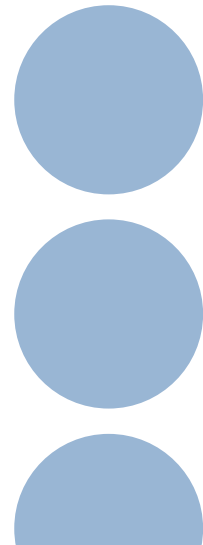


Strategie zur Risikobeurteilung und Risikominderung nach MRL und DIN EN ISO 12100 Risikominderung

ID 082187



1

Hinweise zum Urheberrecht

Die Unterlagen zum Seminar sind urheberrechtlich geschützt und ausschließlich für Seminare der Berufsgenossenschaft Holz und Metall erstellt worden.

Bitte fertigen Sie keine Fotos oder andere Kopien von im Seminar verwendeten Medien an.



Unterlagen, die wir Ihnen zur Mitnahme oder zum Download zur Verfügung stellen, sind für Ihre Arbeit im Betrieb bestimmt.

Bitte geben Sie diese Unterlagen nicht an Personen außerhalb Ihres Betriebs weiter.



Bereitgestellte Arbeitsmaterialien, z. B. für Gruppenarbeiten, sind Eigentum der Berufsgenossenschaft Holz und Metall und müssen in der Bildungsstätte verbleiben. Die Mitnahme sowie das Kopieren der Materialien ist unzulässig.

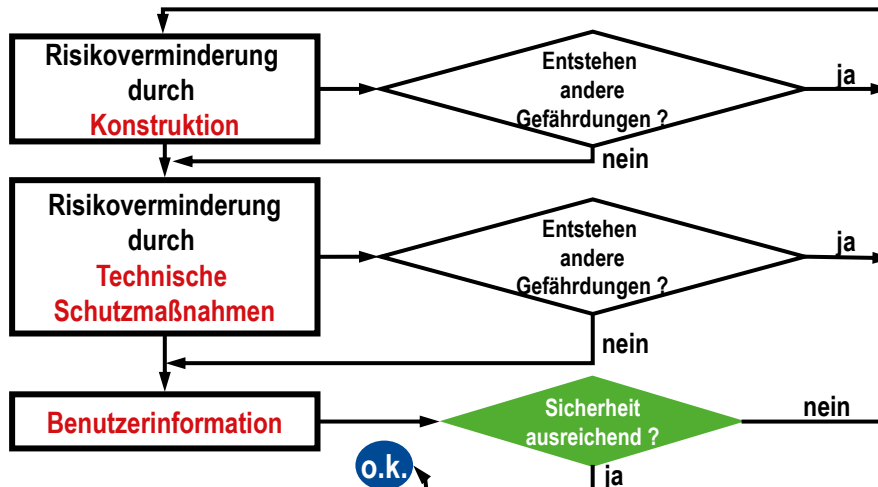


Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit und Ihr Verständnis!

ID 032983b

2

3 Stufen zur Auswahl von Sicherheitsmaßnahmen



ID 050779

3

Schritte für den Konstrukteur (DIN EN ISO 12100)

Risikobeurteilung

1. Schritt: Festlegung der **Grenzen** der Maschine
2. Schritt: Identifizierung der **Gefährdungen**
3. Schritt: **Risiko** einschätzen / bewerten

Risikominderung (3-Stufen-Methode nach MRL)

4. Schritt: Risikominderung durch **eigensichere Konstruktion**
5. Schritt: Risikominderung durch **technische Schutzmaßnahmen** und Einbeziehung **ergänzender Schutzmaßnahmen**
- Performancelevel nach DIN EN ISO 13849-1
6. Schritt: Risikominderung durch **Benutzerinformation**

ID 051480

4

4. Schritt: Risikominderung durch eigensichere Konstruktion = inhärent sichere Konstruktion

- **Vermeidung** scharfer Kanten und Ecken, vorstehende Teile (MRL 1.3.4)
- **Berücksichtigung** geometrischer und physikalischer Faktoren
 - **Abstand beweglicher Teile** (MRL 1.3.7)
 - Genügend klein – **Zugriff vermeiden** (DIN EN ISO 13857)
 - Genügend groß – **Quetschen vermeiden** (DIN EN ISO 13854)
 - Begrenzung der kinetischen Energie (Masse, Geschwindigkeit)
 - Begrenzung Lärm/Vibration (MRL 1.5.8, 1.5.9)
 - ...

ID 051478

5

Beispiele mechanischer Eigensicherheit

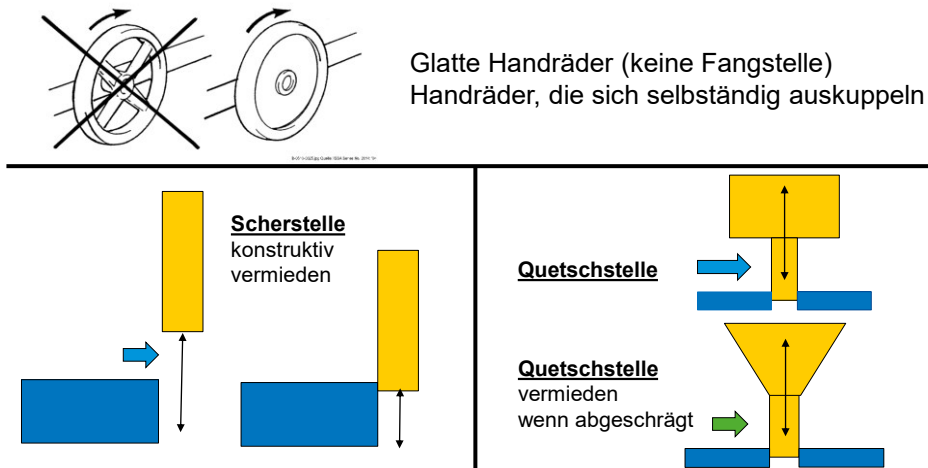
- Dimensionierung, beanspruchungsgerechte Gestaltung
- sicherheitsgerechte Gestaltung (Ecken, Kanten, Geometrie)
- Mindestabstände nach DIN EN ISO 13857, DIN EN ISO 13854
- Kraft- und Energiebegrenzung auf den Menschen DIN EN ISO 14120
- elastische Verformung



ID 050781

6

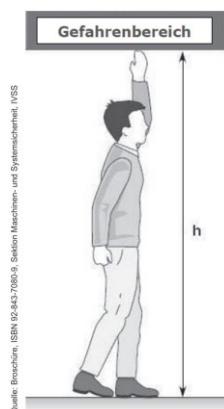
Beispiele eigensicherer Gestaltung



ID 050782

7

Beispiele für Mindestabstände



Geht vom Gefährdungsbereich
ein hohes Risiko aus
 $h \geq 2700 \text{ mm}$

Geht vom Gefährdungsbereich
ein niedriges Risiko aus
 $h \geq 2500 \text{ mm}$

z. B. Antrieb in großer Höhe

ID 050783

8




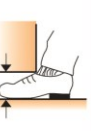
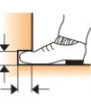



Quetschen vermeiden - Sicherheitsabstände nach DIN EN ISO 13854

In Abhängigkeit vom „zugänglichen“ Körperteil

DIN EN ISO 13854 – Januar 2020
Ersatz für DIN EN 349:2008-09 und DIN EN 349
Berichtigung 1:2009-01

„Sicherheit von Maschinen –
Mindestabstände zur Vermeidung von Quetschens
von Körperteilen (ISO 13854:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 13854:2019

