

# 1. Allgemeine technische Definitionen

## Arbeitsstromprinzip

Kontakt schaltet in Wirkstellung, wenn die Ansprechbedingung erfüllt ist.

## Dauerstrom $I_{th}$

ist der Strom, den ein Relaiskontakt ohne Überschreitung der zulässigen Erwärmung bezogen auf die definierten Umgebungsbedingungen dauernd führen darf.

## Genauigkeit (Wiederholgenauigkeit)

ist der Unterschied zwischen dem kleinsten und größten gemessenen Wert bei konstanten Einflußgrößen bezogen auf den größten Wert (Endwert).

## Gerätelebensdauer

Mechanische Lebensdauer, die die zulässige Schaltzahl bei stromlosen Relaiskontakten angibt.

## Hysteresese

Mit Hysteresese bezeichnet man im allgemeinen das Aufrechterhalten einer Wirkung trotz Aufhebung der sie verursachenden physikalischen Größe. Die magnetische Hysteresese bewirkt bei Relais die Abweichung zwischen Ansprech- und Rückfallwert. Bei Meßrelais wird über die einstellbare Hysteresese der Rückfallwert bestimmt.

## Klimafestigkeit / Feuchteklasse

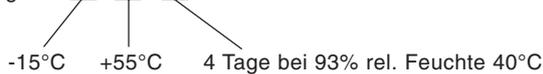
Elektromechanische Geräte:

In der IEC 60068-2-3 werden z.B. die Prüfungen für die Umweltbedingungen der konstanten feuchten Wärme beschrieben.

Elektronische Geräte:

Die Angabe der Klimafestigkeit für elektronische Geräte erfolgt folgenderweise:

Klimafestigkeit: 15 / 55 / 04 IEC/EN 60068-1



## Kontaktlebensdauer

Elektrische Lebensdauer, die die zu erwartende Anzahl der Schaltspiele bei einer definierten Last z.B. AC 15 (siehe Definition Schaltvermögen) angibt.

## Kriechstrecke

ist die kürzeste Entfernung entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitenden Teilen.

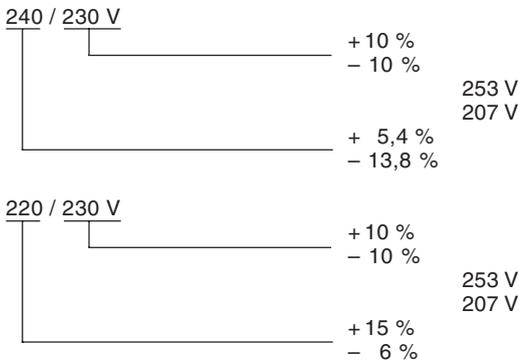
## Luftstrecke

Die kürzeste Entfernung in Luft zwischen zwei leitenden Teilen.

## Nennspannung

Die Nennspannung eines Relais ist diejenige Spannung, für die die Wicklung einschließlich zusätzlicher eingebauter Bauelemente bemessen und benannt ist und auf die sich die übrigen Kenngrößen beziehen.

Geräte, die für 230 V ± 10 % dimensioniert sind, können nur mit eingeschränkten Toleranzen am 220 V- bzw. 240 V-Netz betrieben werden. Bei diesen Geräten wird die eingeschränkte Toleranz auf dem Typenschild angegeben.



## Sichere Trennung

Sichere Trennung von Stromkreisen liegt vor, wenn ein einzelner Fehler nicht zu einem Übertritt der Spannung in den eines anderen Stromkreises führt. Die Definition der Sicheren Trennung erfolgt nach der IEC/EN 61140, IEC/EN 60947-1 in Verbindung mit der IEC 60664-1 und wird als Bemessungs-Stoßspannung bezogen auf den Verschmutzungsgrad angegeben. Die Bemessungs-Stoßspannung ist der Spannungswert, nach dem die Luft- und Kriechstrecken bemessen werden. Sie wird in Abhängigkeit von der Überspannungskategorie, der das elektrische Betriebsmittel zuzuordnen ist, bestimmt.

Die Angabe 4 KV/3 bedeutet: Bemessungs-Stoßspannung 4 KV bezogen auf den Verschmutzungsgrad 3.

## Prüfspannung

Die Prüfspannung gibt die Spannungsfestigkeit zwischen Spule und Kontakt an, z.B. 4 KV.

## Ruhestromprinzip

Beim Ruhestromprinzip fällt der Kontakt in die Ruhelage zurück, sobald die Ansprechbedingung erfüllt ist.

## Schutzart

Standardisierte Klassifizierung des Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutzes eines Gerätes. Die Schutzart wird nach IEC/EN 60529 durch die Kennbuchstaben IP und zwei Kennziffern angegeben. Die erste Kennziffer beschreibt den Berührungs- und Fremdkörperschutz, die zweite Kennziffer den Wasserschutz.

### Schutzgrade gegen feste Fremdkörper, bezeichnet durch die erste Kennziffer

Erste Kennziffer	Schutzgrad	
	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper 50 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen*)
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper 12,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen*)
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper 2,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen*)
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper 1,0 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 1,0 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen*)
5	Staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, daß das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub

\*) Anmerkung: Der volle Durchmesser der Objektsonde darf nicht durch eine Öffnung des Gehäuses hindurchgehen.

### Schutzgrade gegen Wasser, bezeichnet durch die zweite Kennziffer

Zweite Kennziffer	Schutzgrad	
	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben
2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädlichen Wirkungen haben
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädlichen Wirkungen haben
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben
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
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 die Kennziffer 7

## Schaltvermögen

Unbeeinflusster Strom, den ein Schaltgerät oder eine Sicherung bei einer festgelegten Spannung unter vorgegebenen Bedingungen ein-/ausschalten kann.

Auszug aus IEC/EN 60 947-5-1

**Tabelle 1: Gebrauchskategorien für Schaltelemente**

Stromart	Gebrauchskategorie	Typische Anwendungsfälle
Wechselspannung	AC-12	Steuern von ohmscher Last und Halbleiterlast in Eingangskreisen von Optokopplern
	AC-13	Steuern von Halbleiterlast mit Transformatortrennung
	AC-14	Steuern kleiner elektromagnetischer Last (max. 72 VA)
	AC-15	Steuern elektromagnetischer Last (größer als 72 VA)
Gleichspannung	DC-12	Steuern von ohmscher Last und Halbleiterlast in Eingangskreisen von Optokopplern
	DC-13	
	DC-14	

Der Nennbetriebsstrom und die Nennbetriebsspannung werden nach den in den Tabellen 2 u. 3 festgelegten Werten für die üblichen und unüblichen Bedingungen in Abhängigkeit der Gebrauchskategorie bestimmt.

**Tabelle 2: Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens von Schaltelementen unter üblichen Bedingungen nach den Gebrauchskategorien**

Gebrauchskategorie	Einschalten			Ausschalten			Mindestein-schalt-dauer	Anzahl der Ein- und Ausschaltungen und Schalthäufigkeit		
	/	/		/	/			Reihenfolge <sup>7)</sup>	Anzahl	Schaltspiele je Minute
AC			cos φ			cos φ	Zyklen (bei 50 Hz oder 60 Hz)			
AC-12	1	1	0,9	1	1	0,9	2	1	50 <sup>4)</sup>	6
AC-13	2	1	0,65	1	1	0,65	2 <sup>3)</sup>	2	10	schnell <sup>5)</sup>
AC-14	6	1	0,3	1	1	0,3	2 <sup>3)</sup>	3	990	60
AC-15	10	1	0,3	1	1	0,3	2 <sup>3)</sup>	4	5000	6
DC			0,95 ms			0,95 ms	Zeit ms			
DC-12	1	1	1	1	1	1	25			
DC-13	1	1	6 x <sup>6)</sup>	1	1	6 x <sup>6)</sup>	0,95			
DC-14	10	1	15	1	1	15	25 <sup>3)</sup>			

$e$	Bemessungsbetriebsstrom	Ein- oder Ausschaltstrom
$e$	Bemessungsbetriebsspannung	Spannung vor dem Einschalten
$= e \times e$	stationäre Leistung in Watt	Zeit, bis 95 % des stationären Stromes erreicht sind
		0,95
3) Beide Einschalt-dauer-Werte (für und für ) müssen mindestens 2 Zyklen (oder 25 ms für DC-14) sein.		
4) Die ersten 50 Schaltspiele müssen mit Prüfspannung $\times 1,1$ , wobei der Prüfstrom zuerst bei eingestellt wird, durchgeführt werden.		
5) So schnell wie möglich, wobei vollständiges Schließen und Öffnen der Kontakte sichergestellt sein muß.		
6) Der Wert „6 x “ ergibt sich aus einem empirischen Verhältnis, das den meisten Gleichstrommagnetlasten bis zu einem oberen Grenzwert = 50 W entspricht, wobei 6 x = 300 ms ist. Lasten mit einer Bemessungsleistung über 50 W setzen sich aus kleinen, parallel liegenden Lasten zusammen. Darum sind 300 ms ein oberer Grenzwert, unabhängig von der Größe der Leistung.		
7) Für alle Gebrauchskategorien müssen die Prüffolgen in der vorgeschriebenen Reihenfolge erfolgen.		

