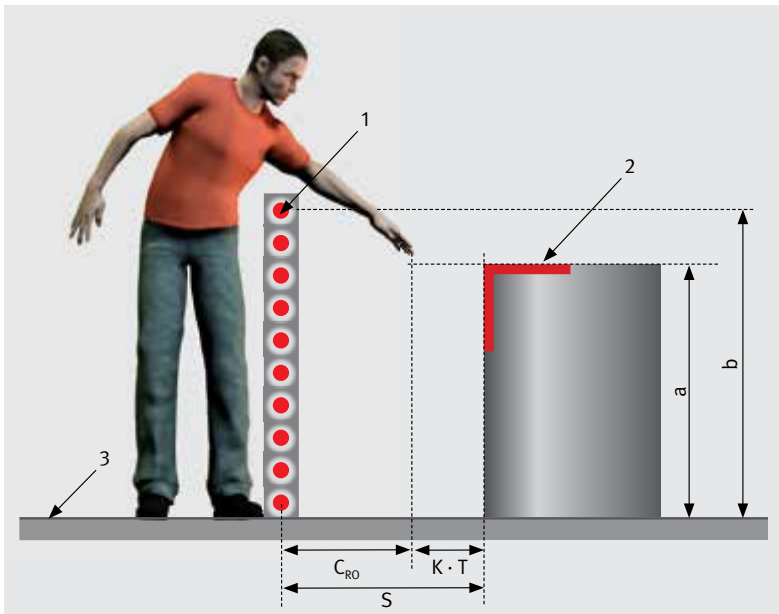
Anmerkung 2: Die Angaben dieser Tabelle wurden in einer Untersuchung eines Fachausschusses einer deutschen Berufsgenossenschaft ermittelt, siehe [22].

Anmerkung 3: Die meisten der in Tabelle 1 angegebenen Werte sind im Verhältnis zu den in ISO 13857:2008 in den Tabellen 1 und 2 festgelegten Werten niedriger, da sich Körperteile beim Hinüberreichen nicht selbst auf Schutzeinrichtungen abstützen können.

\* Eine Annäherung an den Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen ist unmöglich.

Bei der Bestimmung der Werte nach Tabelle 1 darf nicht interpoliert werden. Wenn die bekannten Werte a, b oder C<sub>RO</sub> zwischen zwei Werten der Tabelle 1 liegen, muss der größere Wert des Mindestabstandes angewendet werden.

Abbildung 67: Hinüberreichen über das senkrechte Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung



**Legende**

- 1 berührungslos wirkende Schutzeinrichtung
- 2 Gefährdungsbereich
- 3 Bezugsebene
- a Höhe des Gefährdungsbereichs
- b Höhe der Oberkante des Schutzfeldes der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung
- $C_{RO}$  zusätzlicher Abstand, in dem sich ein Körperteil in Richtung des Gefährdungsbereiches bewegen kann, bevor die Schutzeinrichtung ausgelöst wird (siehe Werte in Tabelle 1)
- S Mindestabstand für das Hinüberreichen

Abbildung 68: Skizze zum Hinüberreichen über das senkrechte Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung

### 6.3.3 Bestimmungsgrößen für den Sicherheitsabstand beim Durchgreifen des Schutzfeldes

Die Schutzwirkung von BWS beruht auf dem Erkennen von Objekten und Körperteilen, die in das Schutzfeld eindringen und dadurch einen Stopp-Befehl auslösen. Um eine Gefährdung durch die Maschine wirkungsvoll zu beseitigen, müssen das Eindringen rechtzeitig erkannt und die gefahrbringende Bewegung schnell gestoppt werden. Dieses Ziel wird durch den Sicherheitsabstand erreicht, der von folgenden Parametern abhängig ist:

- › Annäherungsgeschwindigkeit des Körperteils zum Gefahrenbereich **K**
- › Nachlaufzeit des gesamten Systems  $T = T_R + T_A + T_B$
- › Reaktionszeit der Steuerung  $T_R$  (z. B. das Schalten von Ventilen oder das Abfallen von Schützen)
- › Ansprechzeit der BWS  $T_A$
- › Nachlaufzeit der gefahrbringenden Bewegung nach dem Einleiten der Abbremsung  $T_B$
- › Maximal mögliche Eindringtiefe **C** des menschlichen Körpers in das Schutzfeld der BWS ohne Auslösung der Schutzfunktion (**C** ist abhängig vom Auflösungsvermögen **d** einer BWS und muss zum Sicherheitsabstand addiert werden, siehe Abbildung 70 dieses Merkblatts).

Das Auflösungsvermögen ist die Fähigkeit einer Schutzeinrichtung, Teile mit einer bestimmten Größe sicher im gesamten Überwachungsbereich zu detektieren (Abbildung 69 dieses Merkblatts). Bei Lichtgittern<sup>64</sup> beträgt das Auflösungsvermögen  $d = a + \varnothing$  ( $a$  = Strahlmittenabstand,  $\varnothing$  = Strahldurchmesser).

Abhängig vom Auflösungsvermögen ist die mögliche unerkannte Eindringtiefe des menschlichen Körpers, die als Zuschlag bei der Bestimmung des Sicherheitsabstands berücksichtigt werden muss (Abbildung 70 dieses Merkblatts).

<sup>64</sup> Lichtgitter arbeiten, im Gegensatz zu Laserscannern, nach dem Sender-Empfänger-System.

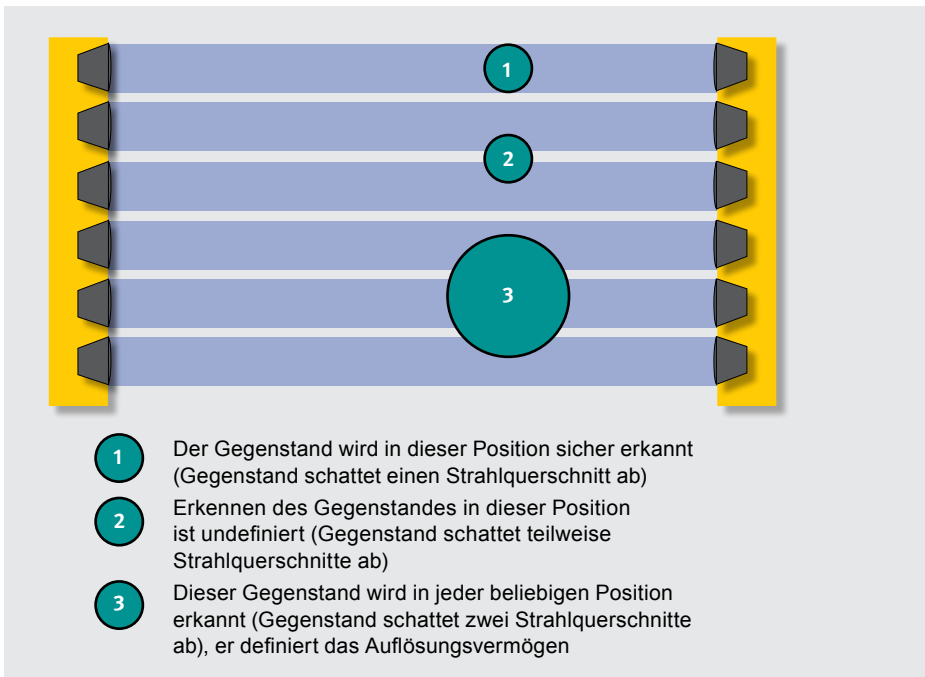


Abbildung 69: Auflösungsvermögen von BWS

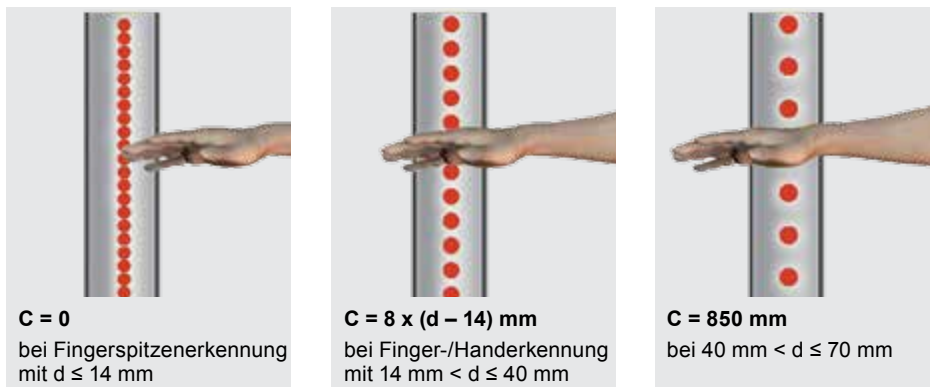


Abbildung 70: Maximal mögliche Eindringtiefe C in das Schutzfeld ohne Auslösung der Schutzfunktion in Abhängigkeit vom Auflösungsvermögen d einer BWS

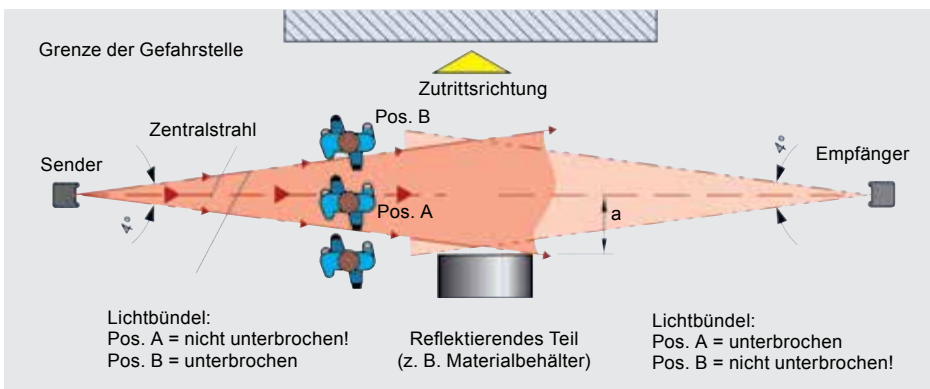


Abbildung 71: Um Spiegelung einer BWS durch reflektierende Teile

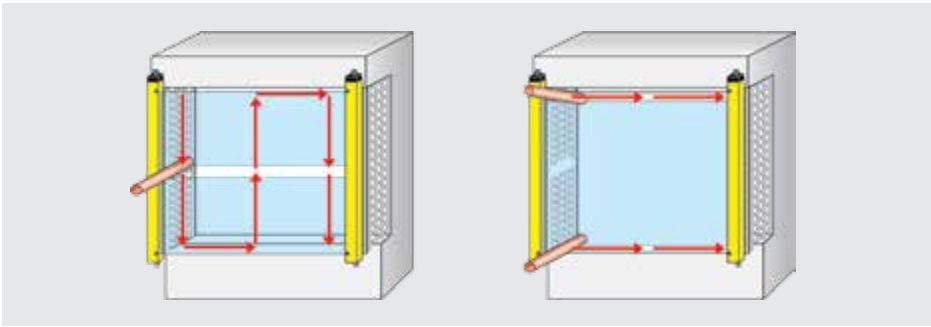


Abbildung 72: Prüfung von BWS auf Umspiegelung und Dejustierung mittels Prüfstab

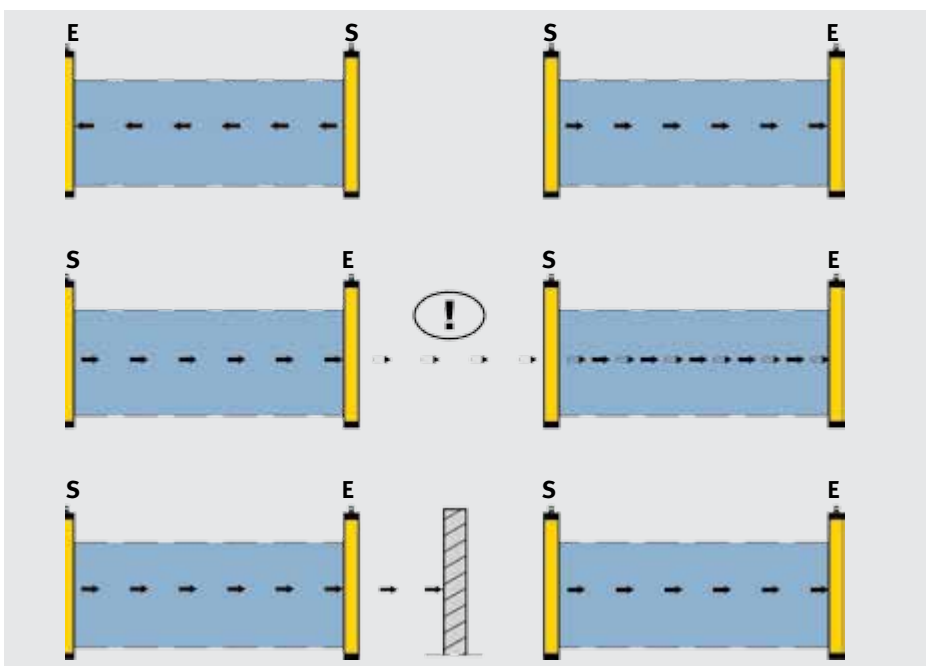


Abbildung 73: Vermeiden gegenseitiger Beeinflussung

### 6.3.4 Besonderheiten bei Lichtschranken und Lichtgittern

In diesem Abschnitt werden BWS behandelt, bei denen Sender und Empfänger in getrennten Gehäusen untergebracht sind. Diese BWS werden üblicherweise als Lichtgitter oder Lichtschranken, vereinzelt noch als Lichtvorhänge auf dem Markt angeboten.

#### 6.3.4.1 Umspiegelung und Dejustierung

Beim Betrieb einer BWS ist auch zu beurteilen, ob sie durch Umspiegelung (beispielsweise durch reflektierende Teile – Abbildung 71 dieses Merkblatts) oder durch Dejustierung unwirksam geworden ist.

Zum Erkennen solcher Umspiegelungen und Dejustierungen ist regelmäßig mit dem Prüfstab am Sender, am Empfänger und in der Mitte des Schutzfeldes zu prüfen, ob die rote Kontrollleuchte über die gesamte Schutzfeldlänge die Unterbrechung des Schutzfeldes signalisiert (Abbildung 72 dieses Merkblatts).

Die wesentliche Ursache für diese Funktionsfehler liegt in der Strahlaufweitung von bis zu 5°<sup>65</sup>. In der Betriebsanleitung vieler BWS-Hersteller gibt es daher Diagramme, die den Mindestabstand zu spiegelnden Flächen vorgeben.

<sup>65</sup> Bei Lichtgittern des Typs 4 in 3 m Abstand.

Beim Aufstellen mehrerer Maschinen ist darauf zu achten, dass sich Sender und Empfänger der Maschinen nicht gegenseitig stören können.

Eine gegenseitige Beeinflussung wird vermieden durch gegenseitige Ausrichtung, Verwendung kodierbarer Geräte, Montage optischer Blenden (Abbildung 73 dieses Merkblatts).

### 6.3.4.2 Festlegen des Sicherheitsabstandes

Die Berechnung von Sicherheitsabständen ist in DIN EN ISO 13855<sup>66</sup> festgelegt. Bei **vertikaler Anordnung** (Abbildung 75 dieses Merkblatts) einer BWS wird von folgenden Bestimmungsgleichungen ausgegangen:

**Gleichung 1:**  $S = K \cdot T + 8 \cdot (d - 14)$   
für  $14 \text{ mm} \leq d \leq 40 \text{ mm}$

**Gleichung 2:**  $S = K \cdot T + 850 \text{ mm}$   
für  $40 \text{ mm} < d \leq 70 \text{ mm}$

mit  $S$  = Sicherheitsabstand  
 $K$  = Annäherungsgeschwindigkeit  $2000 \text{ mm/s}$ <sup>67</sup>  
 $T$  = Nachlaufzeit des gesamten Systems [s]  
 $d$  = Auflösungsvermögen der BWS [mm]  
wobei in Gleichung 1 der Ausdruck  $8 \cdot (d - 14)$   
der Eindringtiefe  $C$  entspricht

Ansprechzeit und Auflösungsvermögen sind auf dem Typenschild der BWS angegeben (Abbildung 74 dieses Merkblatts).

Ergibt sich aus Gleichung 1 ein Sicherheitsabstand  $S > 500 \text{ mm}$ , darf  $S$  mit einer Annäherungsgeschwindigkeit von  $K = 1600 \text{ mm/s}$  erneut bestimmt werden. Der daraus resultierende kleinere Sicherheitsabstand muss jedoch weiterhin  $> 500 \text{ mm}$  sein.

Ergeben sich für  $S \geq 150 \text{ mm}$  hintertretbare Bereiche, sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, Einzelheiten sind in Abschnitt 5.3 dieses Merkblatts dargestellt. Ferner ist zu beachten, dass der Sicherheitsabstand mindestens  $100 \text{ mm}$ <sup>68</sup> betragen muss.