Safety of machinery –“

Körper	Kopf	Bein	Fuß
≥ 500 mm	≥ 300 mm	≥ 180 mm	≥ 120 mm
			
Zehen	Arm	Faust / Hand Handgelenk	Finger
≥ 50 mm	≥ 120 mm	≥ 100 mm	≥ 25 mm
			

Grafik: BGHM

ID 051479

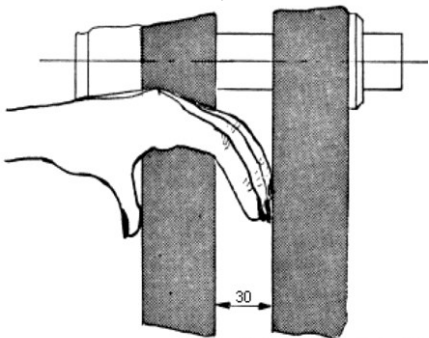
9

Beispiel für Mindestabstand

≥ 30 (DIN EN 1570)



Quelle: Willecke Hebe- und Fördergeräte GmbH

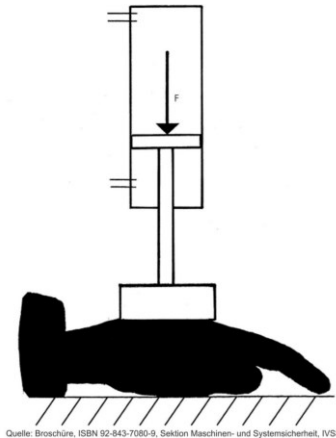


Quelle: C. Heymanns Verlag, Köln

ID 050785

10

Kraft- und Energiebegrenzung



DIN EN ISO 14120

- max. 150 N (reversierend)
- max. 10 Joule

Grundsätzlich gilt:
Es darf keine Verletzungsgefahr vorhanden sein!

ID 050787

11

Pneumatischer Sicherheitsspannzylinder



Kraftreduktion in
geschwenkter Stellung

ID 050790

12

Schritte für den Konstrukteur (DIN EN ISO 12100)

Risikobeurteilung

1. Schritt: Festlegung der **Grenzen** der Maschine
2. Schritt: Identifizierung der **Gefährdungen**
3. Schritt: **Risiko** einschätzen / bewerten

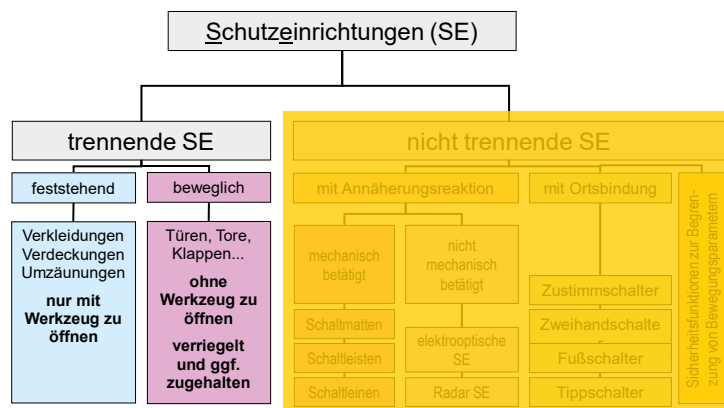
Risikominderung (3-Stufen-Methode nach MRL)

4. Schritt: Risikominderung durch **eigensichere Konstruktion**
5. Schritt: Risikominderung durch **technische Schutzmaßnahmen** und Einbeziehung **ergänzender Schutzmaßnahmen**
- Performancelevel nach DIN EN ISO 13849-1
6. Schritt: Risikominderung durch **Benutzerinformation**

ID 051480a

13

Technische Schutzmaßnahmen



ID 032216a

14

Wichtige Normen zu Schutzeinrichtungen

- DIN EN ISO 13849 „Funktionale Sicherheit“
- DIN EN ISO 13850 „NOT-HALT-Funktion“
- DIN EN ISO 13854 „Mindestabstände gegen Quetschen“
- DIN EN ISO 13855 „Anordnung SE im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen“
- DIN EN ISO 13856 „Schaltmatten und -platten“
- DIN EN ISO 13857 „Sicherheitsabstände Gliedmaßen“
- DIN EN ISO 14119 „Verriegelungseinrichtungen“
- DIN EN ISO 14120 „Trennende Schutzeinrichtungen“

ID 052527

15

MRL 2006/42/EG Anh. I Abschnitt 1.4.2.1 Feststehende Trennende Schutzeinrichtungen

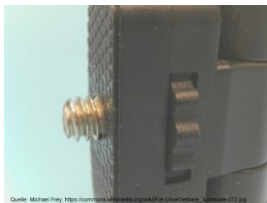
Soweit durchführbar, darf eine trennende Schutzeinrichtung **ohne ihre Befestigungselemente** nicht in ihrer vorgesehenen Stellung **verbleiben**.

Trennende Schutzeinrichtungen dürfen **nur mit Hilfe eines Werkzeugs** (Schlüssel oder Schraubenschlüssel) **entfernbar** sein.

ID 082200

16

MRL 2006/42/EG Anh. I Abschnitt 1.4.2.1 Feststehende Trennende Schutzeinrichtungen



Die Befestigungsmittel müssen **nach dem Abnehmen** der Schutzeinrichtungen mit den Schutzeinrichtungen oder mit der Maschine **verbunden** bleiben.

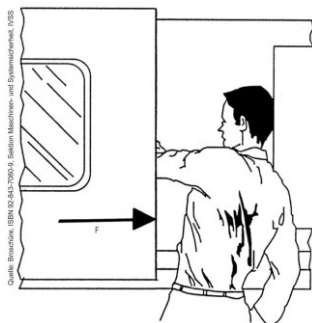
- nur in Bereichen, in denen ein Risiko besteht
- Vorsehen von definierten Instandhaltungszugängen

ID 052552

17

Betätigungskraft trennender Schutzeinrichtung

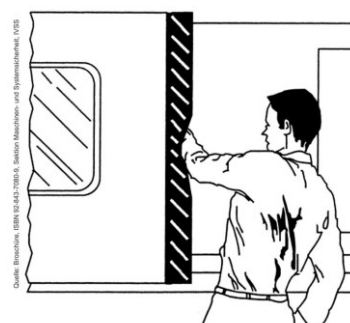
nicht reversierend



- max. 75 N
- max. 4 Joule

DIN EN ISO 14120
und nähere Infos in der
DGUV Information 208-022
„Türen und Tore“

reversierend



- max. 150 N
- max. 10 Joule

Grundsätzlich gilt: Es darf keine Verletzungsgefahr vorhanden sein!