**Tabelle 3: Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens von Schaltelementen unter unüblichen Bedingungen nach den Gebrauchskategorien<sup>1)</sup>**

Gebrauchskategorie	Einschalten			Ausschalten			Mindestein-schalt-dauer	Ein- und Ausschalten	
	/	/		/	/			Anzahl	Schaltspiele je Minute
AC			cos φ			cos φ	Zyklen (bei 50 Hz oder 60 Hz)		
AC-12	–	–	–	–	–	–	–	–	–
AC-13 <sup>3)</sup>	10	1,1	0,65	1,1	1,1	0,65	2 <sup>4)</sup>	10	6
AC-14	6	1,1	0,7	6	1,1	0,7	2	10	6
AC-15	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3	2	10	6
DC			0,95 ms			0,95 ms	Zeit ms		
DC-12	–	–	–	–	–	–	–	–	–
DC-13 <sup>3)</sup>	1,1	1,1	6 x <sup>5)</sup>	1,1	1,1	6 x <sup>5)</sup>	0,95	10	6
DC-14	10	1,1	15	10	1,1	15	25 <sup>4)</sup>	10	6
$e$	Bemessungsbetriebsstrom					Ein- oder Ausschaltstrom			
$e$	Bemessungsbetriebsspannung					Spannung vor dem Einschalten			
$= e \times e$	stationäre Leistung in Watt					Zeit, bis 95 % des stationären Stromes erreicht sind			
						0,95			
1) Die unübliche Bedingung muß einen in Offen-Stellung blockierten Elektromagneten nachbilden.									
3) Bei Halbleiterschalt-elementen sollte zum Nachweis der unüblichen Bedingungen ein vom Hersteller angegebener Überlastschutz verwendet werden.									
4) Beide Einschalt-dauer-Werte (für und für ) müssen mindestens 2 Zyklen (oder 25 ms für DC-14) sein.									
5) Der Wert „6 x “ ergibt sich aus einem empirischen Verhältnis, das den meisten Gleichstrommagnetlasten bis zu einem oberen Grenzwert = 50 W entspricht, wobei 6 x = 300 ms ist. Lasten mit einer Bemessungsleistung über 50 W setzen sich aus kleinen, parallel liegenden Lasten zusammen. Darum sind 300 ms ein oberer Grenzwert, unabhängig von der Größe der Leistung. Für Halbleiterschalt-elemente muß die höchste Zeitkonstante 60 ms sein, so daß 0,95 = 180 ms (3 x Zeitkonstante).									

## Elektrische Lebensdauer

Die elektrische Lebensdauer eines Steuergerätes wird definiert durch die Anzahl von Schaltspielen unter Last, die von 90 % aller Prüflinge erreicht oder überschritten wird, wobei keine Reparatur oder Ersatz eines Teils erfolgen darf.

Auszug aus IEC/EN 60 947-5-1

**Tabelle 4: Ein- und Ausschaltvermögen zur Prüfung der elektrischen Lebensdauer**

Stromart	Gebrauchskategorie	Einschalten			Ausschalten		
Wechselstrom	AC-15			cos φ			cos φ
		10		0,7 <sup>1)</sup>			0,4 <sup>1)</sup>
Gleichstrom	AC-15			0,95			0,95
				6 x P <sup>3)</sup>			6 x P <sup>3)</sup>
$e$	Bemessungsbetriebsstrom					Ein- oder Ausschaltstrom	
$e$	Bemessungsbetriebsspannung					Spannung vor dem Einschalten	
$= e \times e$	stationäre Leistung in Watt					Zeit, bis 95 % des stationären Stromes erreicht sind (in ms)	
						0,95	
1) Die angegebenen Leistungsfaktoren sind konventionelle Werte und erscheinen nur in den Prüfkreisen, in denen elektrischen Eigenschaften von Spulen nachgebildet sind. Es wird darauf hingewiesen, daß bei Stromkreisen mit einem Leistungsfaktor 0,4 im Prüfkreis Nebenschlußwiderstände verwendet werden, um den Dämpfungseffekt durch Wirbelstromverluste nachzubilden.							
2) Bei Magnetlasten für Gleichstrom, die mit Schaltgeräten zum Einschalten eines Spärwiderstandes ausgestattet sind, muß der Bemessungsbetriebsstrom mindestens dem höchsten Einschaltstrom entsprechen.							
3) Der Wert „6 x “ ergibt sich aus einem empirischen Verhältnis, das den meisten Gleichstrommagnetlasten bis zu einem oberen Grenzwert = 50 W entspricht. Lasten mit einer Leistung von über 50 W setzen sich aus kleinen, parallel liegenden Lasten zusammen. Darum sind 300 ms eine obere Grenze, unabhängig von der Leistung.							

## 2. Normen und Richtlinien der Sicherheitstechnik

Die Realisierung des EU-Binnenmarktes erfordert den weiteren Abbau der technischen Handelshemmnisse durch eine Vereinheitlichung der Zulassungsvoraussetzungen.

Zu diesem Zweck hat der Rat der Europäischen Union die EG-Richtlinie Maschinen 98/37/EG erlassen, in der der Arbeitssicherheit ein hoher Stellenwert eingeräumt wird.

Dabei legt die Maschinenrichtlinie nur die globalen Sicherheitsstandards fest.

Wie die Sicherheitsanforderungen im einzelnen zu realisieren sind, ist in Normen festgelegt, die z. B. vom europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) auf der Grundlage internationaler Normen erarbeitet wurden.

### 2.1 Die wichtigsten Normen

- **EG-Richtlinie Maschinen 98/37/EG**
- **IEC/EN 60204-1** „Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen Teil 1 Allgemeine Anforderungen“
- **EN 292-1** „Grundbegriffe allgemeine Gestaltungsleitsätze Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodik“
- **EN 292-1-2** „Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen“
- **EN 418** „Sicherheit von Maschinen Not-Aus-Einrichtungen, funktionelle Aspekte, Gestaltungsleitsätze“
- **EN 954-1** „Sicherheit von Maschinen - sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze“
- **EN 1088** „Sicherheit von Maschinen-Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen - Leitsätze für Gestaltung und Auswahl

### 2.3 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich der EG-Richtlinie Maschinen beschränkt sich nicht wie bisher nur auf Industriemaschinen, sondern erfaßt nahezu alle Maschinen für die Verwendung in den Bereichen

- Industrie
- Gewerbe
- Privat-Wirtschaft

und gilt für

- stationäre
- ortsveränderlich einsetzbare,
- handgeführte,
- bewegliche
- Be- und Verarbeitungsmaschinen
- Kraft- und Arbeitsmaschinen
- Pumpen
- Verdichter
- Prüf- und Verpackungsmaschinen
- Maschinen im Untertagebau
- Erdbau- und Erntemaschinen
- Hebezeuge
- Flurförderfahrzeuge
- Maschinen zum Heben von Personen
- Anlagen
- austauschbare Ausrüstungen wie Schneepflug und Kehrbaugeräte

Ausgenommen sind

- Maschinen und Einrichtungen, die durch andere EG-Richtlinien erfaßt sind (z.B. durch die EG-Niederspannungs-Richtlinie 73/23/EWG)
- Fahrzeuge für Personen und Gütertransport
- militärische Einrichtungen

### 3. Begriffe nach ZVEI TA SI

#### Abschalten im Notfall

→ Stillsetzen im Notfall

#### Aktor

Stellglied, z.B. Motor, Ventil, Relais, Motorschütze u.s.w..

#### Anforderungskategorie (AK)

Nach DIN 19250 Zuordnung von Anforderungen für die Realisierung der Schutzeinrichtung, die zu einer dem Risiko angemessenen sicherheitsbezogenen Leistungsfähigkeit der Einrichtung führen soll. Sie ergibt sich im wesentlichen aus dem Produkt des Schadensausmaßes und der Eintrittswahrscheinlichkeit.

#### Anlaufsperrung

Einrichtung, die einen automatischen Maschinenanlauf verhindert, wenn die Stromversorgung des → SAG eingeschaltet oder unterbrochen und wiedereingeschaltet wird.

#### Anlaufprüfung

Manuell oder automatisch durchgeführter Test des → SAG, nachdem die Versorgungsspannung an das SAG angelegt wurde. Ein Beispiel ist das manuelle Öffnen und Schließen einer trennenden Schutzeinrichtung nach dem Einschalten der Versorgungsspannung.

#### Anlaufprüfung, sicherheitsrelevant

#### Einkanalige Ansteuerung:

Ansteuerung über einen Signalgeber-Ausgang.

#### Zweikanalige Ansteuerung:

Ansteuerung über zwei Signalgeber-Ausgänge.

#### Ausgangserweiterungsgerät

→ SAG, welches nur in Verbindung mit einem → Basisgerät / Grundgerät zum Zwecke der Vervielfachung der Ausgänge einsetzbar ist.

#### Ausschalten im Notfall

Handlung im Notfall, die dazu bestimmt ist, die Versorgung mit elektrischer Energie zu einer ganzen oder einem Teil einer Installation abzuschalten, falls ein Risiko für elektrischen Schlag oder ein anderes Risiko elektrischen Ursprungs besteht [IEC / DIN EN 60204-1/121.98 Anhang D].

Sie soll aufkommende oder bestehende Gefahren für Personen und Schäden an der Maschine, am Arbeitsgut oder der Umwelt abwenden oder mindern.

#### Auswerteeinheit, sicherheitsgerichtet

Erzeugt, abhängig vom Zustand angeschlossener Signalgeber entweder nach einer festen Zuordnung oder nach programmierten Anweisungen, ein sicherheitsgerichtetes Ausgangssignal. → SAG

#### Basisgerät / Grundgerät

einer Auswerteeinheit, die alle Grundfunktionen enthält, die in Sicherheitseinrichtungen mindestens vorhanden sein müssen, um ein sicherheitsgerichtetes Ausgangssignal zu erzeugen. → Erweiterungsgerät

#### Befehlsgerät

→ Signalgeber

#### BWP

Berührungslos wirkender Positionsschalter → PDF

#### BWS

Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

Im wesentlichen eine Sensorfunktion und die dazugehörige Steuerungs- / Überwachungs-Funktion mit Ausgangsschalt-element (→ OSSD) [IEC / DIN EN 61496]

#### Diskrepanzüberwachung

Toleriert durch ein definiertes Zeitfenster die Ungleichzeitigkeit zusammengesetzter Signale.

ANMERKUNG 1: Es wird auch der Begriff Gleichzeitigkeitsüberwachung verwendet.

ANMERKUNG 2: Die Überwachung von Signalgebern wird zur Erhöhung der funktionalen Sicherheit angewendet. Sie erfolgt, indem der Signalwechsel der Signalgeber innerhalb der vorgegebenen Zeit überprüft wird.

Wird diese Zeit überschritten, erfolgt kein Freigabesignal. Für einige Sicherheitseinrichtungen ist eine derartige Überwachung vorgeschrieben (→ Zweihandschaltung).

#### Diversität

Diversitäre Redundanz

Systemdesign mit unterschiedlichen Maßnahmen für das gleiche Ziel zur Vermeidung von systematischen Fehlern.

#### Drehzahlüberwachung, sicherheitsgerichtet

Sicherheitsgerichtete Überwachung einer definierten Drehzahl.

Anmerkung 1: Bei Über- oder Unterschreitung dieser Drehzahl erfolgt eine Abschaltung des Antriebs bzw. eine Meldung.