Bei **horizontaler Anordnung** (Abbildung 76 dieses Merkblatts) einer BWS wird von folgender Bestimmungsgleichung ausgegangen:

**Gleichung 3:**  $S = K \cdot T + (1200 - 0,4 H)$

mit  $S$  = Sicherheitsabstand  
 $K$  = Annäherungsgeschwindigkeit  $1600 \text{ mm/s}$   
 $T$  = Nachlaufzeit des gesamten Systems [s]  
 $H$  = Höhe des Schutzfeldes [mm] ( $H \leq 1000 \text{ mm}$ ) und  
 $(1200 - 0,4 H) > 850 \text{ mm}$

Um das sichere Erkennen der unteren Gliedmaßen zu gewährleisten, muss  $H$  mindestens den Wert  $15 \cdot (d - 50 \text{ mm})$  aufweisen. Für  $H > 300 \text{ mm}$  besteht das Risiko, dass jemand unterhalb des Schutzfeldes in den Gefahrenbereich gelangt. Es wird daher empfohlen, die BWS nicht höher als  $300 \text{ mm}$  anzuordnen.

<sup>66</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 68

<sup>67</sup> Nach DIN EN ISO 13855, siehe Anhang 7 Nr. 68

<sup>68</sup> Nach Abschnitt 6.1.1 der DIN EN ISO 13855, siehe Anhang 7 Nr. 68

Protected Height Hauteur de protection Schutzfeldhöhe	<b>1008 mm</b>	Response Time Temps de réponse Ansprechzeit	<b>18 ms</b>
Detection Capability Capacité de détection Auflösung	<b>14 mm</b>	Type (IEC 61496)	<b>4</b>

Angaben zur Kategorie (Typ 4 nach DIN EN 61496 entsprechend Kategorie 4 nach DIN EN ISO 13849-1), Ansprechzeit, Auflösungsvermögen und Schutzfeldhöhe.

Abbildung 74: Typenschild an einem Lichtgitter

Bei der Beurteilung, ob im konkreten Einzelfall ein ausreichender Sicherheitsabstand vorliegt, ist die Kenntnis der gesamten Nachlaufzeit T unerlässlich. Dieser Wert kann nur durch entsprechende Messungen genau ermittelt werden. Die Verzögerung, die durch die BWS hervorgerufen wird, ist am Typenschild angegeben (Abbildung 74 dieses Merkblatts).

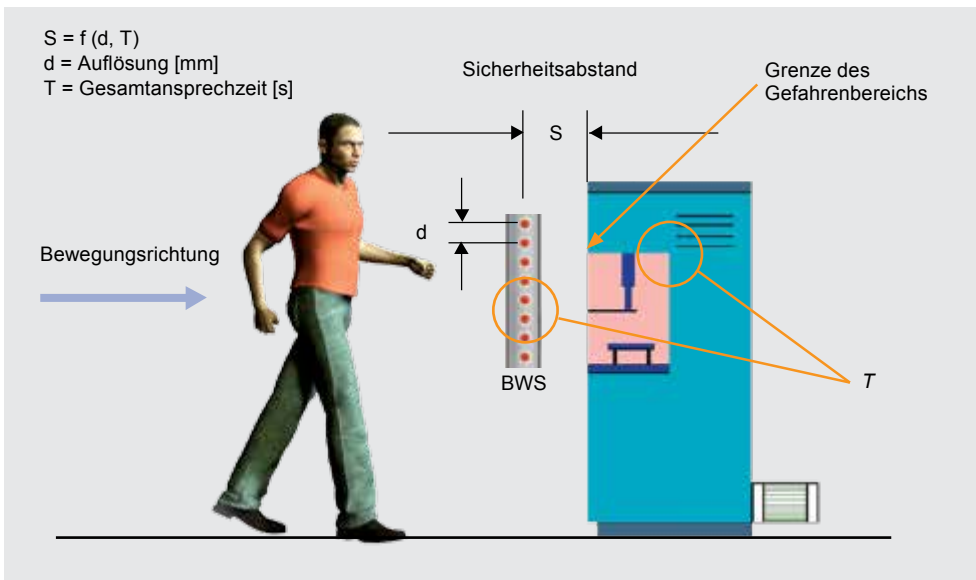


Abbildung 75: Bestimmungsgrößen für den Sicherheitsabstand S bei vertikaler Anordnung einer BWS

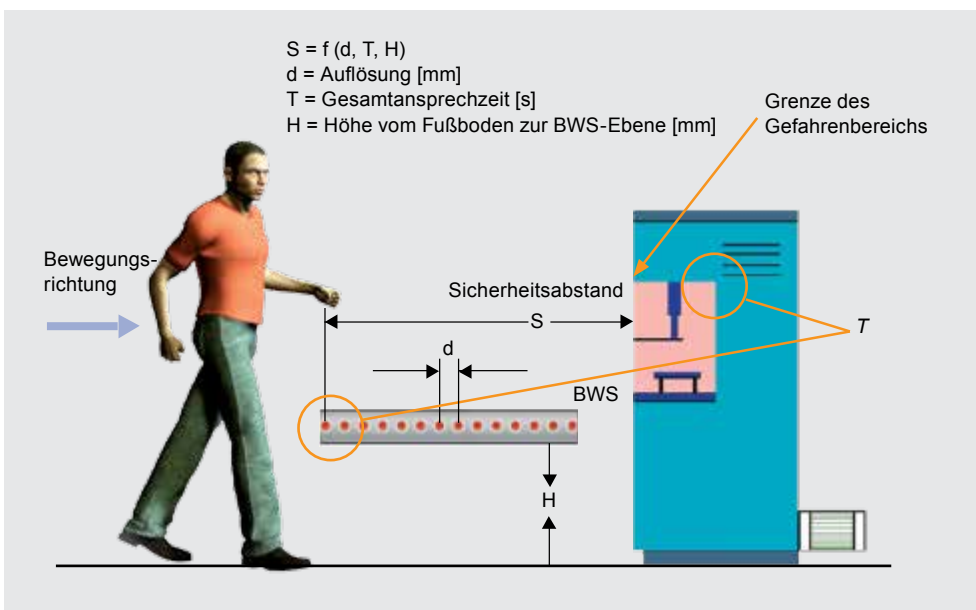


Abbildung 76: Bestimmungsgrößen für den Sicherheitsabstand S bei horizontaler Anordnung einer BWS

Für die der BWS nachgeschalteten Bauelemente kann zur groben Einschätzung von folgenden Minimalwerten ausgegangen werden:

- › Ventile: mindestens 30 ms
- › Relais: mindestens 15 ms
- › Überwachungsbausteine: 20 ms
- › BWS: bis zu 40 ms (je nach Schutzfeldhöhe, Ansprechzeit ist auf dem Typenschild angegeben, siehe Abbildung 74 dieses Merkblatts).

Diese Werte sind Minimalwerte, die im Einzelfall deutlich überschritten werden können. Wird der damit errechnete Sicherheitsabstand an der Maschine nicht eingehalten, liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Mangel vor. In diesem Fall sollen Messungen durchgeführt und der Sicherheitsabstand entsprechend festgelegt werden.

Bei der theoretischen Bestimmung der Nachlaufzeit  $T$  müssen die Verzögerungszeiten für alle in Reihe liegenden Bauteile addiert werden. Bei elektrohydraulischen Steuerungen kann man davon ausgehen, dass nahezu gleichzeitig mit dem Schalten des Stoppventils auch die gefahrbringende Bewegung zum Stillstand kommt. Bei elektropneumatischen Steuerungen und elektromechanischen Bremssystemen ist das nicht der Fall. Dadurch verlängert sich hier die abgeschätzte Nachlaufzeit.

### 6.3.4.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Für Lichtgitter und Lichtschranken sind im Hinblick auf das Fehlverhalten zwei Ausführungsarten üblich:

- › Kategorie 2 nach DIN EN ISO 13849-1 (entspricht Typ 2 nach DIN EN 61496-1<sup>69</sup>) und
- › Kategorie 4 nach DIN EN ISO 13849-1 (entspricht Typ 4 nach DIN EN 61496).

Nach dem Risikograd lässt sich folgende Zuordnung treffen:

Risikograd (nach Abbildung 6)	BWS-Kategorie
I, II, III	Kategorie 2 oder Typ 2
IV, V	Kategorie 4 oder Typ 4

Abbildung 77: Anforderungen an BWS in Abhängigkeit vom Risikograd

### 6.3.5 Besonderheiten bei Laserscannern

Laserscanner ermöglichen im Gegensatz zu Lichtgittern und Lichtschranken eine weitergehende Anpassung von Schutzfeldern an unterschiedliche Gefährdungssituationen. Dadurch lassen sich flexible Sicherheitskonzepte realisieren, die neben dem Sicherheitsgewinn auch die Verfügbarkeit von Maschinen erhöhen. Wie die Praxis zeigt, können jedoch unsichere Zustände auftreten, wenn die Schutzfelder nicht sorgfältig dimensioniert oder wenn die besonderen Eigenschaften von Scannern nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Durch das besondere Funktionsprinzip, bei dem Sender und Empfänger in einem Gehäuse untergebracht sind, sind die Begrenzungen der Schutzfelder nicht erkennbar, wodurch sich Fehler in der Schutzfelddimensionierung oder Justierung nicht sofort bemerkbar machen.

#### 6.3.5.1 Funktionsprinzip

Laserscanner sind optische Messsysteme, die nach einem völlig anderen Prinzip arbeiten als Lichtgitter oder Lichtschranken: Laserscanner tasten ihre Umgebung durch einen mittels Drehspiegel abgelenkten unsichtbaren Laserstrahl zweidimensional ab (Abbildung 78 dieses Merkblatts).

<sup>69</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 56



Der Abstand zwischen dem Laserscanner und einem Hindernis (Körperteil) wird mit Verfahren der Lichtlaufzeitmessung bestimmt. Ein Sendeelement erzeugt einen ultrakurzen optischen Puls, der nach diffuser Reflexion an einem Objekt wieder zum Empfänger gelangt. Aus der Zeitspanne zwischen Sende- und Empfangszeitpunkt ( $\Delta t$ ) errechnet der Scanner auf Basis der Lichtgeschwindigkeit die Entfernung zum Hindernis. Der sich drehende Spiegel tastet in mehreren Messungen den gesamten Winkelbereich ab. Der Vergleich der gemessenen Entfernungswerte mit dem gespeicherten Schutzfeld ergibt, ob die Sicherheitsfunktion ausgelöst werden muss, weil sich z. B. eine Person zu nah an einer Gefahrstelle befindet. Es ist zu beachten, dass ein Laserscanner eigentlich ein Entfernungsmessgerät ist.

Um das versehentliche Auslösen der Sicherheitsfunktion zu vermeiden, ist es bei vielen Geräten zudem möglich, Warnfelder zu definieren, deren Verletzung lediglich einen Alarm auslöst, nicht jedoch die Maschine stillsetzt (Abbildung 79 dieses Merkblatts). Die Warnfelder dürfen nicht für Sicherheitsaufgaben eingesetzt werden.

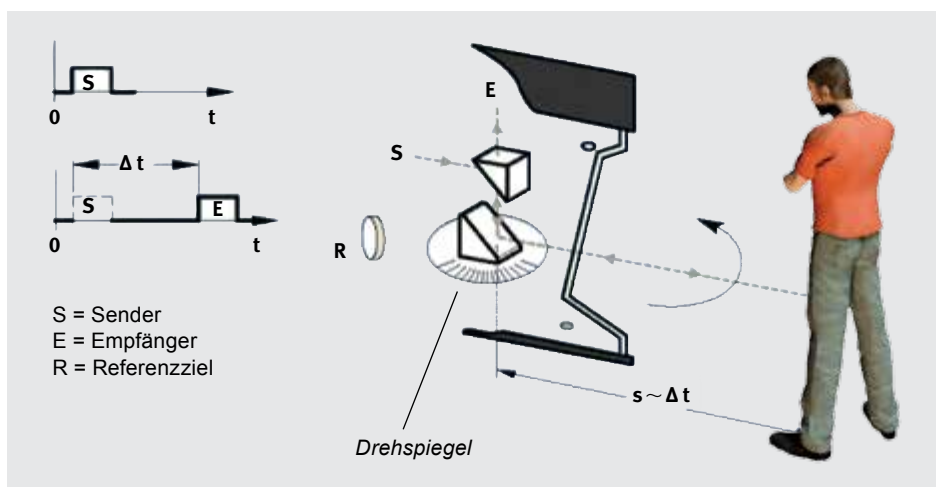


Abbildung 78: Funktionsprinzip von Laserscannern

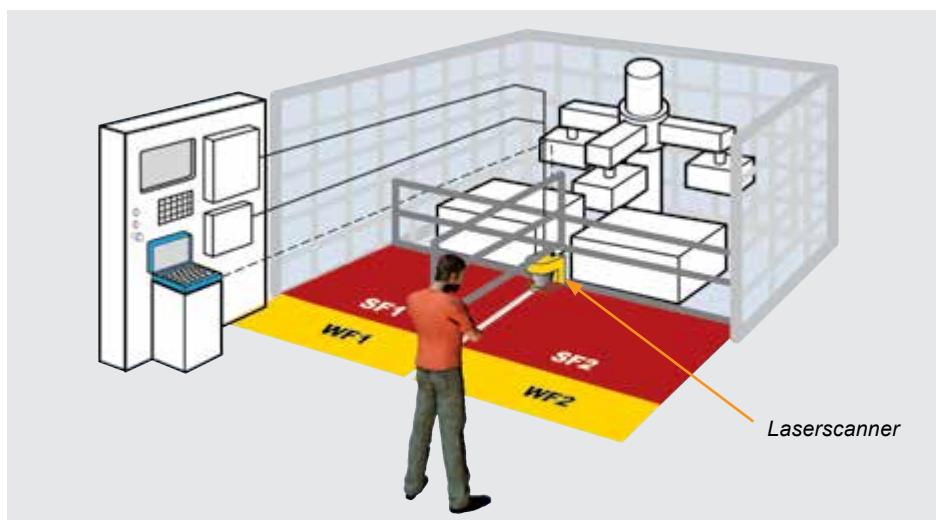


Abbildung 79: Laserscanner mit horizontalen Schutz- (SF) und Warnfeldern (WF)

Kennwert	Typische Werte	Bemerkungen
Schutzfeldreichweite	1,5 m, 4 m, 6 m, 7 m	Die Reichweite ist von der Auflösung abhängig: mit größerer Auflösung nimmt die Reichweite zu.
max. Winkelbereich	180°, 190°, 270°	Der maximale Winkelbereich bleibt in der Regel konstant, da er nur von der mechanischen Konstruktion des Scanners abhängt.
Reaktionszeit	60 ms, 80 ms, 120 ms, bis zu 840 ms	Durch die Reaktionszeit wird der Sicherheitsabstand maßgeblich beeinflusst. Die Reaktionszeit erhöht sich in Abhängigkeit von der Anzahl der Auswertungen (Mehrfachauswertung, Anzahl der Schutzfelder). Die Angaben des Herstellers im Handbuch sind zu beachten.
Anzahl der Schutzfelder	1, 2, 4 bis zu 16	Die Umstellung auf mehrere Schutzfelder kann die Reaktionszeit erhöhen. Folge: Der Sicherheitsabstand muss erhöht werden. Die Umschaltung von Schutzfeldern muss zudem „sicher“ ausgeführt sein (z. B. redundante Eingangssignale).
Messunsicherheit	80 mm bis 700 mm	Die Messunsicherheit ist systembedingt auch von Umgebungsbedingungen abhängig (Reflektionsverhalten der Umwelt). Ungünstig wirken sich stark spiegelnde Oberflächen in der Umgebung aus (z. B. Fliesen oder Metalloberflächen).
Auflösung	30 mm, 40 mm, 70 mm, 150 mm	Eine Erhöhung der Auflösung bewirkt eine Erhöhung des Sicherheitsabstandes.
Fehlerverhalten	Typ 3 nach DIN CLC/TS 61496-3 <sup>70</sup>	Typ 3 entspricht Einfehlersicherheit mit partieller Fehlererkennung.
Warnfeldreichweite	bis zu 40 m	Das Warnfeld darf keine Sicherheitsfunktion übernehmen.

Abbildung 80: Merkmale von Laserscannern

### 6.3.5.2 Horizontale Schutzfelder

Beim horizontalen Betrieb von Laserscannern ist zu berücksichtigen, dass die Größe des Schutzfeldes für das Bedienpersonal nicht direkt ersichtlich ist, da das Schutzfeld nicht wie bei Lichtgittern durch Sender und Empfänger begrenzt wird. Es ist daher erforderlich<sup>71</sup>, in regelmäßigen Abständen das Vorhandensein des richtigen Schutzfeldes zu überprüfen. Um diese Überprüfung auf einfache Art und Weise durchführen zu können, ist es notwendig, bei horizontal angebrachten Laserscannern das Schutzfeld am Fußboden zu kennzeichnen. Dann führt man einen Probekörper an der Kontur des Schutzfeldes entlang und beobachtet die Kontrollanzeige (die LED muss immer rot bleiben).