ID 050786

18

Bei trennenden Schutzeinrichtungen, die ein Durchgreifen ermöglichen, sind **Sicherheitsabstände** einzuhalten:

DIN EN ISO 13857 – April 2020

Ersatz für DIN EN ISO 13857:2008-06
„Sicherheit von Maschinen –
Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den
oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2019)
Deutsche Fassung EN ISO 13857:2019

Safety of machinery –“

ID 051483

19

Sicherheitsabstände beim Hindurchreichen

Körperteil	Bild	Öffnung ²⁾	Sicherheitsabstand s_r		
			Schlitz	Quadrat	Kreis
Fingerspitze		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Finger bis Fingervurzel oder Hand		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	≥ 120	≥ 120
Arm bis Schulter- gelenk		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

ab 14 Jahre
nach EN ISO 13857

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

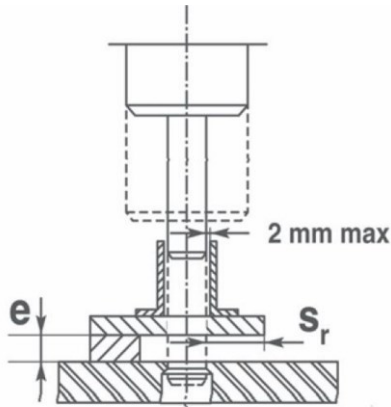
Grafik: BGHM

1) Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung ≤ 65 mm ist, wirkt der Daumen als Begrenzung und der Sicherheitsabstand kann auf 200 mm reduziert werden.
2) Die Abmessungen 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 Hineinreichen über schützende Konstruktionen angewendet werden. (Maße in mm)

ID 001360

20

DIN EN ISO 13 857: Mindestabstände Hindurchreichen



Quelle: Vermeidung von mech. Gefährdungen, 2009; IVSS, Mannheim

$S_r \geq$	2	10	20	80 mm
$e \leq$	4	6	8	10 mm

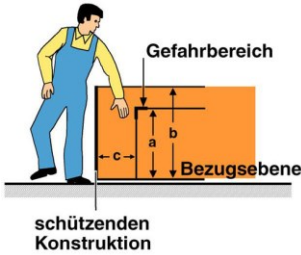
Quelle: vgl. Tabelle aus DIN EN ISO 13 857, Mindestabstände Hindurchreichen

ID 051484

21

Sicherheitsabstände beim Hinüberreichen

Bei hohem Risiko:



Bei geringem Risiko:
kleinere Werte.

Höhe des Gefahr- bereiches <i>a</i>	Höhe der schützenden Konstruktion <i>b</i> ¹⁾									
	1000	1200	1400 ²⁾	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
Wagerechter Abstand zum Gefahrenbereich <i>c</i>										
2700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	—
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	—
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	—	—
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	—	—	—
1800	1500	1400	1100	900	800	600	—	—	—	—
1600	1500	1400	1100	900	800	500	—	—	—	—
1400	1500	1400	1100	900	800	—	—	—	—	—
1200	1500	1400	1100	900	700	—	—	—	—	—
1000	1500	1400	1000	800	—	—	—	—	—	—
800	1500	1300	900	600	—	—	—	—	—	—
600	1400	1300	800	—	—	—	—	—	—	—
400	1400	1200	400	—	—	—	—	—	—	—
200	1200	900	—	—	—	—	—	—	—	—
0	1100	500	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁾ Schützende Konstruktionen mit einer Höhe unter 1000 mm sind nicht enthalten, da sie die Bewegung nicht zufriedenstellend einschränken.

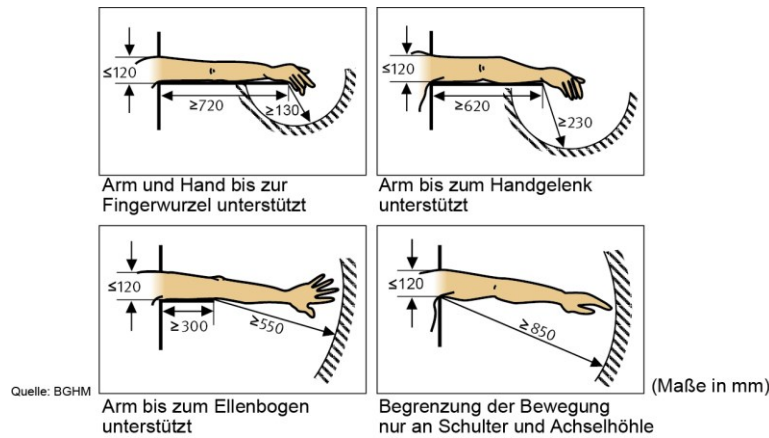
²⁾ Schützende Konstruktionen niedriger als 1400 mm sollten nicht ohne zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen benutzt werden.

Quelle: Sicherheit an Maschinen

ID 051485

22

Sicherheitsabstände beim Herumreichen



ID 001361

23

Sicherheitsabstände beim Hindurchreichen

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

(untere Gliedmaßen)

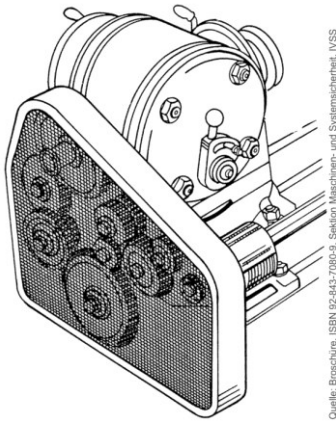
Quelle: BGHM
1) Wenn die Länge einer schützartigen Öffnung < 75 mm ist, kann der Sicherheitsabstand auf > 50 mm reduziert werden.
2) Der Wert bezieht sich auf "Bein bis zum Knie".
3) Der Wert bezieht sich auf "Bein bis zum Schritt".

(Maße in mm)

ID 003728

24

Trennende Schutzeinrichtung - Verkleidung



Quelle: Broschüre, ISBN 92-943-7080-3, Selbst-Maschinen- und Systemmaschinen, IVSS

Feststehend trennende SE

z. B. Verkleidung

Zugang zum Gefahrenbereich von allen Seiten verhindert

ID 008099

25

Feststehend trennende Schutzeinrichtung - Verdeckung



Quelle: BGHM

Schnittschutz an einer Tafelschere

Zugang zum Gefahrenbereich von einer Seite verhindert

ID 051486

26

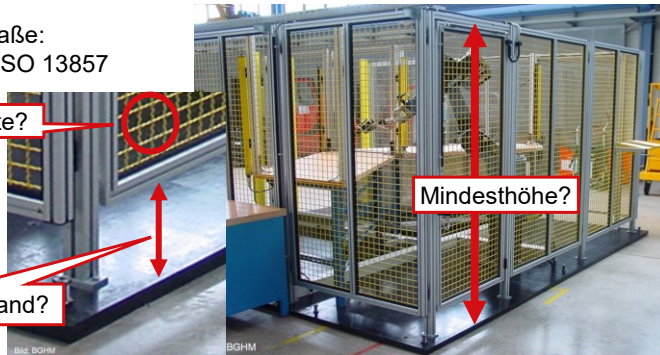
Trennende Schutzeinrichtungen: z. B. Schutzzaun

Schutzzaunmaße:
z. B. DIN EN ISO 13857

Maschenweite?

Maximalabstand?

Mindesthöhe?