#### Dynamische Testung

→ Testung

#### Erdschlußerkennung

Sofort oder im Rahmen der zyklischen Selbstüberwachung, nimmt das Gerät nach Erkennung des Fehlers „Erdschluß“ den vereinbarten sicheren Zustand ein.

#### Erweiterungsgerät

Ein Erweiterungsgerät ist ein → SAG, welches nur in Verbindung mit einem → Basisgerät / Grundgerät zum Zwecke der Kontaktvervielfachung bzw. Eingangsvervielfachung einsetzbar ist. → Ausgangs-Erweiterungsgeräte werden in die → Zyklische Selbstüberwachung einbezogen.

Unterscheidung:

→ **Ausgangs-Erweiterungsgerät** zur Vervielfachung der Sicherheitsausgänge  
**Eingangs-Erweiterungsgerät** zur Vervielfachung der Sicherheitseingänge

#### Fehlerreaktionszeit

##### **Erstfehlerintrittszeit (EEZ):**

Zeitspanne, in der die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines sicherheitskritischen Erstfehlers für die betrachtete Anforderungsklasse hinreichend gering ist. Die Zeitspanne beginnt mit dem letzten Zeitpunkt, an dem sich das betrachtete System in einem der betrachteten Anforderungsklassen als fehlerfrei angenommenen Zustand befunden hat.

ANMERKUNG: Fehlerbeherrschende Maßnahmen bleiben dabei unberücksichtigt.

##### **Mehrfachfehlerintrittszeit (MEZ):**

Zeitspanne, in der die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von in Kombination sicherheitskritischen Mehrfachfehlern für die betrachtete Anforderungsklasse hinreichend gering ist. Die Zeitspanne beginnt mit dem letzten Zeitpunkt, an dem sich das betrachtete System in einem nach der betrachteten Anforderungsklasse als fehlerfrei angenommenen Zustand befunden hat.

##### **Fehlertoleranzzeit**

Zeitspanne, in welcher der Prozess durch fehlerhafte Steuerungssignale beaufschlagt werden kann, ohne daß ein gefährlicher Zustand eintritt.

##### **Freigabestrompfad**

Erzeugt ein sicherheitsgerichtetes Ausgangssignal.

ANMERKUNG:

Freigabestrompfade wirken nach außen wie Schließer (→ OSSD).

##### **Funktionsprüfung**

Überprüfung der zu erwartenden Funktion eines Gerätes.

ANMERKUNG:

Kann entweder automatisch durch das Steuerungssystem oder von Hand durch Überwachung oder Prüfung beim Ablauf und nach festgelegten Zeitabständen oder als Kombination, je nach Erfordernis, ausgeführt werden [IEC / DIN EN 60204-1, Abschn. 9.4.2.4].

##### **Gesteuertes Stillsetzen**

→ Stop-Funktion

##### **Gleichzeitigkeitsüberwachung**

Die Gleichzeitigkeitsüberwachung von Signalgebern durch die sicherheitsrelevante Auswerteeinheit wird zur Erhöhung

der funktionalen Sicherheit der Schutzeinrichtung angewendet. Die Überwachung erfolgt, indem der Signalwechsel der Signalgeber innerhalb der vorgegebenen Zeit, der Synchronüberwachungszeit, überprüft wird. Wird diese Zeit überschritten, erfolgt kein Freigabesignal. Für einige Sicherheitseinrichtungen ist eine Gleichzeitigkeitsüberwachung vorgeschrieben (→ Zweihandschaltung).

##### **Grundgerät**

→ Basisgerät / Grundgerät

##### **Kategorie (nach EN 954-1)**

→ Steuerungskategorie (SK)

##### **Magnetschalter**

→ Signalgeber, PDF

##### **Mehrfachfehler-Eintrittszeit (MEZ)**

→ Fehlerreaktionszeit

→ Mehrfachfehler-Eintrittszeit (MEZ)

##### **Meldeausgang**

→ Meldestrompfad

##### **Meldestrompfad**

Ein Meldestrompfad dient der Erzeugung eines nicht-sicherheitsgerichteten Ausgangssignals

##### **Muting**

Zeitlich begrenztes bestimmungsgemäßes Aufheben (Überbrückungsfunktion) der Sicherheitsfunktion mit zusätzlicher Sensorik [IEC / DIN EN 61496-1].

ANMERKUNG: Diese Sensorik dient der Unterscheidung von Personen und Gegenständen.

##### **Mutingsensoren**

→ Signalgeber

##### **Näherungsschalter**

→ Signalgeber

##### **Not-Aus**

alter Begriff für → Ausschalten im Notfall

##### **Not-Aus-Einrichtung**

Eine Not-Aus-Einrichtung ist eine Anordnung von Bauteilen, die dazu bestimmt ist, die NOT-AUS-Funktion zu verwirklichen. (EN 418/EN 60947-5-5/EN 60204-1)

##### **Not-Aus-Taster**

→ Signalgeber

##### **Not-Halt**

alter Begriff für → Stillsetzen im Notfall

##### **OSSD**

Output Switching Signal Device (Ausgangsschaltelement) [IEC / DIN EN 61496] Teil der BWS/PDF, der in den AUS - Zustand übergeht, wenn das → SAG oder die Überwachungseinrichtungen anspricht.

##### **PDF**

→ Signalgeber

##### **Periodischer Test**

Der periodische Test bei BWS Typ 2 bildet das Ansprechen des Sensorteils nach, um einen gefahrbringenden Ausfall aufzudecken. Er ist für den Nachweis der Funktion von BWS Typ 2 nach EN 61496-1 vorgeschrieben und wird durch das an den Sensor angeschlossene → SAG durchgeführt.

##### **Positionsschalter**

→ Signalgeber

##### **Querschluß**

Elektrisch leitende Verbindung / Kurzschluß zwischen den Eingangs-Kanälen eines Not-Aus-Moduls.

ANMERKUNG: Ein Querschluß kann nur bei mehrkanaliger Geräteansteuerung auftreten.

##### **Querschlußerkennung**

Fähigkeit eines → SAG, Querschlüsse sofort oder im Rahmen einer zyklischen Überwachung, nach Erkennen des Fehlers, den vereinbarten sicheren Zustand einzunehmen.

##### **Redundanz**

Vorhandensein von mehr als für die Funktion notwendige Mittel.

ANMERKUNG: Für die gleiche Funktion sind mehrere Funktionsgruppen eingesetzt (z.B. mehrkanaliger Aufbau). In der Sicherheitstechnik insbesondere die „Verdopplung kritischer Bauteile“ [EN 292-2].

##### **Reset**

Zurücksetzen/-stellen in einen definierten Zustand  
→ Start

##### **Reset-Taster**

→ Signalgeber

##### **Risiko**

Kombination der Wahrscheinlichkeit eines Schadeneintritts und des Schadensausmaßes.  
[EN 292-1]

ANMERKUNG: Einfluß haben die Schwere des Schadens, die Gefährdungsexposition, die Auftretenswahrscheinlichkeit und der Mangel an Ausweichungsmöglichkeiten [EN 1050]  
→ Risikoschätzung

##### **Risikoschätzung**

Bewertung sicherheitsgerichteter Anforderungen, unter Berücksichtigung von Schadensausmaß, Eintrittswahrscheinlichkeit, Risikoklassifikation.

ANMERKUNG: Die Gefahrenfolge stellt im allgemeinen das Schadensausmaßelement des Risiko. Für jedes Risiko ist es dann erforderlich, entweder den Grenzwert

der Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit des Eintretens zu schätzen oder einen zulässigen Grenzwert zu bestimmen.

Die Gefahrenfolge stellt den Zusammenhang zwischen den anerkannten Gefahren und der Risikoschätzung her.

Die Gefahrenfolge bringt Gefahren und gefährliche Ereignisse in Zusammenhang die zu einem Unfall führen können. Die Gewichtung der Gefahren erfolgt durch Zuordnung einer → Steuerungskategorie (SK), einer → Anforderungsklasse (AK) oder eines → Safety Integrity Level (SIL). EN 1050 enthält Verfahren, die für die Durchführung einer Risikobeurteilung notwendig sind. Die Risikobeurteilung umfaßt demnach zunächst eine Risikoanalyse und eine anschließende Risikobewertung.

##### **Rückführkreis**

Überwacht angesteuerte Aktionen.

ANMERKUNG: Das → SAG kann nur bei geschlossenem Rückführkreis aktiviert werden. Die sichere Rückmeldung erfolgt z.B. bei Relais oder Schützen mit zwangsgeführten Kontakten. In Reihe geschaltete Öffner der überwachten Relais werden in den Rückführkreis des SAG integriert. Verschleißt ein Kontakt im Freigabestrompfad, so ist ein erneutes Aktivieren des SAG nicht mehr möglich, weil der Rückführkreis geöffnet bleibt.

##### **Safety Integrity Level (SIL)**

Zielmaß der Versagenswahrscheinlichkeit für die Ausführung der Risiko-reduzierenden Funktionen [IEC / DIN EN 61508].

##### **SAG**

Abkürzung für Sicherheitsrelevantes Auswertegerät, z.B. Sicherheitssteuerung, Sicherheitsmodul, Sicherheits-Schaltgerät, Auswerteeinheit

##### **Schaltmatten, Schaltleisten, Schaltkanten**

→ Signalgeber

##### **Schutztürwächter**

Überwacht die Stellung von Positionsschaltern an einer trennenden Schutzvorrichtung. Er erzeugt ein sicherheitsgerichtetes Ausgangssignal, wenn diese Schutzvorrichtung geschlossen wird.

##### **Seilzugschalter**

→ Signalgeber

##### **Selbstüberwachung**

Automatische zyklische Überwachung der Funktionsfähigkeit der Bauteile.

→ Testung

**Sicher reduzierte Geschwindigkeit**  
Sichere Überwachung der Geschwindigkeit eines Antriebes

ANMERKUNG:

Die Funktion erlaubt die Überwachung einer Achse oder Spindel auf eine vorgegebene Geschwindigkeit. Beim Einrichten sind z.B. die Geschwindigkeitsgrenzen entsprechend der geltenden C-Norm anzuwenden, z.B. 2 m/min für Achsen. In vielen Maschinen kommt eine sicher überwachte Geschwindigkeit aber auch während der automatischen Bearbeitung zur Anwendung. Um Schaden an der Maschine oder am Produktionsgut zu vermeiden, kann so die Überschreitung bestimmter Höchstdrehzahlen und Geschwindigkeiten sicher verhindert werden.