Für einen sicheren Betrieb und hohe Verfügbarkeit sind die Herstellerangaben zu berücksichtigen. Diese betreffen u. a.:

- › Betrieb in „sauberer“ Umgebung, d. h. frei von Rauch, Nebel, Öl, Schnee, Regen, optischen Störlichtquellen, usw.
- › Regelmäßige Kontrolle der Frontscheibe auf Verschmutzungen und Beschädigungen

### 6.3.5.3 Vertikale Schutzfelder

Werden Laserscanner senkrecht angeordnet und als Zugangssicherung oder als Zugriffssicherung eingesetzt, müssen sie zusätzliche Anforderungen erfüllen, da wegen der besonderen Arbeitsweise

- › Laserscanner mit Messunsicherheiten/Messfehlern behaftet sind,
- › sich Dejustierungen von Laserscannern aufgrund des fehlenden Empfängers leicht dahingehend auswirken, dass ungewollte Zugriffs- oder Zugangsmöglichkeiten entstehen.

Um unsicheren Zuständen vorzubeugen, dürfen Laserscanner nur dann senkrecht angebracht werden, wenn zusätzliche Bedingungen erfüllt sind. Hierbei sind die Fälle Zugangssicherung und Zugriffssicherung zu unterscheiden:

<sup>70</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 61

<sup>71</sup> Durch den Austausch eines defekten Scanners kann es z. B. zu einem „falschen“ Schutzfeld kommen, wenn das Schutzfeld im Scanner gespeichert ist. Diesen Fehler erkennt das Bedienpersonal nicht.

### Einsatz als Zugangssicherung<sup>72</sup>

Der Laserscanner darf einen maximalen Messfehler von 100 mm<sup>73</sup> aufweisen. Dadurch kann der Abstand zwischen der Kontur und der Begrenzung des Schutzfeldes so klein gewählt werden, dass ein unerkanntes Durchschreiten nicht möglich ist.

Die Reaktionszeit des Laserscanners darf 90 ms nicht überschreiten. Hiermit wird sichergestellt, dass eine mit Gehgeschwindigkeit (1,6 m/s) eintretende Person beim Durchschreiten des Schutzfeldes sicher erkannt wird.

Der Laserscanner muss eine Konturüberwachung<sup>74</sup> haben. Dadurch ist sichergestellt, dass Dejustierungen rechtzeitig erkannt werden, bevor es zu unsicheren Zuständen kommt.

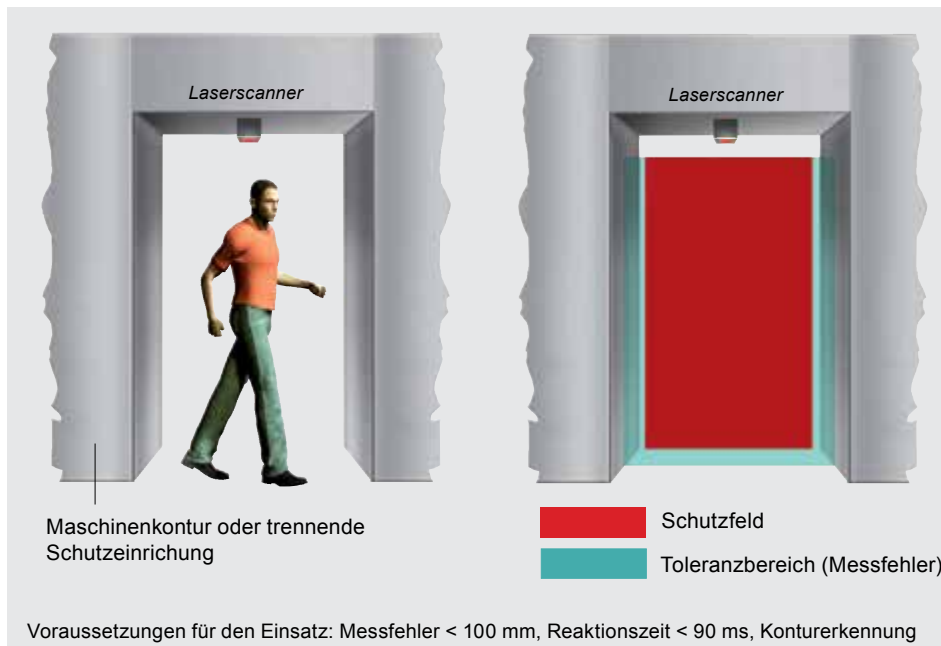


Abbildung 81: Laserscanner als Zugangssicherung mit senkrecht angeordnetem Schutzfeld

<sup>72</sup> Die Schutzwirkung beruht auf dem Erfassen des menschlichen Körpers beim Durchtritt durch das Schutzfeld. Körperteile (z. B. Arme) müssen jedoch nicht erfasst werden.

<sup>73</sup> Nach DIN CLC/TS 61496-3, siehe Anhang 7 Nr. 61

<sup>74</sup> Beim vertikalen Anbringen muss eine geschlossene Referenzkontur vorhanden sein, die vom Gerät ausgewertet wird.

### Einsatz als Zugriffssicherung<sup>75</sup>

Bei der Zugriffssicherung ergibt sich ein sicherheitstechnisches Problem im Bereich der Kontur: aufgrund des Messfehlers (MF, Wert nach Herstellerangabe) kann ein Körperteil in den Gefahrenbereich gelangen, ohne vom Scanner erkannt zu werden. Es ist daher erforderlich, eine Überlappung zwischen dem Schutzfeld und einer festen Maschinenstruktur (trennende Schutzrichtung) vorzusehen. Die Größe der Überlappung  $a$  hängt von der Auflösung  $d$  und dem Messfehler ab:  
 $a \geq 2 \cdot MF - d$ .

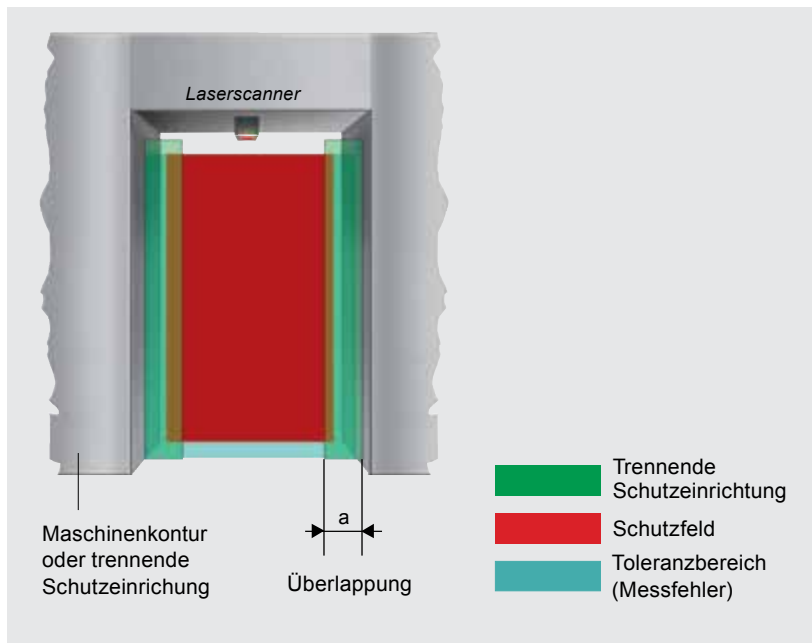


Abbildung 82: Überlappung durch trennende Schutzrichtung um Durchgreifen im Toleranzbereich zu verhindern

#### 6.3.5.4 Festlegen des Sicherheitsabstands bei horizontaler Anordnung

Die besonderen Eigenschaften von Laserscannern, insbesondere Messfehler und störende Reflektionen, werden in der DIN EN ISO 13855<sup>76</sup> (Sicherheitsabstände) nicht berücksichtigt. Es wird daher empfohlen, den Sicherheitsabstand für horizontale Anordnung mit Hilfe der folgenden Gleichung zu bestimmen:

$$SL = K \cdot T + C_{\bar{U}} + Z_M + Z_R$$

mit  $SL$  = benötigte Schutzfeldlänge [mm]

$K$  = Annäherungsgeschwindigkeit 1600 mm/s

$T$  = Ansprechzeit des Scanners + Nachlaufzeit der Maschine [s]

$C_{\bar{U}}$  = Möglichkeit über das Schutzfeld zu greifen, ohne den Sensor auszulösen [mm]

$Z_M$  = Zuschlag für Messfehler

$Z_R$  = Zuschlag für reflektionsbedingten Messfehler (falls erforderlich)

<sup>75</sup> Bei der Zugriffssicherung werden Körperteile durch das Schutzfeld erfasst, die Auflösung muss mindestens 70 mm betragen.

<sup>76</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 68

### 6.3.5.5 Festlegen des Sicherheitsabstands bei vertikaler Anordnung

Die Sicherheitsabstände werden analog zu Abschnitt 6.3.4.2 dieses Merkblatts ermittelt.

### 6.3.5.6 Anforderungen gemäß Risikograd

Laserscanner werden nur in der Kategorie 3 nach DIN EN ISO 13849-1 (entspricht Typ 3 nach DIN EN 61496-1)<sup>77</sup> hergestellt. Sie sind daher nicht für die höchste Risikostufe V (Abbildung 6 dieses Merkblatts) geeignet. In derartigen Fällen ist es jedoch möglich, durch zwei parallel arbeitende Laserscanner ein ausreichend hohes Sicherheitsniveau zu erreichen.

## 6.4 Durch Berührung wirkende Schutzeinrichtungen

### 6.4.1 Trittmatten

#### 6.4.1.1 Anwendungskriterien

Trittmatten (druckempfindliche Schutzeinrichtungen) können anstelle horizontal angeordneter BWS eingesetzt werden. Sie bieten den Vorteil, dass sie unempfindlicher gegenüber Störeinflüssen (z. B. herabfallende kleine Gegenstände, Staubablagerungen) sind. Nachteilig im Vergleich zu BWS ist, dass sie z. B. nicht durch Gabelstapler befahren werden können.

#### 6.4.1.2 Generelle Anforderungen

Die sicherheitstechnischen Eigenschaften von Trittmatten sind in DIN EN ISO 13856-1<sup>78</sup> festgelegt. Beim Anbringen von Trittmatten müssen die in Abschnitt 6.3.4.2 dieses Merkblatts für horizontal angebrachte BWS beschriebenen Sicherheitsabstände eingehalten werden.

Bei Auswahl und Einsatz ist auf Folgendes zu achten:

- Sind die Bodenfläche und die Umgebungsbedingungen (z. B. Ölverträglichkeit, Druckbelastung durch Flurförderzeuge) geeignet?
- Entsprechen die Maße der Trittschaltfläche der DIN EN ISO 13855 (siehe Abschnitt 6.3.4.2 dieses Merkblatts)?<sup>79</sup>
- Ist die Trittschaltfläche ohne Stolperstelle eingebaut?
- Ist der Zugang zum Gefahrenbereich über unwirksame Bereiche der Trittschaltfläche verhindert (z. B. durch seitlich angebrachte trennende Schutzeinrichtungen)?
- Führt Energieausfall an der Trittschaltfläche zum Abschalten der Maschine?
- Ist der Aufenthalt zwischen der Trittschaltfläche und dem Gefahrenbereich verhindert (kein hintertretbarer Bereich vorhanden)?
- Ist die Empfindlichkeit der Trittschaltfläche über den gesamten Bereich gegeben (Abbildung 83 dieses Merkblatts)?

Prüfkörper		Betätigungskraft [N]
Nummer	Durchmesser [mm]	
1	11	300
2	80	300
3	200	600

Für Schaltplatten und Schaltmatten, die Personen mit einem Körpergewicht über 35 kg erkennen müssen.

Abbildung 83: Ansprechwerte für Schaltmatten

<sup>77</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 56

<sup>78</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 69

<sup>79</sup> Die Mindestbreite für eine Maschine ohne Nachlauf beträgt 1200 mm.

### 6.4.1.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Trittschaltflächen gibt es in den Kategorien 1 bis 3 nach DIN EN ISO 13849-1. Auf der Grundlage einer Risikobewertung nach Abbildung 6 dieses Merkblatts kann eine entsprechende Zuordnung getroffen werden.

## 6.4.2 Schaltleisten

### 6.4.2.1 Anwendungskriterien

Schaltleisten können zur Absicherung einzelner gefahrbringender Bewegungen eingesetzt werden. Typische Anwendungsfälle sind die Sicherung von kraftbetätigten Rolltoren, Scherenhubtischen oder trennenden Schutzeinrichtungen. Der Einsatz dieser Schutzeinrichtungen ist nur möglich, wenn sich die bewegte Masse innerhalb des durch die Schaltleiste vorgegebenen „Bremsweges“ zum Stillstand bringen lässt, ohne dass hierbei Verletzungen entstehen. Sie eignen sich daher nur für moderate Geschwindigkeiten oder geringe bewegte Massen.

### 6.4.2.2 Generelle Anforderungen

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an Schaltleisten werden in der DIN EN ISO 13856-2<sup>80</sup> beschrieben.

Bei der Prüfung, ob die Schaltleisten eine ausreichende Schutzwirkung entfalten, ist insbesondere festzustellen, ob beim Auslösen der Sicherheitsfunktion, die auf das betreffende Körperteil wirksam werdende Kraft bestimmte Grenzwerte nicht überschreitet. Für Schaltleisten, die an kraftbetätigten trennenden Schutzeinrichtungen angebracht sind, ist ein Grenzwert von 150 N festgelegt. Hierbei handelt es sich nicht um den statischen Wert, der sich aus der Antriebskraft ergibt, sondern um die dynamische Kraft, die beim Auftreffen der Schaltleiste auf das betroffene Körperteil im Bereich der Schließkante einwirkt. Der Nachweis, dass der Grenzwert eingehalten wird, lässt sich nur mit einer Messung erbringen.

Vor der ersten Inbetriebnahme soll weiterhin überprüft werden:

- Ist die Schaltleiste für die Umgebungsbedingungen geeignet?  
Z. B. Verträglichkeit mit Öl bei Hydraulikaggregaten.
- Ist die Schaltleiste sicher am Einbauort befestigt?
- Entspricht die Einbaulage den Herstellerangaben?  
Die Wirksamkeit von Schaltleisten hängt von der Richtung der Betätigungskraft ab.
- Verhindert das Abschalten der Energieversorgung der Schaltleiste den weiteren gefährlichen Betrieb der Maschine?  
Die gefährlichen Teile der Maschine dürfen nicht wieder anlaufen können, bis die Sicherheitsfunktion wiederhergestellt ist.
- Ist ein Anlauf der gefährlichen Maschinenteile verhindert, solange die Schaltleiste betätigt wird und ist ein Wiederanlauf nach der Betätigung nur durch einen erneuten Startbefehl möglich?
- Ist die Schaltleiste so eingebaut, dass keine unwirksamen Bereiche existieren?
- Führt die Betätigung der Schaltleiste während der Bewegung dazu, dass die gefahrbringenden Teile zum Stillstand kommen oder einen anderen sicheren Zustand einnehmen (z. B. Rückzugsbewegung)?
- Spricht die Schaltleiste über die ganze wirksame Betätigungsfläche an?

### 6.4.2.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Schaltleisten gibt es in den Kategorien 1 bis 3 nach DIN EN ISO 13849-1. Auf der Grundlage einer Risikobewertung nach Abbildung 6 dieses Merkblatts kann eine entsprechende Zuordnung getroffen werden.

---

80 Siehe Anhang 7 Nr. 70

## 6.4.3 Schaltleinen

### 6.4.3.1 Anwendungskriterien

Schaltleinen<sup>81</sup>, auch Not-Reißleinen genannt (Abbildung 31 dieses Merkblatts), werden oft als Not-Halt-Ausrüstung eingesetzt, z. B. an Förderbändern oder an anderen Maschinen mit großen Abmessungen. In Ausnahmefällen können sie einstrahlige Lichtschranken ersetzen, die z. B. Einzugstellen sichern, wenn der Einsatz von Lichtschranken mit Nachteilen verbunden ist, z. B. Fehlauslösungen wegen freiwerdender Materialien.

Da zur Auslösung der Sicherheitsfunktion, je nach Länge der Schaltleine, erhebliche Schaltwege notwendig sind, ist die Schutzwirkung als Einrichtung mit Annäherungsfunktion sehr eingeschränkt. Hinzu kommt, dass wegen der möglichen Auslenkung der Schaltleine bis kurz vor den Schalterpunkt ein leichtes Umgehen möglich ist. Der Einsatz von Schaltleinen als Schutzvorrichtung mit Annäherungsfunktion soll daher auf Fälle beschränkt bleiben, bei denen der Einsatz von Lichtschranken nicht möglich ist.

### 6.4.3.2 Generelle Anforderungen

Schaltleinen dürfen nur eingesetzt werden, wenn sie folgende Eigenschaften aufweisen:

- Sie müssen bei Betätigung einen Kontakt zwangsläufig öffnen.
- Sie müssen auch beim Reißen des Seils wirksam werden (vorgespannte Reißleine).
- Nach dem Ansprechen von Schaltleinen darf sich die Maschine nur nach Rückstellung des Schaltelements und nach erneutem Betätigen des Starttasters in Gang setzen.

### 6.4.3.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Je nach Überwachung und Anzahl der Kontakte im Schaltelement erreicht die Schaltleine die Kategorie 1 oder 2 nach DIN EN ISO 13849-1.

## 6.5 Ortsbindende Schutzvorrichtungen

Ortsbindende Schutzvorrichtungen erreichen die Schutzwirkung durch die Ortsbindung von Personen an einen festgelegten Aufenthaltsort, so dass gefahrbringende Bewegungen von diesem Ort aus nicht erreichbar sind. Mit einer ortsbindenden Schutzvorrichtung kann nur eine Person gesichert werden. Weitere Personen sind nur durch die Beobachtung des Gefahrenbereichs durch die ortsgebundene Person geschützt.