ID 060778a

27

Trennende Schutzeinrichtungen

Wichtige Kenngrößen für Umzäunungen:

Übergreifen:

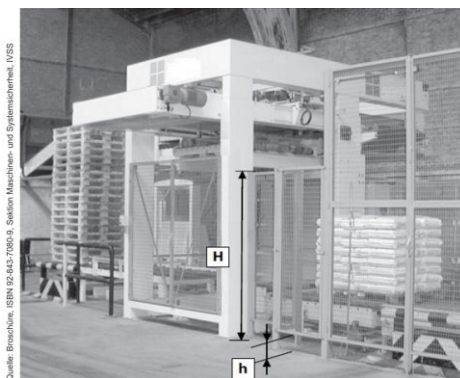
- $H \geq 1400 \text{ mm}$
(aus EN ISO 13857)

Unterkriechen:

- $h < 180 \text{ mm}$
(aus EN ISO 13857)
- $h \leq 200 \text{ mm}$
(aus EN ISO 11161)

Hindurchreichen:

- EN ISO 13857



ID 051487

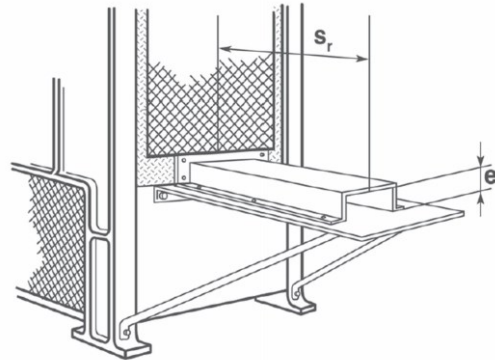
28

Trennende Schutzeinrichtungen

Feststehend trennende SE

z. B. Tunnel

Abstände S_r und e
aus DIN EN ISO 13857



Quelle: Broschüre, ISBN 92-843-7080-9, Sektion Maschinen- und Systemsicherheit, IVSS

ID 051513

29

Trennende Schutzeinrichtungen

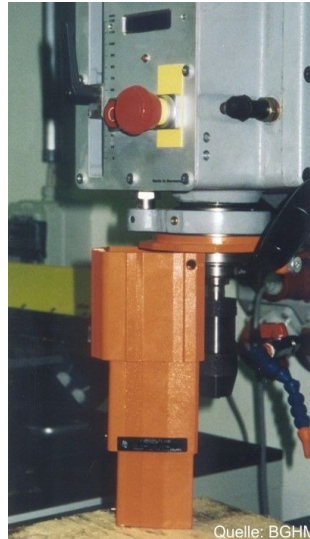
Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

- einstellbar
- verriegelt DIN EN ISO 14119, 3/2014
- verriegelt mit Zuhaltung DIN EN ISO 14119, 3/2014

ID 050798

30

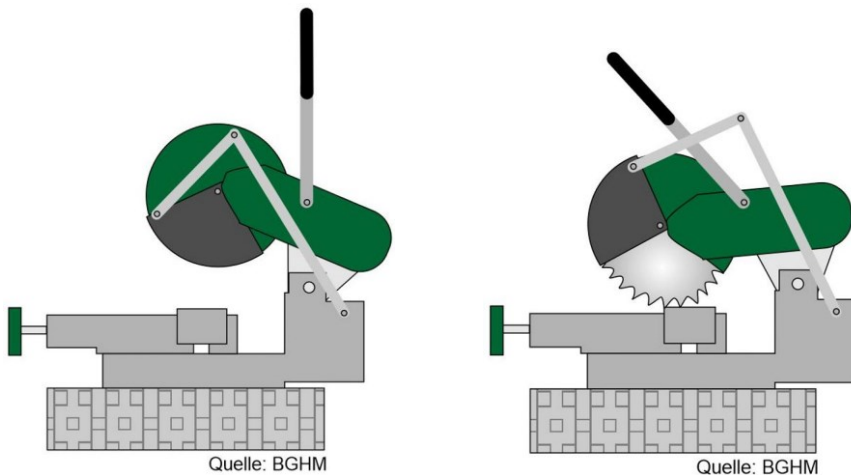
Einstellbare trennende Schutzeinrichtung



ID 051488

31

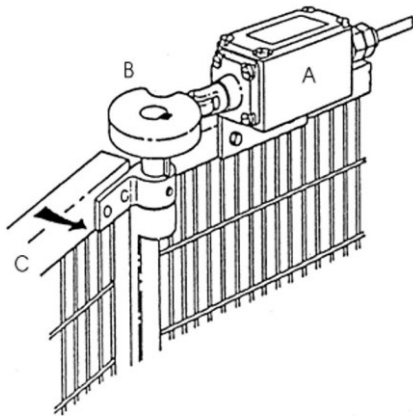
Schwenkbare Schutzeinrichtung an Pendelkreissäge



ID 051489

32

Beispiel Bauart 1 - Scharnierschalter



DIN EN ISO 14119

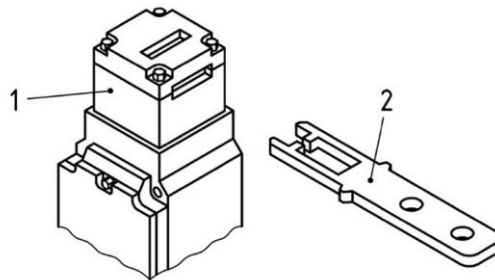
- Nocke B durch Schweißen oder Stift befestigen

Quelle: Broschüre, ISBN 92-843-7080-9, Sektion Maschinen- und Systemsicherheit, IVSS

ID 050803

33

Beispiel Bauart 2 - Zungenbetätiger



Legende

1 Positionsschalter

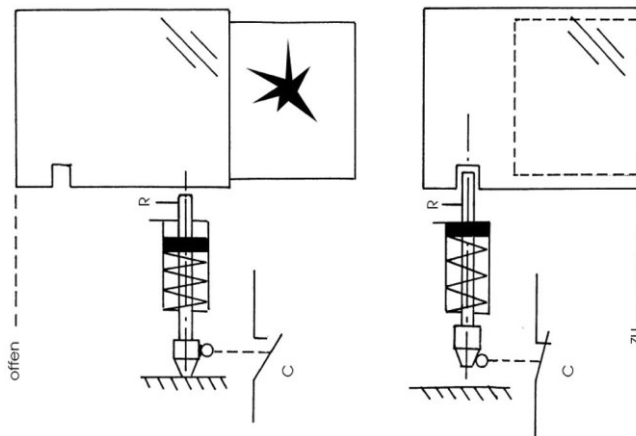
2 Betätiger (Zunge mit spezieller Form)

Quelle: DIN EN ISO 14119:2022, Bild B.1, Seite 68

ID 051492

34

DIN EN ISO 14119: Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung



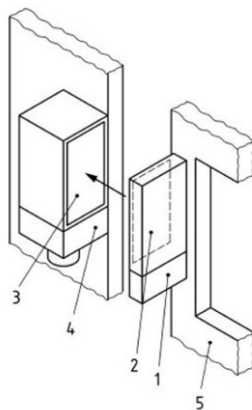
Die bewegliche trennende Schutzeinrichtung bleibt geschlossen und zugehalten, bis die „abgesicherte“ gefahrbringende Maschinenfunktion nicht mehr vorliegt.