Durch den Antriebshersteller müssen Schutzmaßnahmen vorgesehen werden, die das Ändern der Geschwindigkeitsgrenzwerte nur dem Maschinenhersteller erlauben. Nach jeder Neueinstellung oder Änderung von Geschwindigkeitsgrenzwerten muß außerdem ein Abnahmetest durchgeführt werden. Der Inbetriebnehmer muß während des Abnahmetestes den Geschwindigkeitsgrenzwert anfahren und einwandfreie sicherheitsgerichtete Reaktion in einem vom Antriebshersteller vorgesehenen Formblatt dokumentieren.

#### **Sicherer Betriebshalt**

Der Antrieb wird durch seine Steuerung überwacht im Stillstand gehalten.

ANMERKUNG 1:

Das übergeordnete → SAG leitet bei Abweichungen vom Stillstand die sicherheitsgerichtete Reaktion ein.

ANMERKUNG 2:

Der sichere Betriebshalt wird immer dort benötigt, wo häufig manuell in den Prozess eingegriffen werden muß, eine hardwaremäßige Trennung von der Energieversorgung nicht praktikabel ist. Anwendungsbeispiele sind der Einrichtbetrieb und das Einfahren von CNC-Programmen.

#### **Sicherer Halt**

Sichere Unterbrechung der Energieversorgung zum Antrieb, weshalb kein Drehmoment erzeugt wird und somit keine gefährliche Bewegung entsteht.

ANMERKUNG:

Eine Überwachung des Stillstands muß nicht erfolgen. Eine kontaktbehaltete Trennung zur Energieversorgung kann, muß jedoch nicht vorhanden sein.

#### **Sicheres Stillsetzen**

Ein der Gefahrensituation entsprechendes Stillsetzen des Antriebs (-) Stop-Funktion).

ANMERKUNG:

Die elektrischen, elektronischen, elektromechanischen Einrichtungen, die für die Verzögerung des Antriebs notwendig sind, müssen in die Sicherheitsbetrachtungen mit einbezogen werden.

Maßnahmen sind z.B.

- Gesteuertes Stillsetzen mit sicher überwachter Verzögerungszeit
- Gesteuertes Stillsetzen mit sicherer Überwachung der Bremsrampe
- Ungesteuertes Stillsetzen mit mechanischen Bremsen

#### **Sicherheitseinrichtung**

Technische Mittel zur Vermeidung von Gefahren für Mensch, Produktionsgut und Umwelt.

#### **Sicherheitskombination**

→ Auswerteeinheit, sicherheitsgerichtet

#### **Sicherheits-Lichtgitter**

→ Sicherheits-Lichtvorhang

#### **Sicherheits-Lichtschranke**

→ Signalgeber

#### **Sicherheits-Lichtvorhang**

→ Signalgeber

#### **Sicherheits-Relaiskombination**

→ Auswerteeinheit, sicherheitsgerichtet

#### **Sicherheits-Schaltgerät**

→ Auswerteeinheit, sicherheitsgerichtet

#### **Signalgeber**

- **Magnetschalter**, bestehend aus einem oder mehreren Reedkontakten, ändern unter dem Einfluß eines Magnetfeldes ihren Schaltzustand.
- **Mutingsensor** wird bei Muting-Betrieb (→ Muting) eingesetzt, um Körper zu erkennen, bei denen eine → BWS nicht abschalten soll.
- **Näherungsschalter** (induktiv, optisch oder kapazitiv) ändern bei der Annäherung von Körpern oder Flüssigkeiten ihren Schaltzustand. Sie sind überwiegend mit Halbleiterausgängen ausgerüstet.
- **Not-Aus-Taster** zur Betätigung in Gefahrensituationen um damit ein Abschalten des Prozesses oder der Maschine bzw. Anlage zu bewirken. Er muß über zwangsöffnende Kontakte verfügen und sollte leicht erreichbar und überlastungssicher sein [EN 418].

- **Positionsschalter** ist Teil der Verriegelungseinrichtung einer trennenden Schutzeinrichtung. Er ändert seinen Schaltzustand in Abhängigkeit von einem mechanisch gegebenen Steuerbefehl. Es gibt Positionsschalter ohne und mit Zuhaltung (→ Zuhaltungseinrichtung).

- **PDF (Proximity Devices with defined behaviour under Fault conditions)** ist ein Näherungsschalter für Sicherheitsfunktionen mit definiertem Verhalten unter Fehlerbedingungen (PDF), bei denen durch Veränderung optischer, magnetischer, elektrostatischer, akustischer oder anderer Felder ein Schaltvorgang ausgelöst wird. Das dabei erzeugte Schaltsignal darf für sicherheitsrelevante Steuerungen von Maschinen verwendet werden.

ANMERKUNG:

Zum Näherungsschalter für Sicherheitsfunktionen gehören die Baugruppen-Sensor (aktives Teil), Auswertegerät inklusive den Sicherheitsausgängen und Betätiger (festgelegtes Objekt).

- **Reset-Taster** in einem → SAG stellt eine @Wiederanlaufsperr dar, welche erst durch Betätigung aufgehoben wird.

- **Laserscanner** sind optische Flächenscanner, die berührungslos mit periodisch ausgesendeten Lichtimpulsen arbeiten, die ein integrierter Drehspeigel in den Arbeitsbereich streut. Objekte, die in das definierte Schutzfeld eindringen, werden durch Reflektion dieser Lichtimpulse erkannt und aus der Lichtlaufzeit werden die Koordinaten des „Hindernisses“ errechnet. Befindet sich das „Hindernis“ im definierten Schutzfeld, wird über sicherheitsgerichtete Ausgänge (→ OSSD) eine Stop-Funktion bewirkt.

- **Schaltmatten, Schaltplatten, Schaltleisten, Schaltkanten** ändern bei Betreten (Schaltmatte bzw. bei Verformung (Schaltleisten, Schaltkanten) ihren Schaltzustand [EN 1760-1/-2].

- **Seilzugschalter** bewirkt eine Stop-Kategorie 0, wenn eine Reißleine gezogen wird oder das Seil reißt.

- **Sicherheits-Lichtgitter** bzw. **Sicherheits-Lichtvorhang** ändert bei Unterbrechung eines oder mehrerer Lichtstrahlen ihren Schaltzustand.

- **Sicherheits-Lichtschranke (SL)** ändert bei Unterbrechung ihres Lichtstrahls ihren Schaltzustand.

- **Zustimmschalter** ist manuell zu betätigen, damit die Schutzwirkung von Schutzeinrichtungen aufgehoben werden kann. Mit ihm allein dürfen keine gefahrenbringenden Zustände eingeleitet werden. Dafür ist ein „zweiter, bewußter“ Befehl erforderlich.

#### **SIL (Safety Integrity Level)**

→ Safety Integrity Level (SIL)

#### **Start**

##### **Automatischer Start:**

Nach Prüfung des Eingangsabbildes und positivem Test durch das → SAG, wird ohne manuelle Zustimmung ein Freigabesignal erzeugt.

ANMERKUNG:

Diese Funktion wird auch als dynamischer Betrieb bezeichnet und ist für Not-Aus-Einrichtungen unzulässig.

##### **Manueller Start:**

Durch Betätigen des → Reset-Taster und nach Prüfung des Eingangsabbildes und positivem Test durch die → SAG, wird ein Freigabesignal erzeugt.

ANMERKUNG:

Diese Funktion wird auch als statischer Betrieb bezeichnet und ist für Not-Aus - Einrichtungen (-) Stopf-Funktion) vorgeschrieben [IEC / DIN EN 60204-1].

#### **Stellungsüberwachung**

Überwachung der Position einer Schutzeinrichtung (z.B. Schutztür) mit Hilfe dafür geeigneter → Signalgeber und → Auswerteeinheit.

#### **Steuerungskategorie (SK)**

Einteilung der sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung in Bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit (SK B, 1, 2, 3, und 4) gegen Fehler und ihr Verhalten im Fehlerfall, die auf Grund der strukturellen Anordnung der Teile und / oder deren Zuverlässigkeit erreicht wird. [EN 954-1].

#### **Stillsetzen im Notfall**

Eine Handlung im Notfall, die dazu bestimmt ist, einen Prozeß oder eine Bewegung anzuhalten, der (die) gefahrbringend wurde [IEC / DIN EN 60204-1/11.98 Anhang D]

### Stillstandsüberwachung

→ Drehzahlüberwachung

### Stop-Funktion

[EN 60204-1]

#### • Stop-Kategorie 0

Ungesteuertes Stillsetzen durch sofortiges Abschalten der Energie zu den Maschinenantriebs-elementen

#### • Stop-Kategorie 1

Gesteuertes Stillsetzen, bei dem die Energiezufuhr erst dann unterbrochen wird, wenn der Stillstand erreicht ist.

#### • Stop-Kategorie 2

Gesteuertes Stillsetzen, bei dem die Energiezufuhr im Stillstand erhalten bleibt.

### Synchronüberwachungszeit

Zeit, während der eine gleichzeitige Betätigung erfolgen muß, um ein Ausgangssignal zu erzeugen.  
→ Diskrepanzzeitüberwachung  
→ Zweihandschaltung

### Taster-Überwachung

Die Funktion des Tasters wird durch einen dynamischen Signalwechsel beim Loslassen des Tasters überwacht.

ANMERKUNG: Dadurch wird beispielsweise ein Einschalten der Anlage verhindert, das durch einen kurzgeschlossenen Taster (z.B. durch Manipulation oder einen Kurzschluß) verursacht würde.

### Testung

→ Periodischer Test

→ Zyklischer Test

### Trennende Schutzeinrichtung

Mechanische Trennung zwischen dem Gefahrenbereich und betrieblicher Umwelt.

#### ANMERKUNG:

Die Trennung kann ausgeführt sein als Schutzgitter, Schutztür, Gehäuse, Abdeckung, Verkleidung, Verdeckung, Umzäunung, Schirm usw. Sie kann eigenständig oder Teil der Maschine sein.

### Ungesteuertes Stillsetzen

→ Stop-Funktion

### Verriegelungseinrichtung

Mechanische, elektrische oder andere Einrichtung, deren Zweck es ist, den Betrieb eines Maschinenelementes unter bestimmten Bedingungen zu verhindern (üblicherweise solange eine trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist). [EN 1088]

### Wiederanlaufsperr

Verhinderung der Freigabe eines  
→ SAG nach einem Abschalten, nach einer Änderung der Betriebs

art der Maschine oder nach einem Wechsel der Betätigungsart.