### 6.5.1 Zweihandsteuerungen

#### 6.5.1.1 Anwendungskriterien

Zweihandsteuerungen dürfen nur eingesetzt werden, wenn der Gefahrenbereich vom Betätigungsort der Zweihandsteuerung vollständig einsehbar ist. Ferner sollen Zweihandsteuerungen nur dann eingesetzt werden, wenn die Maschine bestimmungsgemäß durch nur einen Maschinenführer bedient werden kann. Sind zwei Maschinenführer notwendig, z. B. für Einlegearbeiten großer Teile, ist ein anderes Sicherheitskonzept vorzuziehen, das auf anderen Sicherheitseinrichtungen beruht. Ist dies nicht möglich, müssen zwei Zweihandsteuerungen vorgesehen werden.

Zweihandsteuerungen können nicht eingesetzt werden, wenn Gefährdungen durch Gefahrquellen (z. B. Herausspritzen heißer Kunststoffmasse) vorliegen oder wenn die Maschine eine hohe Nachlaufzeit aufweist.

---

<sup>81</sup> DIN EN ISO 13856-3, siehe Anhang 7 Nr. 71

### 6.5.1.2 Generelle Anforderungen

Zweihandsteuerungen müssen mindestens folgende Merkmale aufweisen:

- Die Betätigungselemente von Zweihandsteuerungen, insbesondere bei Steuerpulten, sind so anzubringen, dass eine eindeutige Zuordnung zur Maschine gegeben ist.
- Die gefahrbringende Bewegung darf nur erfolgen, wenn beide Bestätigungselemente gleichzeitig betätigt werden.
- Beim Loslassen eines Betätigungselements müssen die gefahrbringenden Bewegungen zum Stillstand kommen; ein erneuter Start darf nur möglich sein, nachdem beide Betätigungselemente freigegeben wurden.
- Das Auslösen der gefahrbringenden Bewegung darf nur erfolgen, wenn beide Betätigungselemente innerhalb von 0,5 s betätigt werden.
- Die beiden Betätigungselemente dürfen sich nur mit zwei Händen betätigen lassen. Das Betätigen mit einer Hand und mit einem anderen Körperteil oder mit der Hand und mit dem Ellenbogen müssen durch die Anordnung der Betätigungselemente verhindert sein (Abbildung 85 dieses Merkblatts).
- Der Sicherheitsabstand muss so bemessen sein, dass nach dem Loslassen der Betätigungselemente nicht in die noch nachlaufende Bewegung gegriffen werden kann.
- Der Sicherheitsabstand soll an der Maschine angegeben sein.
- Die Betätigungselemente müssen ortsfest sein (z. B. durch Einbau in den Schaltschrank oder durch Verschrauben des Bedienpults am Fußboden). Alternativ: ein ortsbewegliches Bedienpult hat einen Abstandsring, oder es ist schwenkbar mit der Maschine verbunden (Abbildung 84 dieses Merkblatts).
- An der Zweihandsteuerung muss eine Kennzeichnung vorhanden sein, aus der ersichtlich ist, welchem Typ nach DIN EN 574<sup>82</sup> die Steuerung entspricht.
- Ist eine Übernahme des Steuerbefehls notwendig: diese Einrichtung darf das Sicherheitsniveau der Steuerung nicht herabsetzen.

Die Schutzwirkung von Zweihandsteuerungen beruht auf der Ortsbindung des Maschinenführers und auf der Auslösung des Stopp-Befehls beim Loslassen der Bedienelemente<sup>83</sup>. Um eine Gefährdung durch die Maschine wirkungsvoll zu beseitigen, muss die gefahrbringende Bewegung so schnell gestoppt werden, dass sie nicht mehr erreicht werden kann. Dieses Ziel wird durch den Sicherheitsabstand erreicht, der von folgenden Parametern abhängig ist:

- › Annäherungsgeschwindigkeit des Körperteils zum Gefahrenbereich  $K$
- › Nachlaufzeit des gesamten Systems  $T = T_R + T_A + T_B$
- › Reaktionszeit der Steuerung  $T_R$
- › Ansprechzeit der Zweihandsteuerung  $T_A$
- › Nachlaufzeit der gefahrbringenden Bewegung nach dem Einleiten der Abbremsung  $T_B$



Der Sicherheitsabstand wird durch die feste Verbindung des Pults mit der Maschine gewährleistet, der Gefahrenbereich ist gut einsehbar.

Abbildung 84: Schwenkbares Zweihand-Steuerpult an einer Spritzgießmaschine

<sup>82</sup> Siehe Anhang 7 Nr. 47

<sup>83</sup> Synonym kann auch der Begriff „Befehlseinrichtung“ verwendet werden.



Beträgt die Seillänge mehr als 260 mm, ist die Betätigung der Stellteile mit einer Hand unmöglich (DIN EN 574). Durch die Abdeckung wird die Betätigung durch ein anderes Körperteil verhindert.

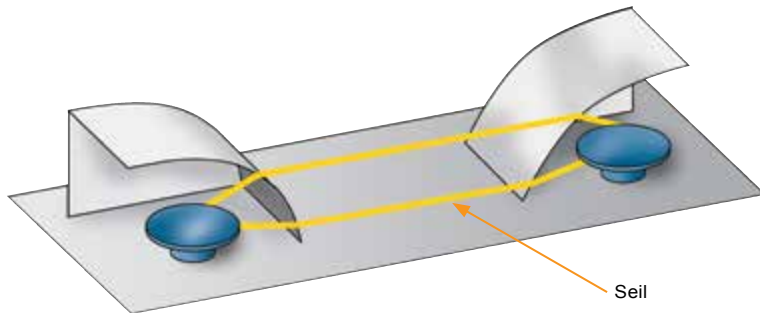


Abbildung 85: Vermeiden des Umgehens von Zweihandsteuerungen mit dem Ellenbogen und der Hand durch Trennwände

Der Mindestabstand vom nächstgelegenen Stellteil zum Gefahrenbereich errechnet sich nach DIN EN ISO 13855 wie folgt:

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

mit S = Sicherheitsabstand

K = Annäherungsgeschwindigkeit 1 600 mm/s

T = Nachlaufzeit des gesamten Systems [s]

C = maximal mögliche Eindringtiefe 250 mm

Ist das Risiko des Eindringens der Hände oder von Teilen der Hände in den Gefahrenbereich während der Betätigung verhindert, z. B. durch angemessene Überdeckung, darf C = 0 sein. Der zulässige Mindestabstand für S beträgt 100 mm. Für die Abschätzung des Sicherheitsabstandes können die Werte aus Abschnitt 6.3.4.2 dieses Merkblatts herangezogen werden.

### 6.5.1.3 Übernahme des Steuerbefehls

Ein besonderes sicherheitstechnisches Problem stellt an vielen Maschinen die sogenannte „Übernahme des Steuerbefehls“ dar. D. h., nach dem Loslassen der Zweihandsteuerung wird die Bewegung nicht mehr unterbrochen, sondern bis zum vollständigen Schließen, z. B. eines Werkzeugs, weitergeführt. In diesem Zustand bleibt der Schließdruck weiterhin bestehen.

Die Übernahme des Steuerbefehls darf nur erfolgen, wenn keine Gefährdung mehr besteht. Dies ist der Fall, wenn die restliche Schließbewegung weniger als 4 mm beträgt. Die Erfahrung zeigt, dass die Bauelemente, die die Übernahme des Steuerbefehls gewährleisten, häufig mangelhaft sind. Ferner zeigt sich in der betrieblichen Praxis, dass die Einstellung des Übernahmepunkts nicht immer, z. B. im Rahmen von Werkzeugwechseln, angepasst wird. So kann die Übernahme schon erfolgen, wenn die Schließbewegung mehr als 4 mm beträgt. Ein weiteres Kriterium für die Beurteilung der Bauelemente, die die Übernahme des Steuerbefehls realisieren, ist deren schwere Umgehbarkeit.

Die in der Abbildung 86 dieses Merkblatts dargestellte Anordnung zweier Positionsschalter, die die Übernahme des Steuerbefehls bewirken, erfüllt die vorgenannten Anforderungen. Die Funktionsweise ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Der Start der gefahrbringenden Bewegung mit Hilfe der Zweihandsteuerung ist nur möglich, wenn beide Positionsschalter unbetätigt sind.
- Die Übernahme des Steuerbefehls erfolgt nur, wenn beide Positionsschalter innerhalb von 3 s betätigt werden.
- Durch die Form des Betätigungs-nockens werden die Positionsschalter für maximal 4 mm betätigt, so dass der Weg, in dem die Schließbewegung ohne die Betätigung der Zweihandsteuerung erfolgen kann, ebenfalls auf maximal 4 mm begrenzt ist.
- Die Übernahme des Steuerbefehls erfolgt nur, wenn beide Betätigungselemente der Zweihandsteuerung betätigt sind.
- Die Funktion der Positionsschalter wird zyklisch überwacht, so dass sich der erste Fehler durch Betriebshemmung bemerkbar macht.

Durch diese Maßnahmen ist sowohl eine hohe Fehlersicherheit (Redundanz) sowie eine hohe Manipulationsfestigkeit gegeben.

Alternativen zu der beschriebenen Einrichtung können aus einer Kombination aus zwei verschiedenen Signalgebern bestehen, z. B. aus einem Positionsschalter, der mit einem Druckschalter zusammen wirkt. Nur wenn der Positionsschalter freigegeben ist und ein gewisser Schließdruck in der Maschine aufgebaut ist, erfolgt die Übernahme des Steuerbefehls. Bei Verwendung zweier Positionsschalter können neben der zuvor skizzierten Anordnung auch zwei Positionsschalter in Öffner-/Schließerkombination angebracht werden. Die Ansteuerung muss in diesem Fall durch ein Anfahrlinéal erfolgen.



Der Steuernocken betätigt die Positionsschalter nur für die letzten 4 mm Hub.

Abbildung 86: Übernahme des Steuerbefehls durch eine Nockenbetätigung



Abbildung 87: Übernahme des Steuerbefehls mit Hilfe eines zweikanalig ausgeführten, berührungslos wirkenden Positionsschalters

#### 6.5.1.4 Anforderungen gemäß Risikograd

In der DIN EN 574 werden 5 Anforderungsstufen (Typen) aufgeführt. Sie unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihrer Funktionsmerkmale als auch im Hinblick auf das Verhalten im Fehlerfall. Die wichtigsten Eigenschaften zeigt Abbildung 88. Wegen der schweren Umgehbarkeit sollen nur Zweihandsteuerungen der Typen IIIA bis IIIC eingesetzt werden, da diese die synchrone Betätigung innerhalb von 0,5 s erfordern.

Merkmale	Anforderungsstufen nach DIN EN 574				
	Typ I	Typ II	Typ III		
			A	B	C
Ausgangssignal nur, wenn beide Betätigungselemente betätigt werden	ja	ja	ja	ja	ja
Erneutes Ausgangssignal nur nach Loslassen beider Betätigungselemente	nein	ja	ja	ja	ja
Ausgangssignal nur bei synchroner Betätigung beider Betätigungselemente	nein	nein	ja	ja	ja
Ein Fehler führt zum Versagen der Steuerung	ja	nein	ja	nein	nein
Ein Fehler führt nicht zum Versagen der Steuerung	nein	ja *	nein	ja *	ja
Vollständige Fehlererkennung, ein Fehler führt nicht zum Versagen der Steuerung	nein	nein	nein	nein	ja

\* Gilt nicht für das elektrische Versagen eines Tasterkontaktes für den Fall, dass nur ein Taster losgelassen wird. Nur in diesem Fall erfolgt bei einem Fehler (Kontaktversagen) keine Unterbrechung der gefahrbringenden Bewegung.

Abbildung 88: Anforderungsstufen für Zweihandsteuerungen nach DIN EN 574

Kategorie	Typ der Zweihandsteuerung	Risikograd nach Abbildung 6
B	–	–
1	I und IIIA	I, II
2	–	II, III
3	II und IIIB	III, IV
4	IIIC	V

Abbildung 89: Vergleich der Kategorien nach DIN EN ISO 13849-1 mit den Typen von Zweihandsteuerungen nach DIN EN 574 und dem Risikograd

## 6.5.2 Tiptaster und Zustimmungseinrichtungen

### 6.5.2.1 Anwendungskriterien

Neben Zweihandsteuerungen, die eine hohe Funktionssicherheit und Schutzwirkung für die Bedienperson gewährleisten, können auch ortsbindende Schutzvorrichtungen eingesetzt werden, das sind Tiptaster (Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung) oder Zustimmungseinrichtungen (Abbildung 90 dieses Merkblatts).

Beide Schutzvorrichtungen können nicht das gleiche Sicherheitsniveau wie Zweihandsteuerungen erreichen, da letztlich die Stillsetzung der gefahrbringenden Bewegungen nur durch ein Schaltelement (Drucktaster) gewährleistet wird, wobei das sicherheitsrelevante Signal nur durch Federkraft erzeugt wird. Des Weiteren besteht im Vergleich zur Zweihandsteuerung eine erhöhte Möglichkeit Manipulationen durchzuführen. So ist es z. B. möglich, die Betätigungselemente von Tiptastern oder Zustimmungseinrichtungen mechanisch zu blockieren<sup>84</sup>.

Tiptaster oder Zustimmungseinrichtungen dürfen daher nur bei geringeren Risiken eingesetzt werden. Die typischen Einsatzbereiche sind Einrichten von Maschinen sowie Beobachten von Arbeitsprozessen.

Weiterhin ist bei der Anwendung von Tiptastern und Zustimmungseinrichtungen zu berücksichtigen, dass vom Betätigungs-ort aus der gesamte Gefahrenbereich einsehbar sein muss und dass sich die gefahrbringenden Bewegungen schnell stillsetzen lassen müssen oder die Gefahr sich auf andere Art und Weise (z. B. durch das Abschwenken von Einzugswalzen) schnell beseitigen lassen muss.



Abbildung 90: Zustimmungseinrichtung

<sup>84</sup> Durch SPS-Überwachung können jedoch manche Manipulationen (z. B. die dauerhafte Blockierung des Tasters) aufgedeckt werden.

### 6.5.2.2 Generelle Anforderungen

Es ist zu berücksichtigen, dass diese Schutzvorrichtungen nur wirksam werden dürfen, wenn Maßnahmen zur Risikoreduzierung zwangsläufig wirksam werden. Diese Forderung wird üblicherweise durch einen Betriebsartenwahlschalter realisiert. Nur in einer bestimmten Stellung dieses in jeder Stellung abschließbaren Schalters wird die Befehleinrichtung wirksam. Hierbei werden die primären Schutzvorrichtungen (z. B. verriegelte Schutztüren oder BWS) unwirksam gemacht, wobei dann die Maschine mit Hilfe der ortsbindenden Einrichtungen in Betrieb genommen werden kann. Nach Anhang I Nr. 1.2.5 der Maschinenrichtlinie müssen in dieser Betriebsart folgende Steuerungsvorgaben zwangsläufig wirksam werden:

- Es sind nur Bewegungen möglich, wenn die Befehleinrichtung (Tiptaster oder Zustimmungseinrichtung) kontinuierlich betätigt wird.
- Gefährliche Bewegungen sind nur unter geringeren Risikobedingungen als im Automatikbetrieb möglich (z. B. reduzierte Geschwindigkeit, reduzierte Leistung, Kraftreduzierung, Schrittbetrieb oder sonstige geeignete Vorkehrungen).
- Gefahren, die sich aus Befehlsverkettungen ergeben, werden ausgeschaltet.
- Maschinenbewegungen, die aufgrund einer direkten oder indirekten Einwirkung von maschineninternen Sensoren eine Gefahr darstellen, werden gesperrt.

Diese Bedingungen müssen gleichzeitig erfüllt werden. In begründeten Ausnahmefällen (z. B. für die Prozessbeobachtung an Werkzeugmaschinen) darf von den risikoreduzierenden Maßnahmen abgewichen werden, wenn der Betriebsartenwahlschalter andere Schutzmaßnahmen auslöst, die so beschaffen sind, dass ein sicherer Arbeitsbereich gewährleistet ist.

Bei einer Befehleinrichtung mit selbstständiger Rückstellung (Tiptaster) werden die Bewegungen sofort beim Betätigen des Tiptasters ausgeführt. Weitere Handlungen sind nicht erforderlich. Im Gegensatz dazu sind bei einer Zustimmungseinrichtung zwei Handlungen notwendig, um die Maschine in Gang zu setzen:

- › Zunächst muss der Zustimmungstaster betätigt werden, wobei hierdurch noch keine Bewegungen ausgelöst werden.
- › Die folgende Betätigung einer zweiten Befehleinrichtung löst die Bewegungen aus. Diese zweite Befehleinrichtung braucht nur einmal kurz betätigt zu werden, eine Dauerbetätigung ist nicht erforderlich.

An Tiptastern und Zustimmungseinrichtungen oder in deren Nähe, wenn diese fest eingebaut sind, muss ein leicht erreichbarer Not-Halt vorhanden sein. Grund: versagt die Befehleinrichtung (Drucktaster), muss durch den Not-Halt die schnelle Stillsetzung der Maschine möglich sein.