Quelle: Vermeidung von mech. Gefährdungen, 2009; Sektion Maschinen- und Systemsicherheit, IVSS

ID 051496

35

Elektromagnetische Zuhaltung



- 1 kodierter Betätiger
- 2 magnetische Halteplatte
- 3 Elektromagnet der Zuhaltung
- 4 berührungslos betätigter Positionsschalter
- 5 bewegliche trennende Schutzeinrichtung

Quelle: vgl. DIN EN ISO 14119:2022, Bild E.4, Seite 78

ID 051498

36

Mögliche zusätzliche Entsperrungen von Zuhaltungen

- Fluchtentriegelung
 - ohne Hilfsmittel von innen!
- Notentsperrung
 - ohne Hilfsmittel von außen (dient der Befreiung und Brandbekämpfung)
 - Zurücksetzen mit Werkzeug
- Hilfsentriegelung
 - mit Werkzeug/Schlüssel von außen
 - geschützt (z. B. Plombe)
 - Zurücksetzen mit Werkzeug

Immer: Auslösung Stoppbefehl

ID 051501

37

Kraftbetätigte Tore mit Schaltleiste

Für **automatisch wiederöffnende** trennende Schutzeinrichtungen gilt:
maximale Schließkraft $\leq 150 \text{ N}$ für
max. 5 s, danach Abfall auf $< 25 \text{ N}$
(Kraft-/Zeitverlauf)
kinetische Energie $\leq 10 \text{ J}$

Schaltleiste als
Schließkantensicherung

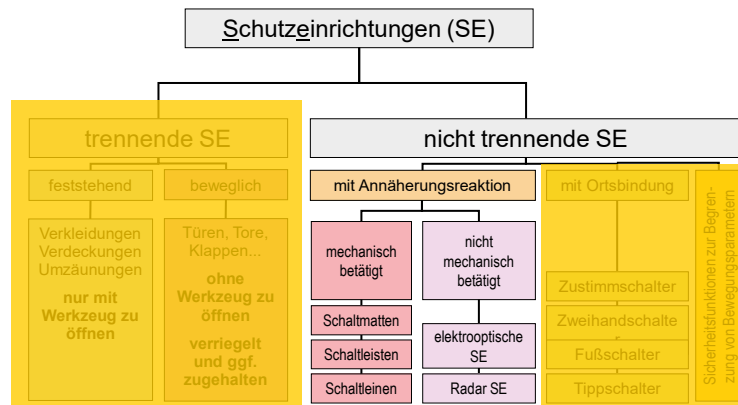


Foto: BGHM

ID 007280

38

Technische Schutzmaßnahmen



ID 032216b

39

Anordnung von Schutzeinrichtungen bei Annäherung

Mindestabstände S zum Gefahrenbereich

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

K = Annäherungsgeschwindigkeit [mm/s]

T = Nachlaufzeit [s]

C = Konstante [mm]

ID 050817

40

Lichtgitter (nach EN ISO 13855)

	d in mm	K in mm/s	S _{min} in mm	C
nur Schutzfunktion (kein Handschutz)	$40 < d \leq 70$	1600		850
nur Schutzfunktion	$d \leq 40$	2000	100	$C = 8 \cdot (d - 14)$
mit Steuerfunktion	≤ 30	2000	150	$C = 8 \cdot (d - 14)$
mit Steuerfunktion	< 14	2000	100	$C = 8 \cdot (d - 14)$

d = Detektionsvermögen (Auflösung)

Quelle: vgl. mit Tabelle aus DIN EN ISO 13855 2010-20, Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen

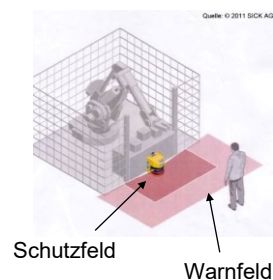
ID 082192

41

Abstand zur gefahrbringenden Bewegung

Laserscanner

- $S = (1600 \text{ mm/s} \cdot T) + (1200 \text{ mm} - 0,4 H)$
- H = Abstand zur Bezugsebene (z. B. Boden)
- T = Nachlaufzeit der Maschine inkl. Verzögerung des Scanners und der Steuerung
- S = Sicherheitsabstand



ID 050820

42

Mindestabstand angebrachter Schutzeinrichtung am Boden

bodengleicher Einbau:

$$S = (1600 \text{ mm/s} \times T) + 1200 \text{ mm}$$

mit Abstand H [mm] über der Bezugsebene:

$$S = (1600 \text{ mm/s} \times T) + (1200 \text{ mm} - 0,4 \times H)$$

Beispiele:

- Schaltplatten
- Schalmatten
- aktive opto-elektronische Schutzeinrichtungen

schräge Bleche als
Hintertrittschutz



ID 082194

43

Trittmatte (DIN EN ISO 13856)



Foto: BGHM

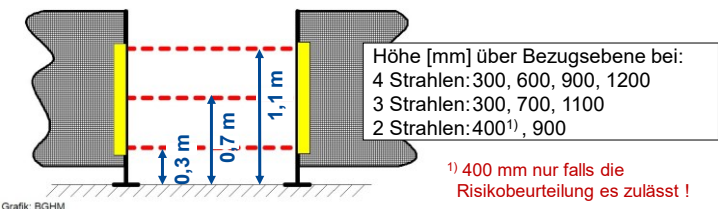
ID 051505

44

Optoelektronische Schutzeinrichtungen mit Einzelstrahlen

EN ISO 13855: Abstand des Lichtgitters zur nächstgelegenen Gefahrstelle bei einer Nachlaufzeit der gefahrbringenden Bewegung von z. B. $T = 0,5\text{ s}$

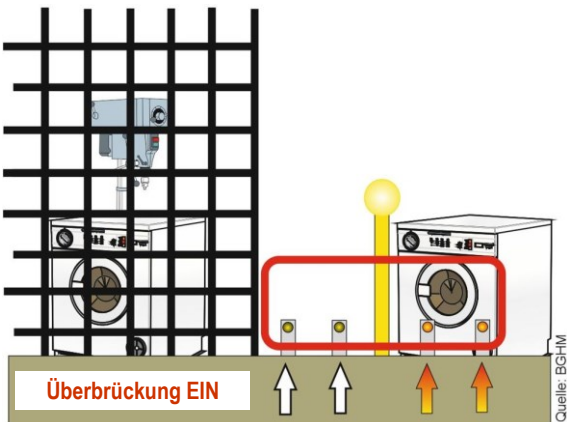
$S = (1600\text{ mm/s} \times T) + 850\text{ mm} = 1650\text{ mm}$



ID 061066

45

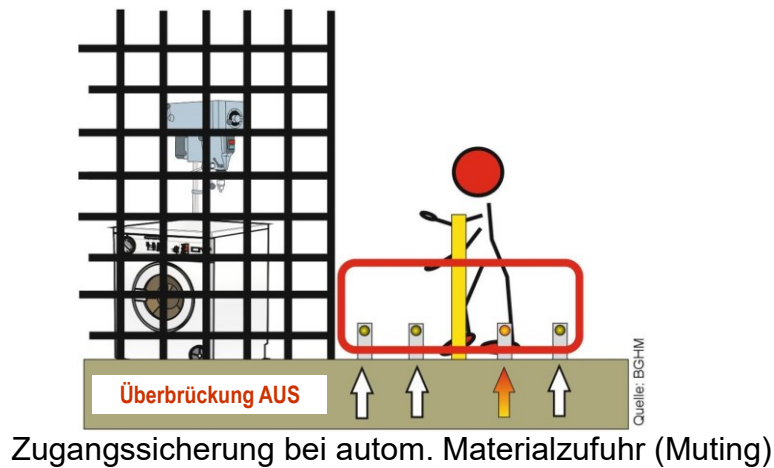
Personenschutz an Bearbeitungszentren



ID 050813

46

Personenschutz an Bearbeitungszentren



ID 050814

47

Sicheres Radar System (SRE)

Das Radarsystem hat zwei aktive technische Schutzmaßnahmen (zertifiziert in SIL 2/PL d), das **dreidimensional** Gefahrenbereiche einer Maschine überwachen kann.