#### ANMERKUNG:

Die Wiederanlaufsperr wird erst durch einen externen Befehl (z.B. → Reset-Taster) aufgehoben.

### Zuhaltung

→ Zuhaltungseinrichtung

### Zuhaltungseinrichtung

Einrichtung, um eine → Trennende Schutzeinrichtung in der geschlossenen Position zu halten und die mit der Steuerung so verbunden ist, daß die Maschine nicht laufen kann, wenn die Schutzeinrichtung nicht geschlossen und zugehalten ist und die trennende Schutzeinrichtung solange zugehalten bleibt, bis das Verletzungsrisiko nicht mehr vorhanden ist. [EN 1088]

### Zustimmenschalter

→ Signalgeber

### Zwangsgeführte Kontakte

Zwangsührung von Kontakten bedeutet, daß kein Öffner schließen darf, wenn ein beliebiger Schließer nicht öffnet. Es darf auch kein Schließer schließen, wenn ein Öffner nicht öffnet. Dies gilt bei Relais/Schützen über die gesamte Lebensdauer und auch für den fehlerhaften Zustand [EN 50205].  
Beispiel: Ist ein Schließer verschweißt, so bleiben alle anderen Öffnerkontakte des betroffenen Relais/Schütz geöffnet, egal ob das Relais/Schütz erregt wird oder nicht.

### Zwangsöffnung

Ausführung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Bedienteiles des Schalters über nicht federnde Teile. [IEC / DIN EN 60204-1]

### ANMERKUNG 1:

Für die elektrische Ausrüstung von Maschinen wird die gesicherte Öffnung von Öffnerkontakten in allen Sicherheitskreisen ausdrücklich vorgeschrieben.

### ANMERKUNG 2:

Die Zwangsöffnung ist nach IEC / DIN EN 60947-5-1 -k durch das Zeichen (Pfeil im Kreis) signalisiert (Personenschutzfunktion).

### Zweihandschaltung

Einrichtung, die mindestens die gleichzeitige Betätigung durch beide Hände erfordert, um den Betrieb einer Maschine einzuleiten und aufrechtzuerhalten, solange eine Gefährdung besteht, um auf diese Weise eine Maßnahme zum Schutz nur der betätigenden Person zu erreichen [EN 574].

#### ANMERKUNG:

Zum Auslösen des gefährlichen (die) gefahrbringend wurde [IEC / Arbeitsganges müssen die beiden Bedienteile gleichzeitig (→ Diskrepanzzeitüberwachung) betätigt werden. Bei Loslassen auch nur eines der beiden Bedienteile während der gefährlichen Bewegung, wird die Freigabe aufgehoben. Die Fortsetzung des gefährlichen Arbeitsganges kann erst wieder eingeleitet werden, wenn beide Bedienteile in ihre Ausgangslage zurückgekehrt sind und erneut betätigt werden.

## Zyklische Selbstüberwachung → Testung

### Zyklischer Test

Vor oder bei der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion wird ein Fehler, d.h. spätestens bei jedem Einschaltzyklus der → Auswerteeinheit automatisch erkannt.

## 4. Sicherheitsgerichtete Schaltfunktionen

Zentrale Anforderungen an sicherheitsgerichtete Schaltungen werden in den in Abschnitt 2.1 erwähnten Normen beschrieben. Die wesentlichen Aussagen werden auszugsweise hier wiedergegeben.

### 4.1 Not-Aus-Schaltungen

Um im Gefahrenfall eine schnelle Stillsetzung der gefahrbringenden Bewegung zu erreichen, kommt der zuverlässigen Funktion der Not-Aus-Einrichtung eine besondere Bedeutung zu. Deshalb muß das Versagen von Betriebsmitteln hinter einem Not-Aus-Befehlsgerät oder einer ordnungsgemäß wirkenden Schutzvorrichtung durch entsprechende Schaltungen ausgeschlossen werden.

### EN 60204-1 Sicherheit von Maschinen

#### Absatz 9.2.5.4 Not Aus

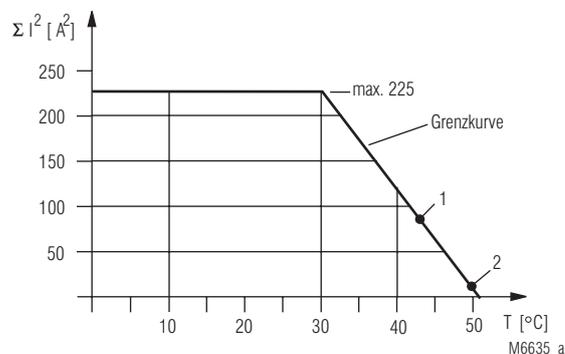
Funktionale Aspekte für Not-Aus-Einrichtungen sind in EN 418 enthalten. Zusätzlich zu den Anforderungen für Stop (siehe 9.2.5.3) gelten für Not-Aus folgende Anforderungen:

- er muß gegenüber allen anderen Funktionen und Betätigungen in allen Betriebsarten Vorrang haben;
- die Energiezufuhr zu den Maschinenantrieben, die gefährliche Zustände verursachen können, muß ohne Erzeugung weiterer Gefahren so schnell wie möglich abgeschaltet werden (z.B. durch mechanische Anhaltevorrichtungen, die keine externe Energiezufuhr erfordern, durch Gegenstrombremsen bei Stop-Kategorie 1) und
- das Rücksetzen darf keinen Wiederanlauf einleiten.

Falls es erforderlich ist, müssen Möglichkeiten zum zusätzlichen Anschluß von Not-Aus-Einrichtungen vorgesehen werden (siehe 10.7 Anforderungen an Not-Aus-Einrichtungen).

Der Not-Aus muß entweder als ein Stop der **Kategorie 0** oder der **Kategorie 1** wirken (siehe 9.2.2). Die Kategorie des Not-Aus muß anhand der Risikobewertung der Maschine festgelegt werden.

## Summenstromgrenzkurve



## Summenstromgrenzkurve

Es muß das Quadrat der Ströme verwendet werden, um eine lineare Grenzkurve zu erhalten.

### Allgemeine Formel zur Ermittlung der max. Umgebungstemperatur

- Summe der Ströme<sup>2</sup> je Sicherheitskontakt = Wert auf Skala Σ I<sup>2</sup> (A<sup>2</sup>)
- Max. Umgebungstemperatur T = Schnittpunkt des Wertes auf Skala Σ I<sup>2</sup> (A<sup>2</sup>) mit Grenzkurve

#### Beispiel 1

- $(4A)^2 + (4A)^2 + (4A)^2 + (4A)^2 + (4A)^2 + (4A)^2 = 96 A^2$  (Skala Σ I<sup>2</sup>)
- Max. Umgebungstemperatur T = 43°C (Punkt 1)

#### Beispiel 2

- $(0,5 A)^2 + (1 A)^2 + (2 A)^2 + (1 A)^2 = 6,25 A^2$  (Skala Σ I<sup>2</sup>)
- Max. Umgebungstemperatur T = 49°C (Punkt 2)

### Zu beachten:

Der Summenstrom<sup>2</sup> kann bei 50°C noch 1,5 A<sup>2</sup> betragen, d.h. 0,5 A je Sicherheitskontakt.

- $(0,5 A)^2 + (0,5 A)^2 = 1,5 A^2$
- Max. Umgebungstemperatur = 50°C

Für die Not-Aus-Funktion der Stop-Kategorie 0 dürfen nur **festverdrahtete, elektromechanische Bauteile** verwendet werden. Die Auslösung darf nicht von einer **Schaltlogik** (Hardware oder Software) oder von der Übertragung von Befehlen über ein **Kommunikationsnetzwerk** oder eine **Datenverbindung** abhängen. Bei der Stop-Kategorie 1 für die Not-Aus-Funktion muß die endgültige Abschaltung der Energieversorgung der Maschinenantriebe sichergestellt sein und muß durch Verwendung von elektromechanischen Bauteilen erfolgen. (Quelle: EN 60204-1)

#### Absatz 9.2.5.3 Stop

Die Stop-Kategorie muß anhand der Risikobewertung der Maschine festgelegt werden (siehe 4.1). Zusätzlich sind geeignete Maßnahmen vorzusehen, um ein zuverlässiges Stillsetzen sicherzustellen (siehe 9.4). (Grundsätze für den Entwurf sicherheitsrelevanter Steuerungen werden von CEN/TC 114 bearbeitet).

Falls erforderlich, müssen Möglichkeiten vorgesehen werden, um Schutzvorrichtungen und Verriegelungen anzuschließen. Falls es anwendbar ist, muß die Stop-Funktion der Steuerungslogik ihren Zustand anzeigen. Das Rücksetzen der Stop-Funktion darf keinen gefährlichen Zustand auslösen.

#### Absatz 9.2.2 Stop-Funktionen

Es gibt folgende drei Kategorien von Stop-Funktionen:

- Kategorie 0: Stillsetzen durch sofortiges Ausschalten der Energiezufuhr zu den Maschinenantrieben (d.h. ein ungesteuertes Stillsetzen, siehe 3.56);
- Kategorie 1: Ein gesteuertes Stillsetzen (siehe 3.11), wobei die Energiezufuhr zu den Maschinenantrieben beibehalten wird, um das Stillsetzen zu erzielen und die Energiezufuhr erst dann unterbrochen wird, wenn der Stillstand erreicht ist;
- Kategorie 2: Ein gesteuertes Stillsetzen, bei dem die Energiezufuhr zu den Maschinenantrieben erhalten bleibt.

Jede Maschine muß mit einer Stop-Funktion der Kategorie 0 ausgerüstet sein. Stop-Funktionen der Kategorien 1 und/oder 2 sind dann vorzusehen, wenn dies für die sicherheits- und/oder funktions-technischen Erfordernisse der Maschine notwendig ist. Kategorie-0- und Kategorie-1-Stops müssen unabhängig von der Betriebsart (siehe 9.2.3) funktionsfähig sein, und ein Kategorie 0-Stop muß Vorrang haben. Stop-Funktionen müssen durch Erregen des entsprechenden Kreises erfolgen und haben Vorrang vor zugeordneten Start-Funktionen (siehe 9.2.5.3 und 9.2.5.4). (Quelle: EN 60204-1)

#### Absatz 9.2.6 Kombinierte Start-Stop-Steuerungen

Drucktaster und ähnliche Bedienelemente, die abwechselnd eine Bewegung einleiten und stoppen, dürfen nur für Funktionen verwendet werden, die nicht zu einem gefahrbringenden Zustand führen können.