Eine Ausnahme ist nur bei Zustimmungseinrichtungen möglich, die über ein dreistufiges Betätigungselement verfügen. Hier erfolgt die Bewegung der Maschine nur, wenn das Betätigungselement in der Mittelstellung gehalten wird. Beim Loslassen sowie beim vollständigen Durchdrücken des Betätigungselements erfolgt die Stillsetzung der gefahrbringenden Bewegungen. Da mit dem vollen Durchdrücken des Betätigungselements das zwangsläufige Öffnen von Kontakten ermöglicht wird, erreicht diese Funktion eine hohe Sicherheit.

Bei der Anordnung von ortsbindenden Schutzvorrichtungen muss von folgender Rangfolge ausgegangen werden:

- › Überprüfen, ob die ortsbindenden Schutzvorrichtungen fest so angebracht werden können, dass während der Betätigung das Erreichen von Gefahrstellen nicht möglich ist.  
Hierzu ist ein Abstand vom ortsfesten Betätigungselement bis zur nächstgelegenen Gefahrstelle von mindestens 2 m einzuhalten. Von dieser Maßnahme soll Gebrauch gemacht werden, wenn die Beobachtung des Gefahrenbereichs und der Arbeitsvorgänge von diesem Abstand aus möglich sind und keine Anreize zum Umgehen der Schutzvorrichtung bestehen. Unter diesen Umständen ist es zulässig, sofern es verfahrenstechnisch notwendig ist, die Maschine mit der üblichen Geschwindigkeit laufen zu lassen.
- › Das Betätigungselement kann ortsbeweglich ausgeführt werden, wenn aus zwingenden Gründen der Abstand von 2 m nicht eingehalten werden kann.  
Zwingende Gründe sind z. B. bessere Beobachtungsmöglichkeiten oder bestimmte Einstellarbeiten. Maßnahmen zur Verringerung des Risikos sind erforderlich, z. B. reduzierte Geschwindigkeiten; zu anderen Maßnahmen siehe die Aufzählung am Anfang von Abschnitt 6.5.2.2 dieses Merkblatts.

Eine typische Anwendung für einen Tipptrieb ist z. B. für bestimmte Maschinenfahrweisen kraftbetätigte Maschinenelemente in unterschiedliche Stellungen zu bringen, z. B. Umlenkwalzen an Maschinen der Folienherstellung (siehe Abbildung 91 dieses Merkblatts). Bei derartigen Anwendungen soll zunächst versucht werden, die Befehleinrichtungen so anzubringen, dass ein Erreichen von Gefahrstellen nicht möglich ist. Ist dies nicht möglich oder mit Nachteilen verbunden (z. B. die unvollständige Einsehbarkeit des Gefahrenbereichs), kann der Tipptaster so angebracht werden, dass die zuvor erwähnten 2 m nicht eingehalten werden. In diesem Fall müssen jedoch reduzierte Geschwindigkeiten wirksam werden.

Bewährt hat sich in diesen Anwendungen eine maximale Geschwindigkeit von 25 mm/s. Bei diesem Geschwindigkeitsniveau ist es noch möglich, im Gefährdungsfall rechtzeitig zu reagieren.

Voraussetzung für die Anwendung von ortsbindenden Befehleinrichtungen ist die rechtzeitige Stillsetzung gefahrbringender Bewegungen. Hierbei ist, ähnlich wie bei Zweihandsteuerungen beschrieben, von einem Sicherheitsabstand auszugehen, der sich nach folgender Formel berechnet:

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

mit S = Sicherheitsabstand

K = Annäherungsgeschwindigkeit 1 600 mm/s

T = Nachlaufzeit des gesamten Systems [s]

C = 2200 mm (Reichweite der ausgestreckten Arme)

### 6.5.2.3 Anforderungen gemäß Risikograd

Mit Tipptastern und Zustimmungseinrichtungen lässt sich prinzipiell nur die Kategorie 1 nach DIN EN ISO 13849-1 erreichen<sup>85</sup>. Diese Schutzeinrichtungen dürfen daher nur bis Risikograd II eingesetzt werden. In Ausnahmefällen, wenn es nach dem Stand der Technik oder aus verfahrens- oder produktionstechnischen Gründen nicht möglich ist, die Maßnahmen zur Risikoreduzierung aus Abschnitt 6.5.2.2 dieses Merkblatts umzusetzen, können sie auch für höhere Risiken eingesetzt werden. In diesen Fällen müssen jedoch soweit möglich ergänzende Schutzmaßnahmen getroffen werden (z. B. mobile trennende Schutzeinrichtungen für den Zeitraum von Einrichtarbeiten).



Abbildung 91: Tipptaster sichert Schwenkbewegung an pneumatisch schwenkbarer Umlenkwalze

<sup>85</sup> In Sonderfällen können Tipptaster oder Zustimmungseinrichtungen auch die Kategorien 3 oder 4 erreichen, wenn sie mit zwei Tastern aufgebaut sind.

## Anhang 1: Anforderungen an die Betriebsanleitung

Nr.	Anforderung	Kommentar
1	Wurde die Maschine mit einer Betriebsanleitung in deutscher Sprache ausgeliefert?	Die Maschinenrichtlinie verlangt vom Maschinenhersteller, dass eine Betriebsanleitung in der Sprache des Verwenderlandes mitgeliefert werden muss (Anhang I Nr. 1.7.4 der Maschinenrichtlinie).
1a	Ist eine eindeutige Zuordnung zwischen der Maschine und der Betriebsanleitung gegeben (z. B. durch gleiche Typenangaben)?	
2	Enthält die Betriebsanleitung Informationen über die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine und wird sie so eingesetzt?	Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehören z. B. Angaben über die zulässigen Aufstellungsbedingungen (Feuchtigkeit, Ex-Bereiche, Temperaturbereiche), Rohstoffe, Qualifikationen des Personals. Ferner sollte beschrieben werden, welche Rohstoffe z. B. nicht in der Maschine verarbeitet werden dürfen.
2a	Enthält die Betriebsanleitung alle notwendigen Beschreibungen für Wartung, für Instandhaltung und für Überprüfung des ordnungsgemäßen Funktionierens, insbesondere Zeichnungen und Schaltpläne?	
3	Enthält die Betriebsanleitung Hinweise über vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen der Maschine?	Das könnten z. B. Hinweise über Werkzeuge oder Materialien sein, die nicht verwendet werden dürfen.
4	Sind in der Betriebsanleitung Angaben über die Kennwerte der Energieversorgung vorhanden?	Hierzu gehören z. B. Angaben über › Spannung, Frequenz, Stromstärke, › Eigenschaften der Druckluftversorgung (Druck, Ölgehalt), › zulässige Ölsorten für Hydraulikaggregate.
5	Enthält die Betriebsanleitung Hinweise über Restrisiken?	Hierzu können z. B. Angaben zählen über › heiße Oberflächen, › scharfe Kanten, z. B. an Werkzeugen, › unter Druck stehende Maschinenteile, › Energiespeicher, z. B. elektrische Kondensatoren, Druckspeicher, große Leitungsvolumina, Zylinder, › elektrische Betriebsmittel, die nach Ausschalten des Hauptschalters weiterhin unter Spannung stehen, › nicht über verriegelte Schutzvorrichtungen gesicherte gefahrbringende Bewegungen.
6	Werden in der Betriebsanleitung Hinweise über die Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen gegeben?	Es ist darauf zu achten, dass die Hinweise über die persönlichen Schutzausrüstungen möglichst konkret abgefasst sind, z. B. <u>schnittfeste</u> Handschuhe.
7	Enthält die Betriebsanleitung alle notwendigen Hinweise über den Transport der kompletten Maschine?	Hierzu zählen insbesondere Angaben über › das Gewicht der Maschine, › die Lage des Schwerpunkts, › die Lage der Anschlagpunkte (mit Skizze), › die Verwendung von Transporteinrichtungen, › Standsicherheit.
8	Werden von der Betriebsanleitung alle Betriebszustände und Betriebsarten der Maschine bezüglich ihrer sicherheitstechnischen Relevanz behandelt?	Hierzu zählen insbesondere › Handbetrieb, Automatikbetrieb, › Verhalten bei Störungen, › Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten, › Fehlersuche, Störungsbeseitigung, › Einrichten der Maschine, › Entsorgung von Gebrauchsmaterial (z. B. Schmierstoffe).

Nr.	Anforderung	Kommentar
9	Enthält die Betriebsanleitung Informationen über die Inbetriebnahme?	Hierzu können z. B. zählen › Anforderungen an Befestigungselemente (Verankerung im Boden, Maßnahmen zur Vibrationsdämpfung), › Anschließen der Energieversorgung, › elektrischer Überlastschutz in der Energieversorgung, › notwendiger Platzbedarf (z. B. unter Berücksichtigung von Schaltschränken), › Aufstellungsplan mit ausreichenden Angaben.
10	Werden in der Betriebsanleitung die Sicherheitseinrichtungen, deren Wirkungsweise und Überprüfung beschrieben?	Hierzu zählen insbesondere › Beschreibung der trennenden (verriegelten) Schutzeinrichtungen, › Wirkungsweise von Not-Halt-Ausrüstungen, › Wirkung von Zweihandsteuerungen, › Wirkungsweise von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (BWS), › Festlegung von Prüfintervallen.
11	Werden die an der Maschine vorhandenen Stellteile und deren Auswirkungen auf die Maschinenfunktion beschrieben?	Hierunter fallen z. B. auch Hinweise für den „Handbetrieb“ bei dem die übliche (automatische) Abfolge von Maschinenfunktionen (Bewegungen) aufgehoben ist und es durch die nun mögliche andere Reihenfolge zu unsicheren Zuständen kommen kann. Des Weiteren sind die Auswirkungen nach Betätigung von Not-Halt-Ausrüstungen zu beschreiben.
12	Sind Anleitungen zur Fehlererkennung und Fehlerortung sicherheitsrelevanter Zustände vorhanden?	Zweckmäßig ist eine Fehleranalyse z. B. in Form von Tabellen (welcher Mangel liegt welchem Verhalten der Maschine zugrunde, wie ist der Mangel zu beseitigen) oder softwaregestützter Systeme.
13	Sind Angaben zur Instandhaltung sicherheitsrelevanter Bauteile vorhanden?	Hierzu zählen insbesondere Angaben über › Art und Häufigkeit von Inspektionen, › Angaben zu Inspektionseingriffen, die nur durch Fachpersonal durchgeführt werden dürfen, › Austauschintervalle für Verschleißteile, z. B. für Hydraulik-Schlauchleitungen, › Spezifikationen sicherheitsrelevanter Ersatzteile.
14	Werden Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung durch besondere Symbole hervorgehoben?	Die Symbole erleichtern es dem Leser, wesentliche Sicherheitshinweise schnell aufzufinden, z. B. solche, die auf mögliche Restrisiken hinweisen.
15	Enthält die Betriebsanleitung ein Inhaltsverzeichnis bzw. ein Stichwortverzeichnis?	Diese Anforderung sollte ab einem Umfang von ca. 20 Seiten eingehalten werden.
16	Enthält die Betriebsanleitung Angaben über die von der Maschine verursachten Lärmemissionen?	Folgende Angaben müssen nach Anhang I Nr. 1.7.4.2 der Maschinenrichtlinie enthalten sein: › Der A-bewertete Emissionsschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen, sofern er 70 dB(A) übersteigt. › Der A-bewertete Schalleistungspegel, wenn der A-bewertete Emissionsschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen 80 dB(A) übersteigt.



## Anhang 2: Allgemeine Angaben in Kaufverträgen<sup>86</sup>

### Anlage zu einem Auftragsschreiben für die Bestellung einer neuen Maschine:

Mit der Annahme des Auftrages verpflichtet sich der Auftragnehmer, die nachstehenden Bestimmungen bzw. Anforderungen zu beachten.

#### 1. Die Maschine muss

folgenden europäischen Richtlinien, soweit zutreffend, entsprechen:

- › Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)
- › Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG),
- › EMV-Richtlinie (2004/108/EG).

Die vorgenannten Verpflichtungen des Auftragnehmers schließen ein, dass

- › an einer verwendungsfertigen Maschine die CE-Kennzeichnung angebracht ist,
- › Übereinstimmung mit dem sicherheitstechnischen Niveau der arbeitsmittelspezifischen harmonisierten europäischen Norm (Typ-C-Norm) besteht (Normenrecherche z. B. unter [www.kan.de/nora](http://www.kan.de/nora)),
- › einer Maschine mit CE-Kennzeichnung eine EG-Konformitätserklärung entsprechend Anhang II A der Maschinenrichtlinie in deutscher Sprache beigelegt ist,
- › einer unvollständigen Maschine die Einbauerklärung<sup>87</sup> gemäß Anhang II B der Maschinenrichtlinie beigelegt ist, in der entsprechend dem Lieferumfang des Herstellers Konformität mit allen weiteren zutreffenden Richtlinien erklärt wird,
- › eine Betriebsanleitung gemäß Anhang I Nr. 1.7.4 der Maschinenrichtlinie in deutscher Sprache mitgeliefert wird; insbesondere sind die vorgeschriebenen Lärmemissionswerte zu ermitteln und zu dokumentieren.

#### 2. Weitere Empfehlungen für Dokumente, soweit zutreffend

- › Messprotokolle bezüglich der elektrischen Sicherheit (Schutzleiterwiderstand, Isolationswiderstand) für Maschinen, wenn sie beim Anwender vom Hersteller montiert werden.
- › Technische Dokumentation einschließlich Risikobeurteilung in Anlehnung an Anhang VII der Maschinenrichtlinie im erforderlichen Umfang. Bei unvollständigen Maschinen sind technische Unterlagen in dem Umfang erforderlich, der notwendig ist, um die Maschine konform zu machen.

#### 3. Funktionstest nach dem Zusammenbau

Bei Maschinen, die beim Betreiber durch den Hersteller zusammengebaut werden, wird empfohlen, den Maschinenhersteller zu verpflichten, nach Zusammenbau der Maschine gemeinsam mit dem Käufer eine Sicherheitsüberprüfung der Maschine vorzunehmen und hierüber ein Protokoll zu erstellen. Hierbei sind insbesondere zu überprüfen

- › die Vollständigkeit der Schutzeinrichtungen,
- › die Wirksamkeit der Schutzeinrichtungen.

#### 4. Unvollständige Maschine

Der Hersteller ist verpflichtet

- › seinen Liefer- und Leistungsumfang exakt zu beschreiben,
- › dem Käufer alle erforderlichen Angaben an den Schnittstellen zu machen, damit dieser seinen Leistungsumfang bezüglich funktionaler und sicherheitstechnischer Ergänzungen abschätzen, planen und durchführen kann.
- › eine Montageanleitung nach Anhang VI der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zu liefern.

---

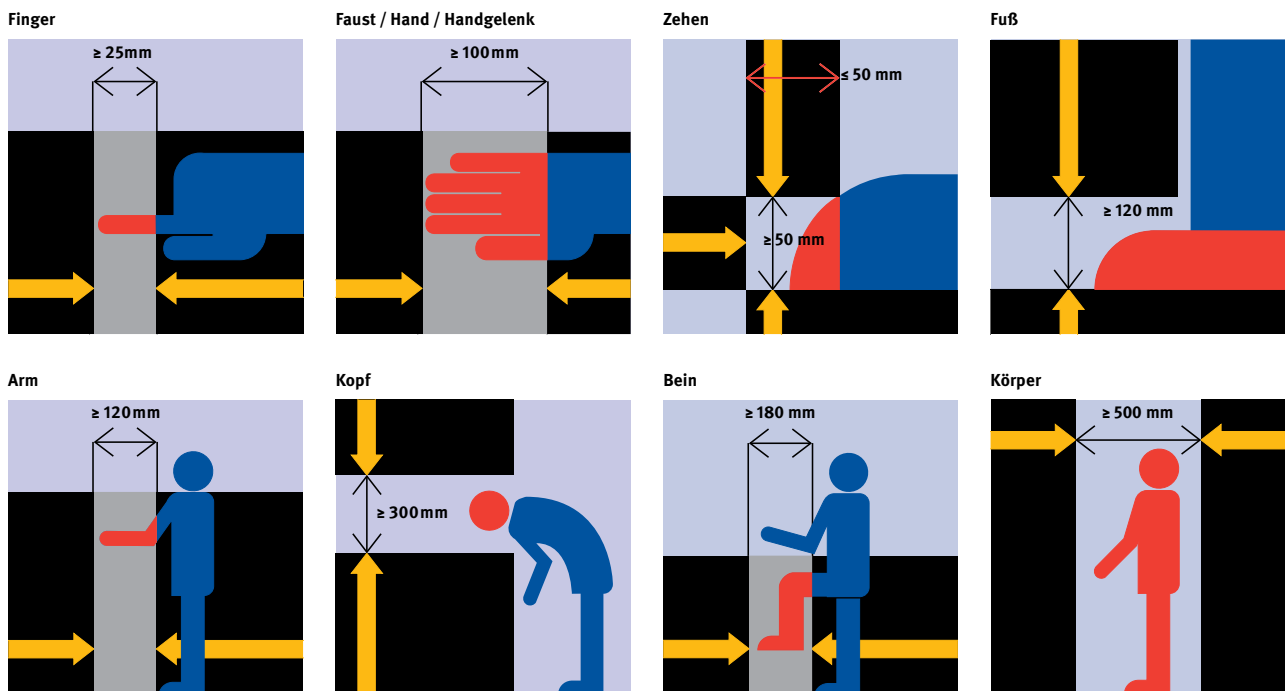
<sup>86</sup> Siehe auch Abschnitt 4 des Merkblatts T 008-0 der BG RCI

<sup>87</sup> In der zurückgezogenen Maschinenrichtlinie 98/37/EG wurde nur eine Herstellererklärung gefordert.