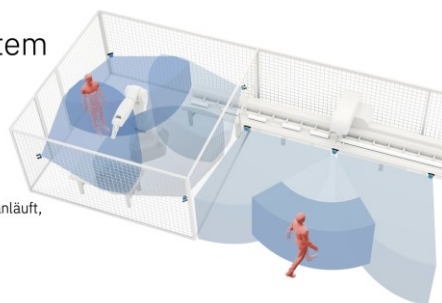
Inxpect Safety System

SICHERHEITSFUNKTIONEN



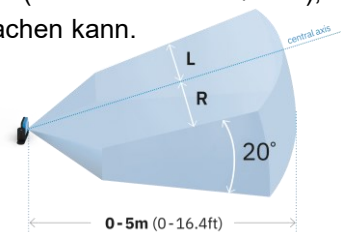
Wiederaufbau

Verhindert, dass die Maschine wieder anläuft, wenn sich das Bedienpersonal im Gefahrenbereich aufhält



Zugangserfassung

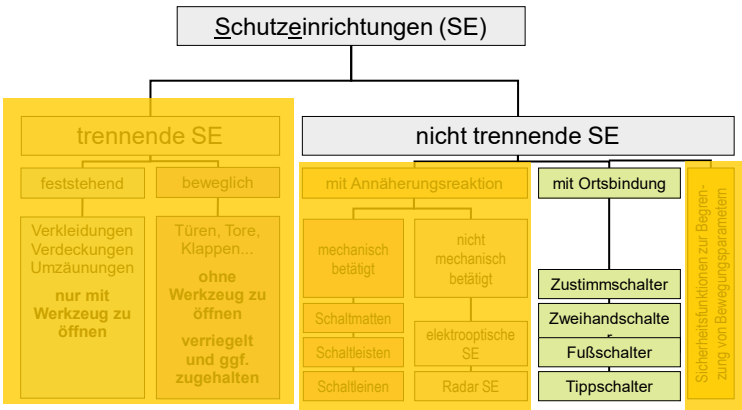
Erkennt den Zugang zum Gefahrenbereich



ID 082193

48

Technische Schutzmaßnahmen



ID 032216c

49

Funktion 3-stufiger Zustimmschalter



© SICK AG

ID 011166

50

Nicht trennende Schutzeinrichtung - Zweihandschaltung



DIN EN ISO 13851

- „ausreichend“ Abstand
- gleichzeitig/
synchron < 0,5 s

ID 051507

51

Zweihandschaltung

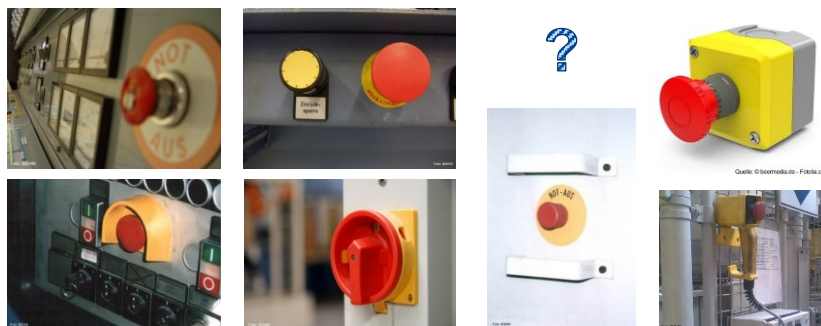


- $S = (1600 \text{ mm/s} \cdot T) + C$
- ohne Überdeckung der ZHS:
 $C = 250 \text{ mm}$
- mit Überdeckung der ZHS:
 $C = 0$,
wobei immer $S \geq 100 \text{ mm}$ sein muss.

ID 050821

52

Ergänzende Schutzmaßnahmen



ID 064012

53

Schutzeinrichtung vs. ergänzende Schutzmaßnahme (DIN EN ISO 12100, Pkt. 6.3)



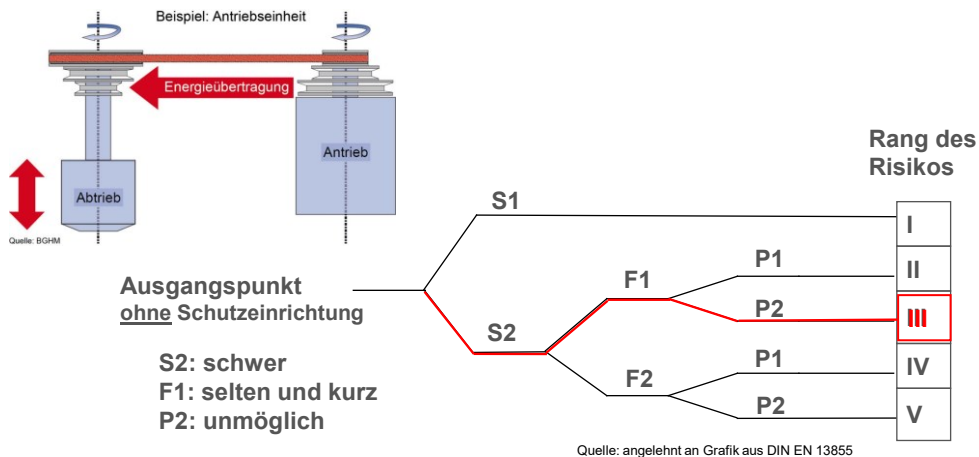
Not-Halt
= ergänzende Schutzmaßnahme

Lichtvorhang (BWS)
= Schutzeinrichtung

ID 050839

54

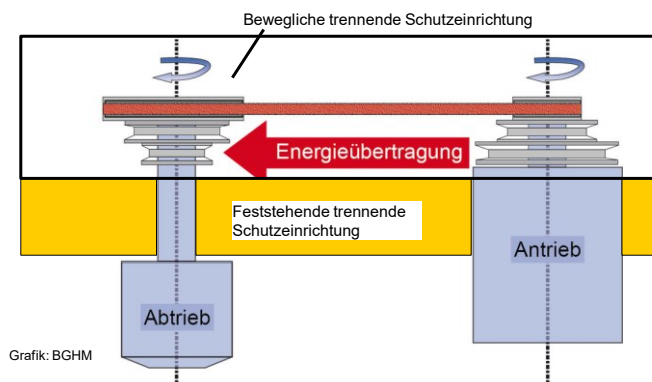
Fortsetzung Beispiel Antriebseinheit



ID 015533e

55

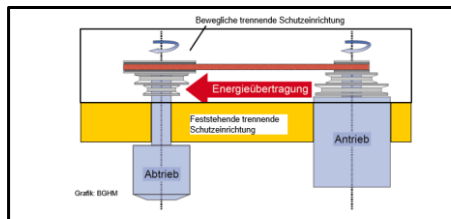
Schutzmaßnahmen gegen mech. Gefährdungen