#### Absatz 9.4 Steuerfunktionen im Fehlerfall

##### Absatz 9.4.1 Allgemeine Anforderungen

Falls Fehler oder Störungen in der elektrischen Ausrüstung einen gefahrbringenden Zustand oder Schaden an der Maschine oder am Arbeitsgut verursachen können, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens solcher Fehler oder Störungen zu verringern. Die erforderlichen Maßnahmen und der Grad bis zu dem sie verwirklicht werden - entweder einzeln oder in Kombination -, hängen von der Risikohöhe ab, die mit der jeweiligen Anwendung verbunden ist (siehe 4.1).

Maßnahmen zur Verringerung dieser Risiken schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf:

- Schutzvorrichtungen an der Maschine (z.B. verriegelt Abdeckungen, Auslöseeinrichtungen);
- Schutzverriegelung des elektrischen Stromkreises;
- Verwendung von erprobten Schaltungstechniken und Komponenten (siehe 9.4.2.1);
- Vorsehen von teilweiser oder vollständiger Redundanz (siehe Absatz 9.4.2.2) oder Diversität (siehe Absatz 9.4.2.3);
- Vorsehen von Funktionsprüfungen (siehe 9.4.2.4).

Im allgemeinen sind nur Einzelfehler zu berücksichtigen. Im Falle höherer Risikostufen kann es notwendig sein, sicherzustellen, daß ein Einzelfehler zu keinem gefährlichen Zustand führen kann. (Quelle: EN 60204-1)

## **Absatz 9.4.2 Maßnahmen zur Risikoverminderung im Fehlerfall**

### **Absatz 9.4.2.1**

Verwendung von erprobten Schaltungstechniken und Komponenten. Diese Maßnahmen schließen ein, sind aber nicht begrenzt auf:

- Funktionserdung der Steuerstromkreise (siehe 9.4.3.1);
- Verbindung der Steuergeräte nach 9.4.1;
- Stillsetzen durch Entregung (siehe 9.2.2);
- Schalten aller aktiven Leiter zu dem zu steuernden Gerät (siehe 9.4.3.1);
- Verwendung von zwangsläufig öffnenden Schaltgeräten (siehe IEC 60947-5-1);
- Schaltungstechnische Maßnahmen, um die Möglichkeit von Fehlern, die unerwünschte Betriebszustände verursachen, zu verringern.

### **Absatz 9.4.2.2 Vorsehen von Redundanz**

Durch Vorsehen von teilweiser oder vollständiger Redundanz ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit zu verringern, daß ein Einzelfehler in einem elektrischen Stromkreis zu einem gefährbringenden Zustand führen kann. Redundanz kann im üblichen Betrieb wirksam sein (d.h. on-line Redundanz) oder durch spezielle Stromkreise realisiert sein, die die Schutzfunktion nur übernehmen, wenn die Betriebsfunktion ausfällt (d.h. off-line Redundanz).

Wo off-line Redundanz verwendet wird, die während des üblichen Betriebes nicht wirksam ist, müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um sicherzustellen, daß diese Steuerstromkreise im Anforderungsfall wirksam sind.

### **Absatz 9.4.2.3 Anwendung von Diversität**

Die Verwendung von Steuerstromkreisen mit verschiedenen Funktionsprinzipien oder Verwendung von unterschiedlichen Gerätetypen kann die Wahrscheinlichkeit von Fehlern und / oder Ausfällen, die zu Gefährdungen führen können, vermindern. Beispiele schließen ein:

- die Kombination von Öffnern und Schließern, betätigt durch verriegelte trennende Schutzeinrichtungen;
- die Verwendung von Komponenten unterschiedlicher Bauart in dem ihnen sind, darf es nur möglich sein, diesen Stromkreis wieder zu schließen, wenn alle zuvor betätigten Geräte für das Stillsetzen im Notfall zurückgestellt worden sind.

## **Absatz 10.7 Geräte für das Stillsetzen im Notfall**

### **Absatz 10.7.1 Anordnung**

Geräte für das Stillsetzen im Notfall müssen leicht erreichbar sein.

Geräte für das Stillsetzen im Notfall müssen an jedem Bedienstand sowie an anderen Orten, wo die Einleitung eines Stillsetzens im Notfall erforderlich sein kann, vorhanden sein (Ausnahme siehe 9.2.7.3.)

### **Absatz 10.7.2 Arten**

Die Arten der Geräte für das Stillsetzen im Notfall schließen ein:

- einen drucktastenbetätigten Schalter;
- einen Reißleinschalter;
- einen Trittleisten- oder Fußschalter ohne mechanischen Schutz.

Die Geräte müssen selbsttätig verrasten, und die Kontakte müssen zwangsöffnend sein. (siehe IEC 60947-5-1)

### **Absatz 10.7.3 Wiederherstellen der normalen Funktion nach einem Stillsetzen im Notfall**

Es darf nur möglich sein, einen Stromkreis für das Stillsetzen im Notfall wieder zu schließen, wenn das Gerät für das Stillsetzen im Notfall vorher von Hand zurückgestellt worden ist. Wo mehrere Geräte für das Stillsetzen im Notfall in einem Stromkreis vorgesehen sind, darf es nur möglich sein, diesen Stromkreis wieder zu schließen, wenn alle zuvor betätigten Geräte für das Stillsetzen im Notfall zurückgestellt worden sind.

### **Absatz 10.7.4 Bedienteile**

Bedienteile für Geräte zum Stillsetzen im Notfall müssen ROT sein. Der Hintergrund unmittelbar um das Bedienteil muß GELB sein. Das Bedienteil eines drucktastenbetätigten Schalters muß entweder palmen- oder pilzkopfförmig sein.

### **Absatz 10.7.5 Direkte Betätigung der Netz-Trenneinrichtungen für das Stillsetzen im Notfall**

Die Netz-Trenneinrichtung darf für die Funktion zum Stillsetzen im Notfall direkt betätigt werden, wenn

- sie für den Bediener leicht erreichbar ist;
- sie von einer der Arten ist, die in 5.3.2 a), b) oder c) beschrieben sind.

Wenn die Netz-Trenneinrichtungen für diesen Zweck vorgesehen ist, muß sie die Farb-anforderungen von 10.7.4 erfüllen.

### **Absatz 10.9 Anzeigen**

Anzeigen (z.B. Bildschirmgeräte, Gefahrenmeldetableaus) müssen so ausgewählt und angeordnet werden, daß sie für den Bedienden von seiner normalen Position aus sichtbar sind. Wo Sichtanzeigen als Warneinrichtungen vorgesehen sind, wird empfohlen, Blink- oder Rundumlicht zu verwenden und eine akustische Warneinrichtung vorzusehen.

## **Absatz 11.3 Programmierbare Ausrüstung**

**Absatz 11.3.4** Anwendung bei sicherheitsbezogenen Funktionen Programmierbare elektronische Ausrüstung darf nicht für Kategorie-0 der Stillsetz-Funktionen im Notfall verwendet werden (siehe 9.2.5.4)

Alle anderen sicherheitsbezogenen Stop-Funktionen ist die Verwendung von festverdrahteten **elektromechanischen Betriebsmitteln** vorzuziehen (d.h. die Funktion sollte nicht von der Funktionsfähigkeit der programmierbaren elektronischen Ausrüstung abhängen. Wo für solche Funktionen eine programmierbare elektronische Ausrüstung verwendet wird, müssen geeignete Maßnahmen in Übereinstimmung mit Absatz 9.4 angewendet werden. Diese Anforderungen dürfen die Anwendung von programmierbarer elektronischer Ausrüstung zur Überwachung, Prüfung oder Unterstützung dieser Funktionen nicht ausschließen, aber diese Ausrüstungen dürfen den fehlerfreien Betrieb dieser Funktionen nicht verhindern.

ANMERKUNG: In Situationen, in denen eine bedeutsame Gefährdung durch Fehlfunktion des Steuersystems entstehen kann, ist es gegenwärtig schwierig, mit einer bestimmten Gewißheit festzustellen, daß die Zuverlässigkeit des fehlerfreien Betriebes einer einkanalen programmierbaren elektronischen Ausrüstung zugesichert werden kann. Bis diese Situation geklärt werden kann, ist es nicht ratsam, sich allein auf den fehlerfreien Betrieb einer solchen Einkanal-Einrichtung zu verlassen.

## **EN 418, Absatz 4 Sicherheitsanforderungen**

### **Absatz 4.1 Allgemeine Anforderungen**

**Absatz 4.1.1** Die Not-Aus-Funktion muß jederzeit und ohne Rücksicht auf die Betriebsart verfügbar und funktionsfähig sein.

ANMERKUNG: Wenn Not-Aus-Befehlsgeräte abgetrennt werden können (z.B. bei tragbaren Programmierhandgeräten), oder wenn Teilbereiche einer Maschine abgeschaltet werden können, sollten Vorkehrungen getroffen werden, um Verwechslungen von wirksamen und nicht wirksamen Befehlsgeräten zu vermeiden.

**Absatz 4.1.2** Das Befehlsgerät und sein Stellteil müssen nach dem Prinzip der Zwangsbetätigung arbeiten (siehe 3.5 von EN 292-2).

ANMERKUNG: Ein Schalter mit Zwangsöffnung ist ein Beispiel für ein geeignetes Befehlsgerät. Gemäß EN 60947-5-1 (3. Teil, Abschnitt 2.2), ist die Zwangsöffnung (eines Schaltgliedes) „die Ausführung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Bedienteils des Schalters über nicht federnde Teile (z.B. nicht abhängig von einer Feder)

**Absatz 4.1.3** Die Not-Aus-Einrichtung darf als Ersatz weder für ausreichende Schutzmaßnahmen noch für automatische Sicherheitseinrichtungen eingesetzt werden, kann aber als unterstützende Maßnahme dienen.

**Absatz 4.1.4** Nach Betätigung des Stellteils muß die Not-Aus-Einrichtung in einer solchen Weise arbeiten, daß die Gefahr automatisch auf die bestmögliche Weise abgewendet oder verringert wird.