## Anhang 3: Sicherheitsabstände nach DIN EN 349 und DIN EN ISO 13857

### Mindestabstände (nach DIN EN 349)

Sind Gefahrstellen an Maschinen durch konstruktive Maßnahmen nicht zu vermeiden und werden diese durch Schutzvorrichtungen gesichert, so sind Sicherheitsabstände einzuhalten.



Eine Quetschstelle wird für die angegebenen Körperteile nicht als Gefahrstelle angesehen, wenn die genannten Abstände nicht unterschritten werden.

Abbildung 92: Mindestabstände nach DIN EN 349

#### Hinweise zur Anwendung der Tabelle (siehe Abbildung 93)

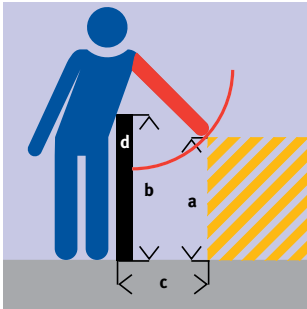
Sind Gefahrstellen an Maschinen durch konstruktive Maßnahmen nicht zu vermeiden und werden diese durch trennende Schutzvorrichtungen gesichert, so sind Sicherheitsabstände nach DIN EN 13857 einzuhalten.

Jedem Wertepaar, bestehend aus **a** und **b** sind zwei Angaben für **c** zugeordnet. Der obere Wert kann angewendet werden, wenn ein geringes Risiko durch die trennende Schutzvorrichtung abgesichert werden soll. Bei hohem Risiko ist der untere Wert für **c** maßgeblich.

**Beispiel:**  $a = 1600\text{ mm}$ ,  $b = 1400\text{ mm}$   
daraus ergibt sich bei geringem Risiko:  $c = 900\text{ mm}$ ,  
bei hohem Risiko:  $c = 1100\text{ mm}$

Ein geringes Risiko liegt vor, bei geringer Eintrittswahrscheinlichkeit einer Verletzung und geringer Verletzungsschwere.

## Obere Gliedmaßen – Sicherheitsabstände (nach DIN EN ISO 13857)



- a Höhe des Gefahrenbereichs
- b Höhe der schützenden Konstruktion
- c waagerechter Abstand zum Gefahrenbereich
- d schützende Konstruktion

Für die Bestimmung der notwendigen Sicherheitsabstände ist eine Risikobewertung nach EN ISO 12100-1 bzw. EN ISO 14121-1 durchzuführen.

Wenn die Werte für a, b oder c zwischen zwei Werten in der Tabelle liegen, sind die Werte anzuwenden, die das höhere Sicherheitsniveau ergeben.

Höhe des Gefahrenbereiches a <sup>2</sup>	Höhe der schützenden Konstruktion b <sup>1</sup>								
	1000	1200	1400 <sup>3</sup>	1600	1800	2000	2200	2400	2500
2600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	900	800	700	600	600	500	400	300	100
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	–
	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100
2200	600	600	500	500	400	350	250	–	–
	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	–
2000	1100	900	700	600	500	350	–	–	–
	1400	1300	1100	900	800	600	400	–	–
1800	1100	1000	900	900	600	–	–	–	–
	1500	1400	1100	900	800	600	–	–	–
1600	1300	1000	900	900	500	–	–	–	–
	1500	1400	1100	900	800	500	–	–	–
1400	1300	1000	900	800	100	–	–	–	–
	1500	1400	1100	900	800	–	–	–	–
1200	1400	1000	900	500	–	–	–	–	–
	1500	1400	1100	900	700	–	–	–	–
1000	1400	1000	900	300	–	–	–	–	–
	1500	1400	1000	800	–	–	–	–	–
800	1300	900	600	–	–	–	–	–	–
	1500	1300	900	600	–	–	–	–	–
600	1200	500	–	–	–	–	–	–	–
	1400	1300	800	–	–	–	–	–	–
400	1200	300	–	–	–	–	–	–	–
	1400	1200	400	–	–	–	–	–	–
200	1100	200	–	–	–	–	–	–	–
	1200	900	–	–	–	–	–	–	–
0	1100	200	–	–	–	–	–	–	–
	1100	500	–	–	–	–	–	–	–

Horizontaler Abstand zum Gefahrenbereich c<sup>4</sup>

Maße in mm

- 1) Schützende Konstruktionen mit einer Höhe unter 1000 mm sind nicht enthalten, da sie die Bewegung nicht zufriedenstellend einschränken.
- 2) Für Gefahrenbereiche über 2500 bzw. 2700 mm siehe Sicherheitsabstände beim Hinaufreichen.
- 3) Schützende Konstruktionen niedriger als 1400 mm sollten bei hohem Risiko nicht ohne zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen benutzt werden.
- 4) Der obere Wert gilt bei **geringem Risiko**. Der untere Wert gilt bei **hohem Risiko** oder es müssen andere sicherheitstechnische Maßnahmen angewendet werden.

Abbildung 93: Sicherheitsabstände für das Hinüberreichen nach DIN EN ISO 13857

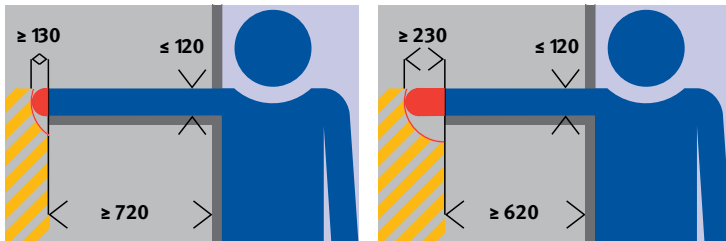
Körperteil	Illustration	Öffnung <sup>2</sup> e	Sicherheitsabstand s		
			Schlitz	Quadrat	Kreis
Fingerspitze		$e \leq 4$	$s \geq 2$	$s \geq 2$	$s \geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$s \geq 10$	$s \geq 5$	$s \geq 5$
Finger bis Fingerwurzel oder Hand		$6 < e \leq 8$	$s \geq 20$	$s \geq 15$	$s \geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$s \geq 80$	$s \geq 25$	$s \geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$s \geq 100$	$s \geq 80$	$s \geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$s \geq 120$	$s \geq 120$	$s \geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$s \geq 850$ <sup>1)</sup>	$s \geq 120$	$s \geq 120$
Arm bis Schultergelenk		$30 < e \leq 40$	$s \geq 850$	$s \geq 200$	$s \geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$s \geq 850$	$s \geq 850$	$s \geq 850$

Maße in mm

1) Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung  $\leq 65$  mm ist, wirkt der Daumen als Begrenzung und der Sicherheitsabstand kann auf 200 mm reduziert werden.

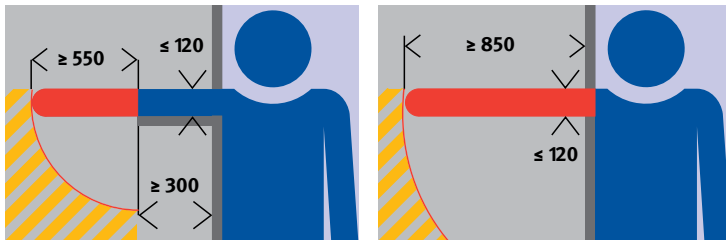
2) Die Abmessung der Öffnung e entsprechen der Seite einer quadratischen, dem Durchmesser einer kreisförmigen und der kleinsten Abmessung einer schlitzförmigen Öffnung. Für Öffnungen  $> 120$  mm müssen die Sicherheitsabstände gegen Hinüberreichen über schützende Konstruktionen angewendet werden.

Abbildung 94: Sicherheitsabstände für das Hindurchreichen durch Öffnungen nach DIN EN ISO 13857



**Arm und Hand bis zur Fingerwurzel unterstützt**

**Arm bis zum Handgelenk unterstützt**



**Arm bis zum Ellenbogen unterstützt**

**Begrenzung der Bewegung nur an Schulter und Achselhöhle**

Maße in mm

Abbildung 95: Sicherheitsabstände für das Hinauf- und Herumreichen nach DIN EN ISO 13857

Körperteil	Illustration	Öffnung e	Sicherheitsabstand s	
			Schlitz	Quadrat / Kreis
Zehenspitze / Zehe		$e \leq 5$	$s = 0$	$s = 0$
		$5 < e \leq 15$	$s \geq 10$	$s = 0$
		$15 < e \leq 35$	$s \geq 80^{1)}$	$s \geq 25$
Fuß		$35 < e \leq 60$	$s \geq 180$	$s \geq 80$
		$60 < e \leq 80$	$s \geq 650^{2)}$	$s \geq 180$
Bein bis zum Knie		$80 < e \leq 95$	$s \geq 1100^{3)}$	$s \geq 650^{2)}$
Bein bis zum Schritt		$95 < e \leq 180$	$s \geq 1100^{3)}$	$s \geq 1100^{3)}$
		$180 < e \leq 240$	nicht zulässig	$s \geq 1100^{3)}$

Maße in mm

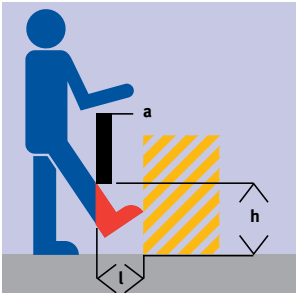
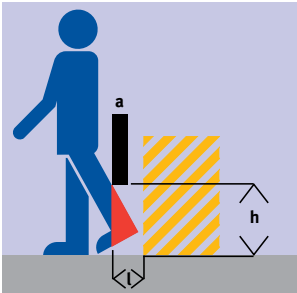
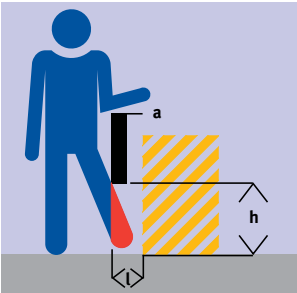
- 1) Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung  $\leq 75$  mm ist, kann der Sicherheitsabstand auf  $\geq 50$  mm reduziert werden.  
 2) Der Wert bezieht sich auf das Bein (Zehenspitze bis zum Knie).  
 3) Der Wert bezieht sich auf das Bein (Zehenspitze bis zum Schritt).

Abbildung 96: Sicherheitsabstände beim Hindurchreichen für die unteren Gliedmaßen nach DIN EN ISO 13857

#### Hinweise zur Anwendung

Sind beim Herantreten an eine Gefahrstelle Füße und Beine bei aufrechter Körperhaltung gefährdet, sind die Werte der Tabelle einzuhalten. Wo ein Risiko durch Ausrutschen oder Missbrauch besteht, kann die Anwendung der in der Tabelle angegebenen Werte ungeeignet sein.

Wenn der Wert h zwischen zwei Werten in der Tabelle liegt, sollte der Abstand für den höheren Wert von h angewendet werden.

	Fall 1	Fall 2	Fall 3
<b>l</b> Blockierabstand			
<b>a</b> Schützende Konstruktion			
<b>h</b> Höhe bis zur schützenden Konstruktion			
<b>h ≤ 200</b>	<b>l ≥ 340</b>	<b>l ≥ 665</b>	<b>l ≥ 290</b>
<b>200 &lt; h ≤ 400</b>	<b>l ≥ 550</b>	<b>l ≥ 765</b>	<b>l ≥ 615</b>
<b>400 &lt; h ≤ 600</b>	<b>l ≥ 850</b>	<b>l ≥ 950</b>	<b>l ≥ 800</b>
<b>600 &lt; h ≤ 800</b>	<b>l ≥ 950</b>	<b>l ≥ 950</b>	<b>l ≥ 900</b>
<b>800 &lt; h ≤ 1000</b>	<b>l ≥ 1125</b>	<b>l ≥ 1195</b>	<b>l ≥ 1015</b>

Maße in mm

Abbildung 97: Sicherheitsabstände zum Verhindern des freien Zugangs durch die unteren Gliedmaßen nach DIN EN ISO 13857 (Anhang B, informativ)

Die Tabelle enthält Abstände für besondere Fälle, in denen der Zugang der unteren Gliedmaßen für die in aufrechter Körperhaltung verbleibenden Personen ohne jegliche zusätzliche Hilfe behindert ist. Wo ein Risiko durch Ausrutschen oder Missbrauch besteht, kann die Anwendung der in der Tabelle angegebenen Werte ungeeignet sein.

Wenn der Wert h zwischen zwei Werten in der Tabelle liegt, sollte der Abstand für den höheren Wert von h angewendet werden.

## Anhang 4: IP-Codes

Erläuterung des IP-Codes für „Schutzarten durch Gehäuse“ nach DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1)

Der IP-Code ist ein internationales Bezeichnungssystem, um die Schutzart (die Schutzgrade) durch ein Gehäuse gegen

- › den Zugang von Personen zu gefährlichen Teilen (elektrisch und mechanisch),
- › das Eindringen von festen Fremdkörpern und
- › das Eindringen von Wasser

anzuzeigen sowie ggf. zusätzliche Informationen in Verbindung mit einem solchen Schutz anzugeben.

### IP-Code ohne Verwendung fakultativer Buchstaben:

	IP	3	4
Code Buchstaben _____			
Erste Kennziffer _____	Personen- und Fremdkörperschutz		
Zweite Kennziffer _____	Wasserschutz		

Ein Gehäuse mit dieser Bezeichnung (IP-Code)

- 3 – schützt Personen, die mit Werkzeugen mit einem Durchmesser von 2,5 mm und größer umgehen, gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen;
  - schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser von 2,5 mm und größer;
- 4 – schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen schädliche Wirkungen durch Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse gespritzt wird.

### IP-Code mit Verwendung fakultativer Buchstaben:

	IP	2	3	C	S
Code Buchstaben _____					
Erste Kennziffer _____	Personen- und Fremdkörperschutz				
Zweite Kennziffer _____	Wasserschutz				
Zusätzlicher Buchstabe _____	zusätzlicher Berührungsschutz				
Ergänzender Buchstabe _____					

Ein Gehäuse mit dieser Bezeichnung (IP-Code)

- 2 – schützt Personen gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit Fingern;
  - schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser von 12,5 mm und größer;
- 3 – schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen schädliche Wirkungen durch Wasser, das gegen das Gehäuse gespritzt wird;
- C – schützt Personen, die mit Werkzeugen mit einem Durchmesser von 2,5 mm und größer und einer Länge nicht über 100 mm umgehen, gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen (das Werkzeug kann in das Gehäuse bis zu seiner vollen Länge eindringen);
- S – wird für den Schutz gegen schädliche Wirkungen durch das Eindringen von Wasser geprüft, während alle Teile des Betriebsmittels im Stillstand sind.