ID 050826a

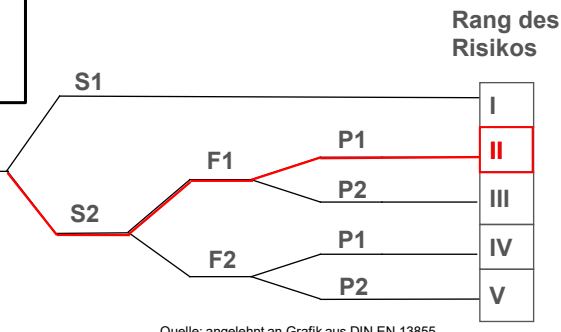
56

Risikobeurteilung mit technischer Schutzeinrichtung



Ausgangspunkt
mit Schutzeinrichtung

S2: schwer
F1: selten und kurz
P1: möglich

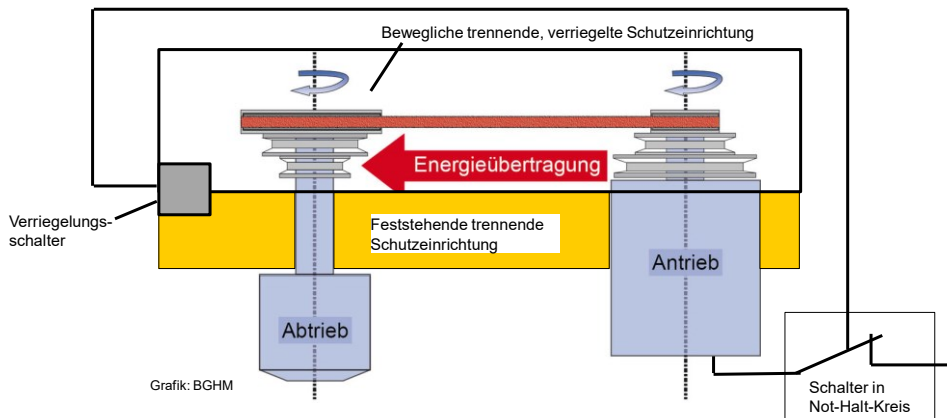


Quelle: angelehnt an Grafik aus DIN EN 13855

ID 015533t

57

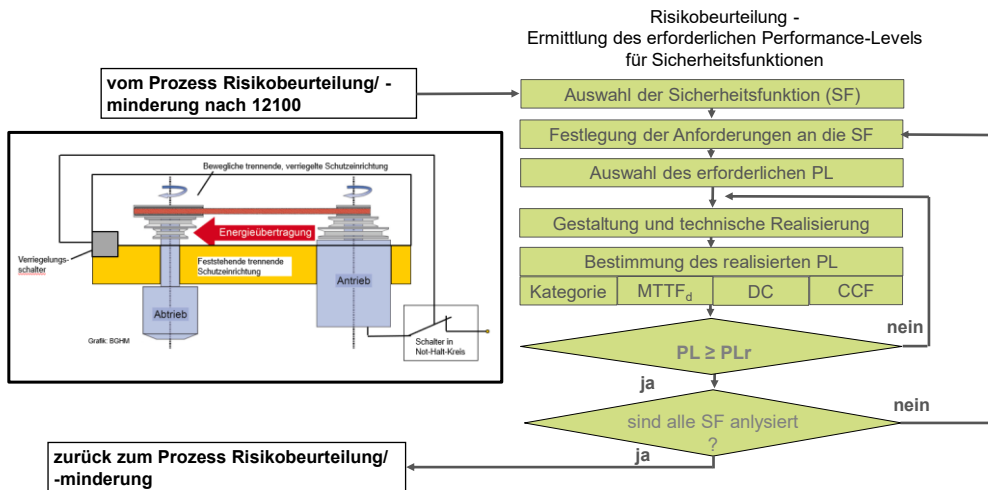
Verriegelungsschalter und Sicherheitsfunktion



ID 050826b

58

Iterativer Prozess nach EN ISO 13849-1



ID 050770a

59

Iterativer Prozess nach EN ISO 13849-1

Sicherheitsfunktionen (SF)

Auswahl der Sicherheitsfunktion (SF)

Tabelle 8 / Seite 42:

- Sicherheitsbezogene Stoppfunktion, eingeleitet durch Schutzvorrichtung
- Zustimmungsfunktion
- Verhindern des unerwarteten Anlaufs
- Steuerungsfunktion und Betriebsartenwahl
- Funktion zum Stillsetzen im Notfall
- ...

Quelle: DIN EN ISO 13849-1, Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze, entnommen aus S.42, aus Tabelle 8

ID 050770b

60

Iterativer Prozess nach EN ISO 13849-1

Anforderungen an Sicherheitsfunktionen (SF)

Festlegung der Anforderungen an die SF

Tabelle 8 und 5.2 Nähere Angaben über SF:

- z. B. **Sicherheitsbezogene Stoppfunktion**, eingeleitet durch Schutzeinrichtung
 - **sicherer Zustand muss so schnell wie notwendig erreicht werden**
 - **Vorrang vor dem betriebsmäßigen Stopp**
- weitere Normen gemäß Tabelle 8:
 - DIN EN 60204-1
 - DIN EN ISO 13855

Quelle: DIN EN ISO 13849-1, Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze, entnommen aus Tabelle 8 und 5.2

ID 050770c

61

Iterativer Prozess nach EN ISO 13849-1

Auswahl des erforderlichen PL

4.3 Bestimmung des erforderlichen PL:

- Auswahl des PL für jede gewählte Sicherheitsfunktion
- Die Bestimmung des erforderlichen PL ist das **Ergebnis der Risikobeurteilung**, bezogen auf den Anteil der Risikominderung durch sicherheitsbezogene Teile der Steuerung

Quelle: DIN EN ISO 13849-1, Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze, entnommen aus

ID 050770d

62

Sicherheitsfunktionen aus DIN EN ISO 13849-1

Sicherheitsfunktion	Beispiel für mögliche Anwendung
Sicherheitsbezogene Stoppfunktion, eingeleitet durch eine Schutzeinrichtung	Reaktion auf das Auslösen einer Schutzeinrichtung durch STO, SS1 oder SS2 (Tabelle 5.2)
Manuelle Rückstellfunktion	Quittierung beim Verlassen von hintertretbaren Bereichen
Start-/Wiederanlauffunktion	Nur zulässig bei steuernden trennenden Schutzeinrichtungen nach DIN EN ISO 12100-2
Lokale Steuerungsfunktion	Steuern von Maschinenbewegungen von einem Standort innerhalb des Gefährdungsbereichs
Mutingfunktion	Zeitweises Unwirksammachen von Schutzeinrichtungen, z. B. beim Materialtransport
Einrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter)	Maschinenbewegungen gesteuert von einem Standort innerhalb des Gefahrenbereichs, z. B. beim Einrichten
Zustimmfunktion	Maschinenbewegungen gesteuert von einem Standort innerhalb des Gefahrenbereichs, z. B. beim Einrichten
Verhinderung des unerwarteten Anlaufs	Manueller Eingriff in Gefahrenbereiche
Befreiung und Rettung eingeschlossener Personen	Auseinanderfahren von Walzen
Isolations- und Energieableitungsfunktion	Öffnung eines Hydraulikventils zum Druckabbau
Steuerungsfunktionen und Betriebsartenwahl	Aktivierung von Sicherheitsfunktionen durch Betriebsartenwahlschalter
Funktion zum Stillsetzen im Notfall	Reaktion auf die Betätigung eines Not-Halt-Geräts durch STO oder SS1 (Tabelle 5.2)

Quelle: vgl. DIN EN ISO 13849-1:2016-06, Tabelle M.1, Seite 161

ID 050828

63

Sicherheitsfunktionen aus DIN EN 61800-5-2

Abkürzung	Bezeichnung englisch	Bezeichnung deutsch	Funktion
STO	Safe Torque Off	Sicher abgeschaltetes Moment	Motor erhält keine Energie, die eine Drehbewegung erzeugen kann; Stopp-Kategorie 0 nach DIN EN 60204-1
SS1	Safe Stop 1	Sicherer Stopp 1	Motor verzögert; Überwachung Bremsrampe und STO nach Stillstand oder STO nach Ablauf einer Verzögerungszeit; Stopp-Kategorie 1 nach DIN EN 60204-1
SS2	Safe Stop 2	Sicherer Stopp 2	Motor verzögert; Überwachung Bremsrampe und SOS nach Stillstand oder SOS nach Ablauf einer Verzögerungszeit; Stopp-Kategorie 2 nach DIN EN 60204-1
SOS	Safe Operating Stop	Sicherer Betriebshalt	Motor steht still und widersteht externen Kräften
SLA	Safely-Limited Acceleration	Sicher begrenzte Beschleunigung	Das Überschreiten eines Beschleunigungsgrenzwerts wird verhindert.
SLS	Safely-Limited Speed	Sicher begrenzte Geschwindigkeit	Das Überschreiten eines Geschwindigkeitsgrenzwerts wird verhindert.
SLT	Safely-Limited Torque	Sicher begrenztes Moment	Das Überschreiten eines Drehmoment-/Kraftgrenzwerts wird verhindert.