ANMERKUNG 1: Die Aussage „auf die bestmögliche Weise“ umfaßt u.a.:

- Wahl der günstigsten Verzögerungsrate,
- Auswahl der richtigen Stop-Kategorie (siehe Absatz 4.1.5 weiter unten) entsprechend der Risikoabschätzung).

ANMERKUNG 2: „Automatisch“ bedeutet, daß nach der Betätigung des Stellteils der Not-Aus-Einrichtung das Wirksamwerden der Not-Aus-Funktion das Ergebnis eines vorbestimmten Ablaufs interner Funktionen sein kann.

**Absatz 4.1.5** Die Not-Aus-Funktion muß wirken:

- entweder nach **Stop-Kategorie 0**, d.h. Stillsetzen durch: unmittelbares Abtrennen der Energiezufuhr zu dem/den Maschinen Antriebselement(en)
- oder mechanische Unterbrechung (Auskuppeln) zwischen gefährlichen Elementen und ihren Antriebselementen, und, falls notwendig, durch Bremsen (ungesteuertes Stillsetzen)
- oder nach **Stop-Kategorie 1**: Ein gesteuertes Stillsetzen mit Energiezufuhr zu dem/den Antriebselement(en), um den Halt zu erreichen und nachfolgend, nach erreichtem Stillstand, Unterbrechung der Energiezufuhr.

**Absatz 4.1.6** Die Not-Aus-Einrichtung muß so beschaffen sein, daß die Entscheidung, das Not-Aus-Stellteil zu betätigen, der Person keine Überlegungen bezüglich der sich daraus ergebenden Wirkungen abverlangt (Bereich, der abgeschaltet wird, Verzögerungsrate usw.).

**Absatz 4.1.7** Der Not-Aus-Befehl muß Vorrang vor allen anderen Befehlen haben.

**Absatz 4.1.8** Die Reaktion der Maschine auf den Not-Aus-Befehl darf keinerlei zusätzliche Gefährdung hervorrufen.

**Absatz 4.1.9** Die Not-Aus-Funktion darf die Wirksamkeit von Sicherheitseinrichtungen oder Einrichtungen mit sicherheitsbezogenen Funktionen nicht beeinträchtigen.

ANMERKUNG: Für diesen Zweck kann es erforderlich sein, den Weiterbetrieb von Hilfseinrichtungen, wie z.B. magnetische Spannfutter oder Bremsen, sicherzustellen.

**Absatz 4.1.10** Die Not-Aus-Funktion darf Einrichtungen, die zum Befreien von Personen aus aus Gefahrensituationen vorgesehen sind, nicht beeinträchtigen.

ANMERKUNG: Die Not-Aus-Funktion kann das Wirksamwerden bestimmter dafür vorgesehener Einrichtungen einschließen.

**Absatz 4.1.11** Jede Handlung am Stellteil, die zu einer Erzeugung des Not-Aus-Befehls führt, muß auch zu einem Verrasten des Befehlsgerätes führen, so daß nach Beendigung der Betätigung des Stellteils der Not-Aus-Befehl bestehen bleibt, bis das Befehlsgerät rückgestellt (entriegelt) wird. Das Befehlsgerät darf nicht verrasten, ohne einen Not-Aus-Befehl zu erzeugen.

Im Falle eines Fehlers in dem Befehlsgerät (Verrast-Einrichtung eingeschlossen) muß die Funktion zur Erzeugung des Not-Aus-Befehls Vorrang vor der Verrast-Funktion haben.

**Absatz 4.1.12** Das Rückstellen des Befehlsgerätes darf nur als Ergebnis einer von Hand ausgeführten Handlung am Befehlsgerät möglich sein.

Das Rückstellen des Befehlsgerätes allein darf keinen Wiederanlauf-Befehl auslösen.

Der Wiederanlauf der Maschine darf nicht möglich sein, bis alle betätigten Stellteile von Hand, einzeln und bewußt rückgestellt worden sind.

**Absatz 4.1.13** Der Zustand, in den die Maschinen durch einen Not-Aus-Befehl versetzt wird, darf sich in der Zeit, in der das Befehlsgerät betätigt ist, nicht unbeabsichtigt (unerwartet) ändern. (Quelle: EN 418)

## 4.2 Zweihandschaltungen (ZHS)

Zweihandschaltungen dienen an Maschinen und Anlagen dem Schutz gegen Handverletzungen durch gefahrbringende Schließbewegungen.

Dies wird durch die Ortsbindung beider Hände der Bedienperson erreicht, indem die beiden Stellteile (Bedientaster) der Zweihandschaltung innerhalb von 500 ms gleichzeitig betätigt werden müssen. Der Steuerbefehl steht solange an, solange beide Stellteile betätigt werden. Wird ein Stellteil losgelassen, kann ein neuer Steuerbefehl erst dann wieder erfolgen, wenn auch das andere Stellteil losgelassen worden ist und beide erneut betätigt werden.

Im Zuge der Harmonisierung der nationalen Vorschriften mit den EU-Richtlinien müssen ZHS zukünftig nicht mehr gemäß der Anforderungsstufe IV nach DIN 24980, sondern nach der EN 574 ausgeführt werden. In Abschnitt 6 der EN 574 sind die Anforderungen an den Leistungsgrad der Sicherheit durch folgende Maßnahmen beschrieben:

- bewährte Bauteile
- Einfehlersicherheit
- Selbstüberwachung
- andere gleichwertige Maßnahmen

Im Vergleich zur bisherigen Norm werden bezüglich der Einfehlersicherheit und der Selbstüberwachung zusätzliche Anforderungen gestellt.

### Einfehlersicherheit

Wenn die Risikobeurteilung Einfehler-Sicherheit erfordert, muß die Zweihandschaltung des Typ II und des Typ III B der Kategorie 3 entsprechen.

Der Einzelfehler in der Zweihandschaltung darf nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktionen führen.

Die Zweihandschaltung darf durch den einen Fehler nicht zu einer Einhandschaltung werden (EN 574 6.3.1, 6.3.2)

### Selbstüberwachung

Wenn die Risikobeurteilung Selbstüberwachung erfordert muß die Zweihandschaltung des Typ III C der Kategorie 4 (EN 954-1) entsprechen.

Ein Ausgangssignal, das während der Zeit des Auftretens eines Fehlers erzeugt wird, darf bestehen bleiben, muß aber beendet werden, wenn ein oder beide Signal(e) zurückgezogen wird / werden.

Wenn ein einzelner Fehler nicht erkannt werden kann, darf eine Kombination weiterer Fehler nicht zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion(en) führen.

Um diese Bedingungen zu erfüllen, müssen zukünftig die Stellteile als Öffner / Schließer-Kombination ausgeführt werden.

Die antivalente Anordnung stellt sicher, daß Kontaktfehler und Leitungsschlüsse nicht zu einer Einhandschaltung führen können. Darüber hinaus ist zu beachten, daß die Sicherheitsanforderungen einer ZHS mit denen der Kategorien der sicherheitsrelevanten Teile der Maschinensteuerung im Einklang stehen. Die Norm unterscheidet 3 Typen von ZHS entsprechend den differenzierten Sicherheitsanforderungen gemäß Tabelle 1 EN 574.

## 4.3 Schutzverriegelungen

Schutztürwächter überwachen die Stellung von Positionsschaltern an einer Schutztür. Sie schützen Personen bei Zugang oder Eingriff in Fertigungseinrichtungen durch die sicherheitstechnische Verriegelung der gefahrbringenden Bewegung.

Als allgemein gültige Vorschrift für das Vorsehen von Schutztürwächter kann die EN 60204-1 herangezogen werden.

### Funktionseigenschaften

	Typen				
	I	II	III		
			A	B	C
Benutzung beider Hände	•	•	•	•	•
Ausgangssignal nur, wenn beide Stellteile betätigt	•	•	•	•	•
Loslassen eines oder beider Stellteile beendet Ausgangssignal	•	•	•	•	•
Versehentliche Betätigung ist weitestgehend ausgeschlossen	•	•	•	•	•
Einfaches Umgehen der Schutzwirkung ist nicht möglich	•	•	•	•	•
Erneutes Erzeugen des Ausgangssignals nur nach Loslassen beider Stellteile		•	•	•	•
Ausgangssignal nur nach synchroner Betätigung innerhalb von max. 500 ms			•	•	•
<b>Leistungsgrad der Sicherheit</b>					
Bewährte Bauelemente entspricht der Kategorie 1 nach DIN EN 954	•		•		
Ein-Fehler-Sicherheit entspricht der Kategorie 3 nach DIN EN 954			•	•	
Selbstüberwachung entspricht der Kategorie 4 nach DIN EN 954					•

Tabelle 1

### EN 60204-1 Absatz 9.3 Schutzverriegelungen

**Absatz 9.3.1** (Wieder-) Schließen oder Rückstellen einer verriegelten Schutzvorrichtung darf keine Maschinenbewegung oder keinen Betrieb einleiten, wenn dies zu einem gefahrbringenden Zustand führen kann.

### Absatz 9.3.2 Wegbegrenzer

Wo Überfahren (von Endstellungen) zu einem gefahrbringenden Zustand führen kann, muß ein Positionsmelder oder Endschalter vorgesehen werden, um geeignete Steuerfunktionen einzuleiten.

### Absatz 9.3.3 Betrieb von Hilfs-einrichtungen

Das einwandfreie Arbeiten von Hilfsfunktionen muß durch geeignete Einrichtungen (z. B. Drückfühler) überwacht werden.

Wo ein Motor oder ein Gerät für eine Hilfsfunktion (z. B. Schmierung, Kühlmittelversorgung, Spänebeseitigung) nicht in Betrieb ist und dies zu einem gefahrbringenden Zustand führen oder Schaden an der Maschine oder dem Arbeitsgut verursachen kann muß eine geeignete Verriegelung vorgesehen werden.

### Absatz 9.3.4 Verriegelung zwischen verschiedenen Betriebsarten und für gegenläufige Bewegungen

Alle Schütze, Relais und andere Steuereinrichtungen, die Teile der Maschine steuern und deren gleichzeitige Betätigung einen gefährlichen Zustand herbeiführen kann (z.B. gegenläufige Bewegungen einleiten), müssen gegen fehlerhafte Betätigung verriegelt sein.

Wendeschütze (z. B. solche, die die Drehrichtung des Motors steuern) müssen so verriegelt sein, daß im Normalbetrieb beim Schalten kein Kurzschluß entstehen kann.