Abbildung 98: Bezeichnungsbeispiele mit dem IP-Code



<b>Bestandteil</b>	<b>Ziffern oder Buchstaben</b>	<b>Bedeutung für den Schutz des Betriebsmittels</b>	<b>Bedeutung für den Schutz von Personen</b>	
Code Buchstaben	IP	Gegen Eindringen von festen Fremdkörpern	Gegen Zugang zu gefährlichen Teilen mit	
Erste Kennziffer	0.	(nicht geschützt)	(nicht geschützt)	
	1	50 mm Durchmesser	Handrücken	
	2	≥ 12,5 mm Durchmesser	Finger	
	3	≥ 2,5 mm Durchmesser	Werkzeug	
	4	≥ 1,0 mm Durchmesser	Draht	
	5 6	staubgeschützt staubdicht	Draht Draht	
		Gegen Eindringen von Wasser mit schädlichen Wirkungen		
Zweite Kennziffer	.0	(nicht geschützt)	—	
	1	senkrecht Tropfen		
	2	Tropfen (15° Neigung)		
	3	Sprühwasser		
	4	Spritzwasser		
	5	Strahlwasser		
	6	starkes Strahlwasser		
	7	zeitweiliges Untertauchen		
	8	dauerndes Untertauchen		
	9	Hochdruck und hohe Strahlwassertemperatur		
Zusätzlicher Buchstabe (fakultativ)	A	—	Handrücken	
	B		Finger	
	C		Werkzeug	
	D		Draht	
Ergänzender Buchstabe (fakultativ)	H	Ergänzende Information speziell für Hochspannungsgeräte	—	
	M			Bewegung während Wasserprüfung
	S			Stillstand während Wasserprüfung
	W			Wetterbedingungen

Abbildung 99: IP-Code für „Schutzarten durch Gehäuse“ nach VDE 0470 Teil 1











	<b>Schutz-grad</b>	<b>Bedeutung des Schutzgrades mit Kurzbeschreibung und Definition für den Schutz des Gehäuses</b>	<b>Bildzeichen/Symbole nach DIN VDE IEC Publ. 598-1 und annähernde Zuordnung zum IP-Code</b>	
Erste Kennziffer		Staubschutz		
	IP5.	Staubgeschützt. Eindringen von Staub nicht vollständig verhindert (unschädliche Menge).	staubgeschützt	
	IP6.	Staubdicht. Staub darf nicht eindringen.	staubdicht	
Zweite Kennziffer		Wasserschutz		
	IP.0	Nicht geschützt		
	IP.1	Geschützt gegen Tropfwasser. Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben.	tropfwasser- geschützt	
	IP.2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist. Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.	tropfwasser- geschützt	
	IP.3	Geschützt gegen Sprühwasser. Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	sprühwasser- und regengeschützt	
	IP.4	Geschützt gegen Spritzwasser. Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	spritzwasserge- schützt	
	IP.5	Geschützt gegen Strahlwasser. Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	strahlwasserge- schützt	
	IP.6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser. Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	wasserdicht	
	IP.7	Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser. Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.	eintauchgeschützt, wasserdicht	
	IP.8	Geschützt gegen die Wirkungen beim dauernden Untertauchen in Wasser. Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als für Kennziffer 7.	...bar ...m untertauch- geschützt, druckwasserdicht	
	IP.9	Geschützt gegen Hochdruck und hohe Strahlwassertemperaturen. Wasser, das bei hohem Druck und hohen Temperaturen aus allen Richtungen gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	–	–

Abbildung 100: Annähernde Zuordnung des IP-Codes zu den Bildzeichen und Symbolen nach DIN VDE IEC Publ. 598-1

## Anhang 5: Kriterien für die Festlegung von Fristen für die Prüfung von Maschinen durch befähigte Personen

### 1. Vorbemerkung

Diese Empfehlung dient zur Konkretisierung von § 3 Abs. 6 der Betriebssicherheitsverordnung. Mit dieser Empfehlung kann nicht der Umfang der Prüfungen festgelegt werden. Führt die Anwendung dieser Empfehlung zu einer Verlängerung der vom Hersteller vorgegebenen Prüffristen, sind ggf. Haftungsansprüche zu berücksichtigen. Abweichungen sind in diesem Fall nur auf der Basis einer Risikoanalyse zu treffen. Ferner dürfen die ermittelten Prüffristen nicht dafür herangezogen werden, die vom Maschinenhersteller vorgegebenen Intervalle für Wartung und Instandhaltung zu ändern.

### 2. Geltungsbereich

Die mit dieser Empfehlung ermittelten Prüffristen beziehen sich auf sicherheitstechnisch relevante Bauteile und Schutzeinrichtungen von Maschinen, z. B.

- › trennende Schutzeinrichtungen,
- › berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen,
- › ortsbindende Schutzeinrichtungen,
- › Einrichtungen zur Risikoverringerung (z. B. reduzierte Geschwindigkeit),
- › hydraulische und pneumatische Steuerungen,
- › elektrische Steuerungen,
- › Verriegelungsstromkreise.

Diese Empfehlung darf nicht für überwachungsbedürftige Anlagen angewendet werden.

### 3. Begriffsbestimmungen

**Redundante Steuerungen mit Fehlererkennung** sind dadurch gekennzeichnet, dass der Ausfall von sicherheitsrelevanten Bauteilen der Steuerung selbsttätig erkannt wird. Ein Fehler führt nicht zum Versagen der Steuerung. Fehler in den Überwachungskreisen müssen nicht erkannt werden.

**Steuerungen ohne Fehlererkennung** sind dadurch gekennzeichnet, dass sicherheitsrelevante Bauteile sowohl in der Vor- als auch in der Hauptsteuerung nicht überwacht werden. Ein Fehler kann zum Verlust von Sicherheitsfunktionen führen.

**Prüfintervall (PI)** ist der Zeitraum zwischen zwei Prüfungen durch eine befähigte Person.

Ein **Mangel** liegt vor, wenn sicherheitsrelevante Bauteile oder Schutzeinrichtungen Sicherheitsfunktionen nicht mehr oder nicht mehr vollständig ausführen können.

Eine **unmittelbare Gefährdung** liegt vor, wenn durch einen Mangel eine Gefahr im Verzug hervorgerufen wird. Hierbei wird angenommen, dass ein Unfall, der Verletzungen hervorrufen kann, mit hoher Wahrscheinlichkeit durch den Mangel eintritt.

Eine **häufige Gefährdungsexposition** liegt vor, wenn bestimmungsgemäß zyklisch in den Gefahrenbereich eingegriffen wird.

#### 4. Festlegung der Prüfindtervälle


Die Bestimmung der Prüfindtervälle kann mit Hilfe der in den Diagrammen festgelegten Abläufe und Kriterien erfolgen. Die ermittelten Prüfindtervälle können nur angewendet werden, wenn innerhalb der Intervalle keine wesentliche Nutzungsänderung stattfindet, die Einfluss auf die Sicherheitsfunktion der Maschine hat. In gleicher Weise können Änderungen der Umgebungsbedingungen die Ergebnisse beeinflussen, die mit Hilfe der Diagramme ermittelt werden.

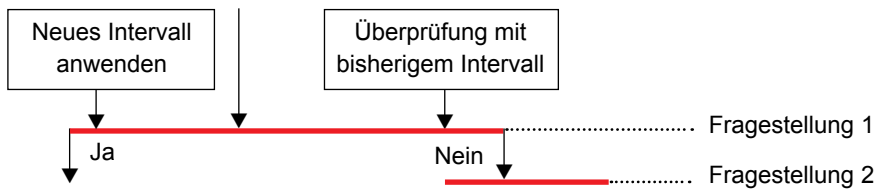
In den Diagrammen sind die **Bestimmungsregeln** für die Prüfindtervälle wie folgt zu verstehen:

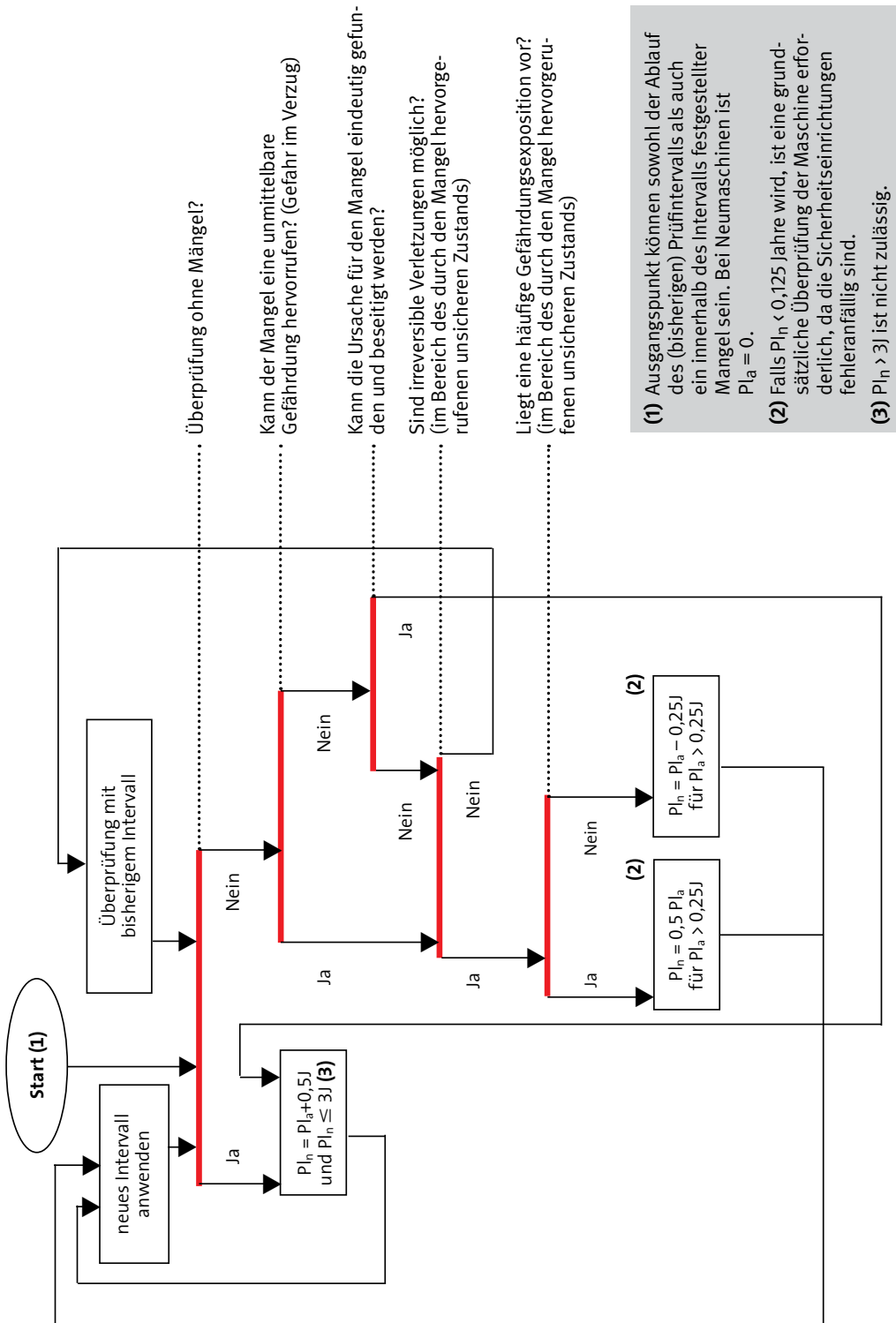
$$PI_n = PI_a + 0.5J$$

Neues Prüfindtervall      Altes (bisheriges) Prüfindtervall      J = Jahre

Das Diagramm ist immer nach Ablauf des vorher festgelegten (alten) Prüfindtervalls oder bei der Feststellung eines Mangels anzuwenden. **Falls beim Durchlaufen des Diagramms zwei Bestimmungsregeln anzuwenden sind, ist als Ausgangswert der zweiten Regel der zuvor berechnete Wert in die nachfolgende Bestimmungsregel einzusetzen.**

Die waagerechten  Linien in den Diagrammen stellen Entscheidungsrauten dar, denen Fragestellungen durch punktierte ..... Linien zugeordnet werden. Jede Entscheidungsraute lässt sich mit ja oder nein beantworten.





- (1) Ausgangspunkt können sowohl der Ablauf des (bisherigen) Prüfintervalls als auch ein innerhalb des Intervalls festgestellter Mangel sein. Bei Neumaschinen ist  $PI_a = 0$ .
- (2) Falls  $PI_n < 0,125$  Jahre wird, ist eine grundsätzliche Überprüfung der Maschine erforderlich, da die Sicherheitseinrichtungen fehleranfällig sind.
- (3)  $PI_n > 3J$  ist nicht zulässig.

Abbildung 101: Festlegung von Prüfintervallen  
 – Maschinen mit redundanter Steuerung mit Fehlererkennung –



## 5. Empfehlungen zu elektromechanischen Bauteilen

Über die vorgenannten Anforderungen hinaus gelten für elektromechanische Bauteile folgende Empfehlungen europäisch notifizierter Prüfstellen (RfU nach CNB/M/11.050<sup>88</sup>)

Für elektromechanische Bauteile, die unmittelbar die Abschaltung gefahrbringender Bewegungen bewirken (als Leistungsschaltelement in Abb. 19 und 20 dieses Merkblatts bezeichnet) wurden auf europäischer Ebene Empfehlungen in Abhängigkeit vom erforderlichen Performance Level PLr (siehe auch Abschnitt 4.5) für die Festlegung von Prüfintervallen herausgegeben. Bei den nachfolgenden Werten wird vorausgesetzt, dass die Steuerungen zweikanalig<sup>89</sup> aufgebaut sind. Folgende Prüfintervalle sollen eingehalten werden:

- › Für PLr = e mindestens einmal pro Monat
- › Für PLr = d mindestens einmal pro Jahr

Zu den elektromechanischen Bauteilen zählen insbesondere:

- › Hauptschütze
- › Hydraulikventile
- › Pneumatikventile
- › Elektromechanische federbelastete Bremsen

Mit der Prüfung soll insbesondere festgestellt werden, ob die Leistungsschaltelemente beider Kanäle noch funktionsfähig sind. Hierzu ist das Leistungsschaltelement eines Kanals unwirksam zu machen (z. B. durch Anlegen der Steuerspannung) und anschließend kann der zweite Kanal z. B. durch Auslösen der Schutzfunktion getestet werden.

---

<sup>88</sup> Recommendation for Use nach *Coordination Notified Bodies/Machinery 11.050*

<sup>89</sup> Der PL = d lässt sich auch 1-kanalig umsetzen. In den meisten C-Normen wird aber gefordert, diesen PL 2-kanalig auszuführen. Es ist empfehlenswert, bei der Beschaffung von Maschinen, für die es keine C-Norm gibt, den PL = d mit der Zweikanaligkeit schriftlich im Kaufvertrag festzulegen. Der PL = e kann nur mit zweikanaligen Strukturen erreicht werden.

## Anhang 6: Beispiel für eine Konformitätserklärung<sup>90</sup>

**EG Konformitätserklärung** gemäß Art. 7 und Anh. II A der Maschinenrichtlinie (EG-Richtlinie 2006/42/EG) für **Tablettenpresse 3600, Typ HD**

### 1. Name und Anschrift des Herstellers

A&B Maschinenbau GmbH  
Baustraße 1, 20097 Hamburg

### 2. Bevollmächtigte Person zur Zusammenstellung der technischen Dokumentation

Herr Hans Schmitt ist bevollmächtigt, die technische Dokumentation nach Anhang VII, Abschnitt A, der Richtlinie 2006/42/EG zusammenzustellen. Die Anschrift von Herrn Schmitt lautet:

Musterweg 13  
12345 Seedorf  
Deutschland

### 3. Beschreibung der Maschine

Rundläufer-Tablettenpresse zum Verpressen von pharmazeutischen Wirkstoffen

### 4. Erklärungen des Herstellers

Der Hersteller erklärt, dass die Maschine allen einschlägigen Bestimmungen der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) entspricht.

Ferner erklärt der Hersteller, dass die Maschinen allen einschlägigen Bestimmungen folgender Richtlinie entspricht:

- EMV Richtlinie (2004/108/EG)

### 5. Angewandte harmonisierte Normen

DIN EN ISO 13857:2008	DIN EN ISO 13850:2009
DIN EN 574: 2008	DIN EN 1088: 2008
DIN EN ISO 14120:2016	DIN EN ISO 12100:2011
DIN EN ISO 13849-1: 2008, mit PI = d für den Rundläufer	

### 6. Angewandte nationale technische Normen und technische Spezifikationen

keine

### 7. Angaben zum Unterzeichner der Konformitätserklärung

Der Unterzeichner ist der Geschäftsführer der A&B Maschinenbau GmbH

Hamburg, den 15. Januar 2012

*Unterschrift*  
A. Meier

---

<sup>90</sup> Zum Konformitätsbewertungsverfahren siehe Artikel 12 der Maschinenrichtlinie.



## Anhang 6a: Beispiel für eine Einbauerklärung

**EG Einbauerklärung** gemäß Art. 13 und Anh. II B der Maschinenrichtlinie (EG-Richtlinie 2006/42/EG) für **Palettierer 100, Typ HDWETT**

### 1. Name und Anschrift des Herstellers

A&B Maschinenbau GmbH  
Baustraße 1, 20097 Hamburg

### 2. Bevollmächtigte Person zur Zusammenstellung der technischen Dokumentation

Herr Hans Schmitt ist bevollmächtigt, die technische Dokumentation nach Anhang VII, Teil B, der Richtlinie 2006/42/EG zusammenzustellen. Die Anschrift von Herrn Schmitt lautet:

Holzweg 100  
12345 Musterstadt  
Deutschland

### 3. Beschreibung der unvollständigen Maschine

Palettierer für Europaletten

### 4. Erklärungen des Herstellers

Der Hersteller erklärt, dass die unvollständige Maschine den in der Anlage beigefügten grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) entspricht. Ferner erklärt der Hersteller, dass die unvollständige Maschine den einschlägigen Bestimmungen folgender Richtlinien entspricht:

- EMV Richtlinie (2004/108/EG)

Der Hersteller erklärt weiterhin, dass die technischen Unterlagen gemäß Anhang VII, Teil B, der Richtlinie erstellt wurden.

### 5. Verpflichtung gegenüber der Marktaufsicht

Der Hersteller verpflichtet sich, den Marktaufsichtsbehörden auf begründetes Verlangen die technischen Unterlagen nach Nr. 4 in gedruckter Fassung zu übermitteln.

### 6. Inbetriebnahme der unvollständigen Maschine

Die unvollständige Maschine darf erst in Betrieb genommen werden, wenn festgestellt wurde, dass die Maschine, in die die unvollständige Maschine eingebaut werden soll, den Bestimmungen dieser Richtlinie entspricht.

### 7. Angaben zum Unterzeichner der Herstellererklärung

Der Unterzeichner ist der Geschäftsführer der A&B Maschinenbau GmbH.