Wo zur Sicherheit oder für kontinuierlichen Betrieb bestimmte Funktionen an der Maschine in Wechselseitiger Beziehung erforderlich sind, muß eine eindeutige Koordinierung durch geeignete Verriegelungen sichergestellt werden.

Für eine Gruppe von Maschinen, die koordiniert zusammenarbeiten und die mehr als eine Steuerung hat, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um den Betrieb der Steuerungen soweit erforderliche, aufeinander abzustimmen. (Quelle: EN 60204-1)

Werden Schutztürwächter in Sicherheitsstromkreisen eingesetzt, so gelten gemäß EN 60204-1 die gleichen Anforderungen wie für Not-Aus-Schaltungen. Bei der Anwendung in Pressensteuerungen müssen die Schutztürwächter z.B. der Vorschrift ZH 1/457 „Sicherheitsregeln für Steuern an Kraftbetriebenen Pressen der Metallbearbeitung“ entsprechen. Die Prüfung erfolgt nach dem gleichen Verfahren, wie für Zweihand-Sicherheitsrelais. Von den Fachausschüssen der gewerblichen Berufsgenossenschaften werden die Anforderungen an Schutztürwächter in den „Grundsätzen für die Prüfung der Arbeitssicherheit“ in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsfall festgelegt.

#### 4.4 Risikobewertung zur Festlegung von Kategorien für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen nach DIN EN 954.

Mußten bisher sicherheitsgerichtete Schaltfunktionen, wie z.B. die Not-Aus-Schaltung generell

- zweikanalig redundant
- zyklisch überwacht und
- einfehlersicher

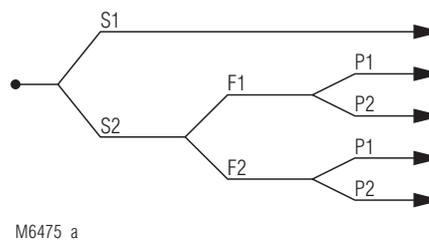
aufgebaut sein, läßt die EN 60204 differenzierte Sicherheitskategorien zu. Das setzt allerdings voraus, daß bei der Festlegung einer angemessenen Sicherheitskategorie immer eine Risikobewertung gemäß der EN 954 vorgenommen werden muß.

Danach wird anhand der maschinenspezifisch festzulegenden Risikoparameter

- S - Schwere der Verletzung
- F - Häufigkeit und Aufenthaltsdauer
- P - Möglichkeit zur Vermeidung von Gefährdungen

eine Risikobewertung vorgenommen.

#### 4.5 Risikoabschätzung und Auswahl einer angemessenen Kategorie



M6475\_a

Kategorien	Kategorien				
	B	1	2	3	4
S1	●	●	○	○	○
S2	●	●	●	○	○
F1		●	●	○	○
F2		●	●	○	○
P1		●	●	○	○
P2		●	●	○	○

#### S - Schwere der Verletzung

- S1 - Leichte Verletzung
- S2 - Schwere irreversible Verletzung einer oder mehrerer Personen oder Tod einer Person

#### F - Häufigkeit und Aufenthaltsdauer

- F1 - Selten bis öfter
- F2 - Häufig bis dauernd

#### P - Möglichkeit zur Vermeidung von Gefährdungen

- P1 - Möglich unter bestimmten Bedingungen
- P2 - kaum möglich
- bevorzugte Kategorie für Bezugspunkte
- mögliche Kategorie, die zusätzliche Maßnahmen erfordert
- überdimensionierte Maßnahmen in Bezug auf das Risiko

#### 4.6 Kategorie der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen nach CEN/TC 114 DIN EN 954-1

Kategorie	Kurzfassung der Anforderungen	Systemverhalten
<b>B</b>	Die sicherheitsbezogenen Teile von Maschinensteuerungen und/oder ihrer Schutzeinrichtungen als auch ihre Bauteile <b>müssen</b> in Übereinstimmung mit dem Stand der Technik so gestaltet, ausgewählt, zusammengestellt und kombiniert werden, daß sie <b>den zu erwartenden Einflüssen standhalten</b> können.	Wenn ein Fehler auftritt, kann er zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.  Einige Fehler bleiben unerkannt.
<b>1</b>	Die Anforderungen von B müssen erfüllt sein. Verwendung von sicherheitstechnisch bewährten Bauteilen und Prinzipien.	Wie für Kategorie B beschrieben, aber mit einer höheren sicherheitsbezogenen Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktion.

Kategorie	Kurzfassung der Anforderungen	Systemverhalten <sup>1)</sup>
2	Die Anforderungen von B und in Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Die <b>Sicherheitsfunktionen</b> müssen in geeigneten Zeitabständen <b>durch die Maschinensteuerung geprüft</b> werden. Anmerkung: Was geeignet ist, hängt von der Anwendung und der Art der Maschine ab.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion zwischen den Prüfungsabschnitten führen.  Der Fehler wird durch die Prüfung erkannt.
3	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Die Steuerungen müssen so gestaltet sein, daß: a) ein einzelner Fehler in der Steuerung nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion(en) führt und b) wann immer in angemessener Weise durchführbar der einzelne Fehler mit geeigneten, dem Stand der Technik entsprechenden Mitteln erkannt wird.	Wenn ein einzelner Fehler auftritt, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten.  Einige, aber nicht alle Fehler werden erkannt.  Eine Anhäufungen unerkannter Fehler kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.
4	Die Anforderung von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Eine Steuerung muß so gestaltet sein, daß: a) <b>ein einziger Fehler</b> in der Steuerung <b>nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion(en) führt</b> und b) wann immer möglich, <b>ein einzelner Fehler</b> bei oder vor der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion <b>erkannt wird</b> oder c) wenn b) nicht möglich ist, dann eine <b>Anhäufung</b> von Fehlern <b>nicht zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion führt</b> .	Wenn Fehler auftreten, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten.  Die Fehler werden rechtzeitig erkannt, um einen Verlust der Sicherheitsfunktion zu verhindern.

<sup>1)</sup> Die Risikobewertung gibt an, ob der volle oder teilweise Verlust der Sicherheitsfunktion(en), der sich aus den Fehlern ergibt, tragbar ist.

Die Risikoabschätzung bietet dem Konstrukteur die Möglichkeit, die sicherheitstechnischen Anforderungen optimal an die maschinenspezifischen Gegebenheiten in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen der Maschine anzupassen.

Konstrukteur und Betreiber übernehmen dabei die Verantwortung für die richtige Risikobewertung. Die quantitative Erfassung des Risikos ist schwierig, so daß bei der Auswahl der Kategorie das vertretbare Risiko innerhalb einer großen Bandbreite bestimmt werden kann.

Das wird deutlich, wenn man z.B. im Risikographen (siehe Bild) beim Risikoparameter „F - Häufigkeit und Aufenthaltsdauer“ anstatt „F1 - Selten bis öfter“, „F2 - häufig bis dauernd“ auswählt. Zwischen der Bewertung „öfter“ und „häufig“ kann unter Umständen die gesamte Bandbreite der Sicherheitskategorien liegen.

Die Praxis zeigt, daß bei den meisten Risikoabschätzungen als geeignete Kategorie die Kategorie 3 oder 4 festgestellt wird.

Diese Kategorien werden durch den redundanten Aufbau der Schaltfunktion und deren zyklischen Überwachung erreicht.

Der Unterschied zwischen der Kategorie 4 gegenüber der Kategorie 3 besteht darin, daß bei der Kategorie 4 die zyklische Prüfung der Redundanz „bei oder vor der nächsten Anforderung“ gefordert wird, während sie bei der Kategorie 3 auf „wann immer in angemessener Weise durchführbar“ bezogen ist.

#### 4.7 Gefahrenschalter

Für das elektrische Abschalten der elektrischen Ausführung von Feuerungsanlagen ist nach TRD 411 - 414 ein Gefahrenschalter anzubringen.

Der Gefahrenschalter muß die Stromkreise der elektrischen Betriebsmittel einer Feuerungsanlage, die im Gefahrenfall abgeschaltet werden müssen, mittelbar oder unmittelbar schalten.

Für die Sicherheitsabschaltung der gesamten Brennstoffzufuhr in den Feuerraum werden nach VDE 0116 zwei überwachte Abschaltglieder mit Funktions- oder Gerätediversität gefordert.

#### 4.8 Abschaltverzögerungen

Bei einem gesteuerten Stillsetzen gemäß der Stop-Kategorie 1 kann ein verzögertes Abschalten gewünscht sein, um z.B. noch eine Motorbremsfunktion mit dem Ziel der schnellen Stillsetzung der gefahrbringenden Bewegung, ablaufen zu lassen.

#### 4.9 Zeitrelais

Zeitrelais, die zur Begrenzung von minimalen und maximalen Betriebszeiten von Feuerungsanlagen verwendet werden, müssen die besonderen Anforderungen erfüllen, die von den zuständigen Fachverbänden und dem Technischen Überwachungsverein (TÜV) an die elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen an Dampfkesseln gestellt werden.

**Die Zeitrelais** können zur Bemessung von Betriebszeiten verwendet werden, die sich nicht verkürzen bzw. verlängern dürfen, wie z.B. zur Bemessung der Vorbelüftungszeit oder der Begrenzung der Sicherheitszeit. Die Prüfung erfolgt hauptsächlich auf der Grundlage der VDE 0116/DIN 57116 „Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen“.

Geeignete Zeitrelais:

- AA 7512
- AA 7562
- AA 7610
- AA 7616
- EC 7610
- EC 7616
- EH 7610
- EH 7616

#### 4.10 Motorbremsgeräte

Eine häufige Ursache von Betriebsunfällen ist darauf zurückzuführen, daß das Betriebspersonal versehentlich in laufende Maschinen greift oder bei langen Auslaufzeiten die Maschinen mit Provisorien abgebremst werden. Um diesen Unfallgefahren wirksam zu begegnen und damit die Sicherheit am Arbeitsplatz zu erhöhen, hat die Berufsgenossenschaft Holz mit der VBG 7 eine Vorschrift erlassen, die vorschreibt, daß rotierende Werkzeuge ohne Berührungsschutz nach deren Abschalten innerhalb von 10 s zum Stillstand gebracht werden müssen.

Beachten Sie bitte das differenzierte DOLD-Motorbremsgeräte-Programm.