### Anlage zur Einbauerklärung

#### Palettierer 100, Typ HDWETT

Die A&B Maschinenbau GmbH erklärt, dass die unvollständige Maschine folgenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG entspricht:

Anforderung nach Anhang I der MRL	getroffene Maßnahme <sup>91</sup>
1.2.2 Grundsätze für die Integration der Sicherheit	Der Drehtisch ist so ausgeführt, dass die Drehung keine Gefahrstellen hervorruft
1.1.5 Konstruktion der Maschine im Hinblick auf die Handhabung	Zum Transport der Maschine sind Führungsschienen für Gabelstaplerzinken vorhanden
1.3.2 Bruchrisiko beim Betrieb	Vorgesteuerte Rückschlagventile direkt am Zylinder, ausreißsichere Hydraulikschläuche

Hamburg, den 15. Januar 2012

*Unterschrift*  
A. Meier

<sup>91</sup> Eine Beschreibung der getroffenen Maßnahmen wird in der Richtlinie nicht gefordert, es ist aber empfehlenswert, dieses vertraglich zu vereinbaren.

## Anhang 7: Literaturverzeichnis

sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

**Keine verbindlichen Rechtsnormen** sind Technische Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

### Fundstellen im Internet

Die Merkblattreihen der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 2 000 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter [www.kompendium-as.de](http://www.kompendium-as.de).

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter [www.bgrci.de/praevention](http://www.bgrci.de/praevention) und [fachwissen.bgrci.de](http://fachwissen.bgrci.de).

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung unter [medienshop.bgrci.de](http://medienshop.bgrci.de).

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen werden im Downloadcenter Prävention unter [downloadcenter.bgrci.de](http://downloadcenter.bgrci.de) kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter [publikationen.dguv.de](http://publikationen.dguv.de) zu finden

**Seit dem 1. Mai 2014 gilt für das Vorschriften- und Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) eine neue Systematik und Nummerierung.**

# 1. Gesetze, Verordnungen, europäische Richtlinien

## Bezugsquellen: Buchhandel

Freier Download unter [www.bundesrecht.juris.de](http://www.bundesrecht.juris.de) (Gesetze und Verordnungen) bzw. [www.baua.de](http://www.baua.de) (Technische Regeln und Bekanntmachungen zur Betriebssicherheit BekBS)

- 1 Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)
- 2 Erste Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt) (1. ProdSV)
- 3 Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) (9. ProdSV)
- 4 Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung) (11. ProdSV)
- 5 Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung) (14. ProdSV)
- 6 Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibration (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV) mit Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV)
- 7 Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- 8 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Bekanntmachungen zur Betriebssicherheit (BekBS) und Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere
- 9 Bekanntmachung zur Betriebssicherheit 1113: Beschaffung von Arbeitsmitteln (BekBS 1113)
- 10 Bekanntmachung zur Betriebssicherheit 1114: Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (BekBS 1114)
- 11 TRBS 1201: Prüfung von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
- 12 TRBS 1201 Teil 1: Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
- 13 TRBS 1201 Teil 2: Prüfungen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck
- 14 TRBS 1201 Teil 3: Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV
- 15 TRBS 1203: Befähigte Person
- 16 Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG)

Bezugsquelle: Bundesanzeiger Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln, [www.bundesanzeiger.de](http://www.bundesanzeiger.de)

Freier Download unter <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

- 17 Arbeitsschutzrichtlinie: Richtlinie 89/391/EWG des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit
- 18 Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie: Richtlinie 2009/104/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Zweite Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
- 19 Explosionsschutzrichtlinie (ATEX 95): Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
- 20 Explosionsschutzrichtlinie (ATEX): Richtlinie 2014/34/EU Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung)<sup>92</sup>
- 21 Maschinenrichtlinie: Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen
- 22 Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- 23 EMV-Richtlinie: Richtlinie 2004/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit
- 24 Niederspannungsrichtlinie: Richtlinie 2006/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen
- 25 Druckgeräterichtlinie: Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte
- 26 Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt (Neufassung)<sup>93</sup>

<sup>92</sup> Anmerkung: Diese Richtlinie gilt ab 20. April 2016.

<sup>93</sup> Anmerkung: Umsetzungsfristen gemäß Artikel 49 der Richtlinie 2014/68/EU – Druckgeräterichtlinie (DGRL):

– Bis zum 28. Februar 2015: Erlass und Veröffentlichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften, um Artikel 13 nachzukommen (Einstufung von Druckgeräten) durch die Mitgliedsstaaten. Beginn der Anwendung von Artikel 13: ab dem 1. Juni 2015

– Bis zum 18. Juli 2016: Erlass und Veröffentlichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für den Rest der Richtlinie

– Ab dem 19. Juli 2016: Beginn der vollständigen Anwendung der Richtlinie

## 2. Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

**Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, [www.jedermann.de](http://www.jedermann.de) und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, [www.bgrci.de](http://www.bgrci.de)**

*Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.*

- 27 DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention (bisher BGV A1)
- 28 DGUV Regel 113-010: Sicheres Arbeiten in der Gummiindustrie (bisher BGR 221)
- 29 DGUV Regel 113-011: Sicheres Arbeiten in der Kunststoffindustrie (bisher BGR 223)
- 30 Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- 31 Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- 32 T 008-0: Maschinen – Bau, Beschaffung und Bereitstellung
- 33 T 008-1: Checklisten Maschinen – Prüfung vor Erstinbetriebnahme
- 34 T 008-1A: Checklisten Maschinen – Maschinenaltbestand
- 35 T 008-2: Checklisten Maschinen – Wiederkehrende Prüfung
- 36 T 008-3: Checklisten Maschinen – Elektrische Ausrüstung
- 37 T 008-4: Checklisten Maschinen – Hydraulische Ausrüstung
- 38 T 008-5: Checklisten Maschinen – Pneumatische Ausrüstung  
Die Checklisten Maschinen stehen auch im Downloadcenter der BG RCI unter [downloadcenter.bgrci.de](http://downloadcenter.bgrci.de) → Maschinen zur Verfügung

**Bezugsquellen: Max Dorn Presse GmbH & Co. KG, Georg-Kerschensteiner-Straße 6, 63179 Obertshausen, [www.maxdornpresse.de](http://www.maxdornpresse.de), [publikationen.dguv.de](http://publikationen.dguv.de)**

- 39 DGUV Information 202-002: Herstellen und Betreiben von Geräten und Anlagen für Forschungszwecke (bisher BGI/GUV-I 5139)
- 40 DGUV Information 203-002: Elektrofachkräfte (bisher BGI 548)
- 41 DGUV Information 203-079: Auswahl und Anbringung von Verriegelungseinrichtungen (bisher BGI 575 und BGI 670)

## 3. Normen<sup>94</sup>

**Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, [www.beuth.de](http://www.beuth.de)**

- 42 DIN EN 201:2010-02, Kunststoff- und Gummimaschinen – Spritzgießmaschinen – Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 201:2009
- 43 DIN EN 289:2014-09, Kunststoff- und Gummimaschinen – Formpressen und Spritzpressen – Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 289:2014
- 44 DIN EN 349:2008-09, Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen; Deutsche Fassung EN 349:1993+A1:2008
- 45 DIN EN 415-1:2014-10, Sicherheit von Verpackungsmaschinen – Teil 1: Terminologie und Klassifikation von Verpackungsmaschinen und zugehörigen Ausrüstungen; Deutsche Fassung EN 415-1:2014
- 46 DIN EN 422:2009-10, Kunststoff- und Gummimaschinen – Blasformmaschinen – Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 422:2009
- 47 DIN EN 574:2008-12, Sicherheit von Maschinen – Zweihandschaltungen – Funktionelle Aspekte – Gestaltungsleitsätze; Deutsche Fassung EN 574:1996+A1:2008
- 48 DIN EN 620:2011-07, Stetigförderer und Systeme – Sicherheits- und EMV-Anforderungen an ortsfeste Gurtförderer für Schüttgut; Deutsche Fassung EN 620:2002+A1:2010
- 49 DIN EN 692:2009-10, Werkzeugmaschinen – Mechanische Pressen – Sicherheit; Deutsche Fassung EN 692:2005+A1:2009
- 50 DIN EN 1114-1:2012-01, Kunststoff- und Gummimaschinen – Extruder und Extrusionsanlagen – Teil 1: Sicherheitsanforderungen für Extruder; Deutsche Fassung EN 1114-1:2011
- 51 DIN EN 12622:2014-02, Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Hydraulische Gesenkbiegepressen; Deutsche Fassung EN 12622:2009+A1:2013
- 52 DIN EN 13861:2012-01, Sicherheit von Maschinen – Leitfaden für die Anwendung von Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen; Deutsche Fassung EN 13861:2011
- 53 DIN EN 60204-1:2007-06; 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
- 54 DIN EN 60947-4-1:2014-02; VDE 0660-102:2014-02, Niederspannungsschaltgeräte – Teil 4-1: Schütze und Motorstarter – Elektromechanische Schütze und Motorstarter (IEC 60947-4-1:2009 + A1:2012); Deutsche Fassung EN 60947-4-1:2010 + A1:2012
- 55 DIN EN 60947-5-1:2010-04; VDE 0660-200:2010-04, Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente – Elektromechanische Steuergeräte (IEC 60947-5-1:2003 + A1:2009); Deutsche Fassung EN 60947-5-1:2004 + Cor.:2005 + A1:2009
- 56 DIN EN 61496-1:2014-05; VDE 0113-201:2014-05, Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61496-1:2012); Deutsche Fassung EN 61496-1:2013

<sup>94</sup> Eine komfortable Normenrecherche ist z. B. auf der Website der KAN (Kommission Arbeitsschutz und Normung) möglich ([www.kan.de/nora](http://www.kan.de/nora)). Eine Liste mit harmonisierten europäischen Normen zur Maschinenrichtlinie wird von der Europäischen Kommission im Internet unter folgender Adresse veröffentlicht: <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach>

- 57 DIN EN 61496-2:2014-06; VDE 0113-202:2014-06, Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven opto-elektronischen Prinzip arbeiten (IEC 61496-2:2013); Deutsche Fassung EN 61496-2:2013
- 58 DIN EN 61558-2-2:2007-11; VDE 0570-2-2:2007-11, Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen – Teil 2-2: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Steuertransformatoren und Netzgeräten, die Steuertransformatoren enthalten (IEC 61558-2-2:2007); Deutsche Fassung EN 61558-2-2:2007
- 59 DIN EN 61558-2-6:2010-04; VDE 0570-2-6:2010-04, Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1100 V – Teil 2-6: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Sicherheitstransformatoren und Netzgeräte, die Sicherheitstransformatoren enthalten (IEC 61558-2-6:2009); Deutsche Fassung EN 61558-2-6:2009
- 60 DIN EN 61558-2-16:2014-06; VDE 0570-2-16:2014-06, Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1100 V – Teil 2-16: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Schaltnetzteilen (SMPS) und Transformatoren für Schaltnetzteile (IEC 61558-2-16:2009 + A1:2013); Deutsche Fassung EN 61558-2-16:2009 + A1:2013
- 61 DIN CLC/TS 61496-3:2009-08; VDE V 0113-203:2009-08, Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR) (IEC 61496-3:2008); Deutsche Fassung CLC/TS 61496-3:2008
- 62 DIN EN ISO 4414:2011-04, Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4414:2010
- 63 DIN EN ISO 10218-1:2012-01, Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Roboter (ISO 10218-1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 10218-1:2011
- 64 DIN EN ISO 12100:2011-03, Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010
- 65 DIN EN ISO 13849-1:2016-06, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2015
- 66 DIN EN ISO 13849-2:2013-02, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2012
- 67 DIN EN ISO 13850:2016-05, Sicherheit von Maschinen – Not-Halt-Funktion – Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2015); Deutsche Fassung EN ISO 13850:2015
- 68 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
- 69 DIN EN ISO 13856-1:2013-08, Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schalmatten und Schaltplatten (ISO 13856-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 13856-1:2013
- 70 DIN EN ISO 13856-2:2013-08, Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen (ISO 13856-2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 13856-2:2013
- 71 DIN EN ISO 13856-3:2013-12, Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 3: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltpuffern, Schaltflächen, Schaltleinen und ähnlichen Einrichtungen (ISO 13856-3:2013); Deutsche Fassung EN ISO 13856-3:2013
- 72 DIN EN ISO 13857:2008-06, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2008); Deutsche Fassung EN ISO 13857:2008
- 73 DIN EN ISO 14119:2014-03, Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14119:2013
- 74 DIN EN ISO 14120:2016-05, Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen (ISO 14120:2015); Deutsche Fassung EN ISO 14120:2015
- 75 DIN EN ISO 14122-1:2002-01, Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen (ISO 14122-1:2001); Deutsche Fassung EN ISO 14122-1:2001
- 76 DIN EN ISO 14122-2:2002-01, Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege (ISO 14122-2:2001); Deutsche Fassung EN ISO 14122-2:2001
- 77 DIN EN ISO 14122-3:2002-01, Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer (ISO 14122-3:2001); Deutsche Fassung EN ISO 14122-3:2001
- 78 DIN ISO/TR 14121-2:2013-02; DIN SPEC 33885:2013-02, Sicherheit von Maschinen – Risikobeurteilung – Teil 2: Praktischer Leitfaden und Verfahrensbeispiele (ISO/TR 14121-2:2012)

## 4. Medien

**Bezugsquelle: Jedermann-Verlag, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, [www.jedermann.de](http://www.jedermann.de)**

- 79 Kompendium Arbeitsschutz als Online-Datenbank oder DVD-ROM (beides kostenpflichtig): Vorschriften und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programme zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok32, GefDok KMU und GefDok light). Information und kostenloser, zeitlich begrenzter Testzugang unter [www.kompendium-as.de](http://www.kompendium-as.de).

## Bildnachweis

Die im Merkblatt verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung.  
Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

### Abbildungen/Tabellen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von

Titelbild:

VEKA AG  
[www.veka.com](http://www.veka.com)

Abbildungen 8, 9, 16:

Ethicon GmbH  
[www.ethicon.de](http://www.ethicon.de)

Abbildungen 10, 14, 15, 55, 69–73,  
78, 79:

SICK Vertriebs-GmbH  
[www.sick.de](http://www.sick.de)

Abbildung 11:

Pelikan PBS,  
Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG  
[www.pelikan.de](http://www.pelikan.de)

Abbildungen 12, 13:

Fresenius Kabi Deutschland GmbH  
[www.fresenius-kabi.de](http://www.fresenius-kabi.de)

Abbildungen 17, 23, 24, 27–29, 57, 86, 87:

LWB Steinl GmbH & Co. KG  
[www.lwb-steinl.de](http://www.lwb-steinl.de)

Abbildungen 26a und b:

BARTEC GmbH  
[www.bartec.de](http://www.bartec.de)

Abbildung 31:

KOEPP Schaum GmbH  
[www.koepp-ag.de](http://www.koepp-ag.de)

Abbildung 32:

Haupt Pharma Wolftratshausen GmbH  
Member of the Aenova Group  
[www.aenova-group.com](http://www.aenova-group.com)

Abbildung 36:

REAGENS Deutschland GmbH  
[www.reagens.it](http://www.reagens.it)

Abbildung 37:

BASF AG  
[www.basf.de](http://www.basf.de)

Abbildungen 42, 84:

Meteor Gummiwerke,  
K. H. Bädje GmbH & Co. KG  
[www.meteor.de](http://www.meteor.de)

Abbildung 43:

Plastal GmbH  
[www.plastal.com](http://www.plastal.com)

Abbildungen 45, 46:

Stankiewicz GmbH  
[www.stankiewicz.de](http://www.stankiewicz.de)

Abbildung 49:

Kiefel AG  
[www.kiefel.de](http://www.kiefel.de)

Abbildungen 51, 52, 53, 63, 64, 65, 92–97:

BG Energie Textil Elektro  
Medienerzeugnisse  
[www.bgetem.de](http://www.bgetem.de)

Abbildung 54:

Schmersal Holding KG  
[www.schmersal.com](http://www.schmersal.com)

Abbildung 62:

Kunststoffverarbeitung Koetke GmbH  
[www.kvk-koetke.de](http://www.kvk-koetke.de)

Abbildung 85:

Elan Schaltelemente GmbH & Co. KG  
[www.elan.de](http://www.elan.de)

Abbildung 91:

Biolink Gesellschaft  
für Verbindungstechnologien mbH  
[www.biolink-tapes.com](http://www.biolink-tapes.com)

Abbildungen 98–100:

BG Metall Nord Süd  
[www.bgmet.de](http://www.bgmet.de)

In der vorliegenden Schrift werden wesentliche Anforderungen aus Vorschriften und Regeln wiedergegeben. Aufgrund der Vielzahl der Regelungen können nicht alle erforderlichen Maßnahmen im Detail aufgeführt werden. Im Einzelfall kann es vorkommen, dass sicherheitstechnische Anforderungen aus verschiedenen Rechtsgrundlagen, insbesondere in der Normung, nicht völlig identisch sind. In arbeitsmittelspezifischen Normen, sog. Typ-C-Normen, dürfen Anforderungen festgelegt werden, die z. B. von allgemeinen Normen für Schutzeinrichtungen abweichen. Soweit erforderlich, wird im Text auf diese Unterschiede hingewiesen. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Die Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer/innen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin/der Unternehmer“ verwendet wird.

**Ausgabe 9/2016** (Überarbeitung der Ausgabe 4/2014)

© Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg  
Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.