Quelle: vgl. DIN EN ISO 61800-5-2

ID 050829

64

Sicherheitsfunktionen aus DIN EN 61800-5-2

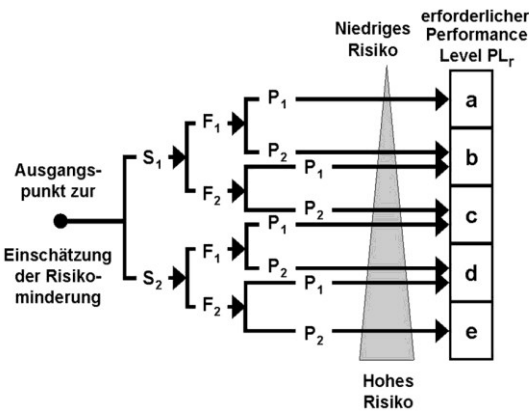
Abkürzung	Bezeichnung englisch	Bezeichnung deutsch	Funktion
SLP	Safely-Limited Position	Sicher begrenzte Position	Das Überschreiten eines Positionsgrenzwerts wird verhindert.
SLI	Safely-Limited Increment	Sicher begrenztes Schrittmaß	Der Motor wird um ein spezifiziertes Schrittmaß verfahren und stoppt anschließend.
SDI	Safe Direction	Sichere Bewegungseinrichtung	Die nicht beabsichtigte Bewegungsrichtung des Motors wird verhindert.
SMT	Safe Motor Temperature	Sichere Motortemperatur	Das Überschreiten eines Motortemperaturgrenzwerts wird verhindert.
SBC	Safe Brake Control	Sichere Bremsenansteuerung	Sichere Ansteuerung einer externen Bremse
SCA	Safe Cam	Sicherer Nocken	Während sich die Motorposition in einem spezifizierten Bereich befindet, wird ein sicheres Ausgangssignal erzeugt.
SSM	Safe Speed Monitor	Sichere Geschwindigkeitsüberwachung	Während die Motordrehzahl niedriger als ein spezifizierter Wert ist, wird ein sicheres Ausgangssignal erzeugt.
SAR	Safe Acceleration Range	Sicherer Beschleunigungsbereich	Die Beschleunigung des Motors wird innerhalb spezifizierter Grenzwerte gehalten.

Quelle: vgl. DIN EN ISO 61800-5-2

ID 050830

65

Risikograf zur Ermittlung des erforderlichen Performance-Levels



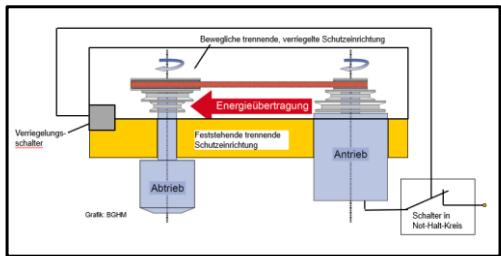
- S: Schwere der Verletzung
F: Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition
P: Möglichkeiten zur Vermeidung der Gefährdung

Quelle: vgl. DIN EN ISO 13849-1:2023, Bild A.1, Seite 106

ID 050831

66

Bestimmung der Sicherheitsfunktion



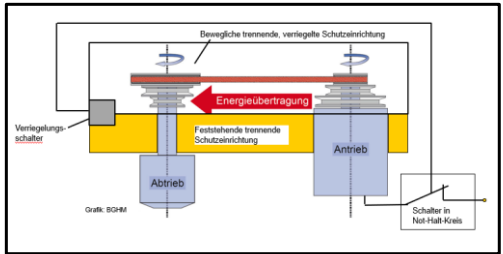
identifizierte
Sicherheits-
funktion:

Sicherheitsbezogene Stoppfunktion, eingeleitet durch eine Schutzeinrichtung (STO):
Motor erhält keine Energie, die eine Drehbewegung erzeugen kann;
Stopp-Kategorie 0 nach DIN EN 60204-1

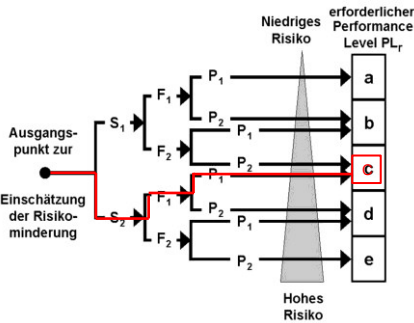
ID 050832

67

Ermittlung des erforderlichen Performance-Level für STO



Der ermittelte erforderliche
Performance-Level
für die Stoppfunktion STO ist c
(S2, F1, P1).



Quelle: vgl. DIN EN ISO 13849-1:2023, Bild A.1, Seite 106

ID 050833

68

Schritte für den Konstrukteur (DIN EN ISO 12100)

Risikobeurteilung

1. Schritt: Festlegung der **Grenzen** der Maschine
2. Schritt: Identifizierung der **Gefährdungen**
3. Schritt: **Risiko** einschätzen / bewerten

Risikominderung (3-Stufen-Methode nach MRL)

4. Schritt: Risikominderung durch **eigensichere Konstruktion**
5. Schritt: Risikominderung durch **technische Schutzmaßnahmen** und Einbeziehung **ergänzender Schutzmaßnahmen** - Performancelevel nach DIN EN ISO 13849-1
6. Schritt: Risikominderung durch **Benutzerinformation**

ID 051480b

69

6. Schritt: Benutzerinformation

- Signale, Warnanlagen
- Kennzeichnungen, Symbole
- Begleitunterlagen



Grafik: BGHM

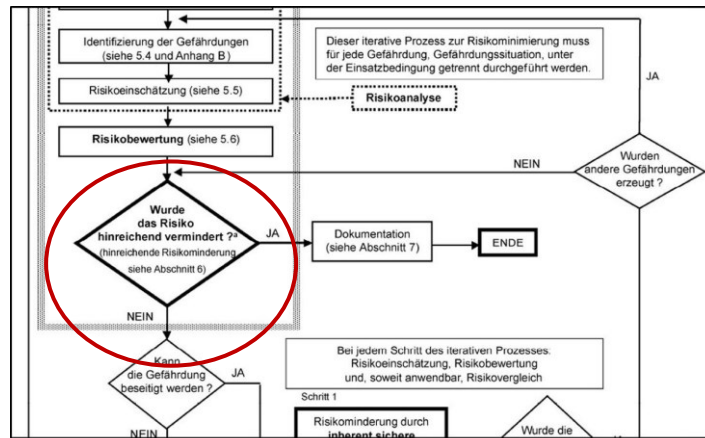


Warnung vor Restrisiken

ID 050834

70

Überprüfung ausreichender Risikominderung



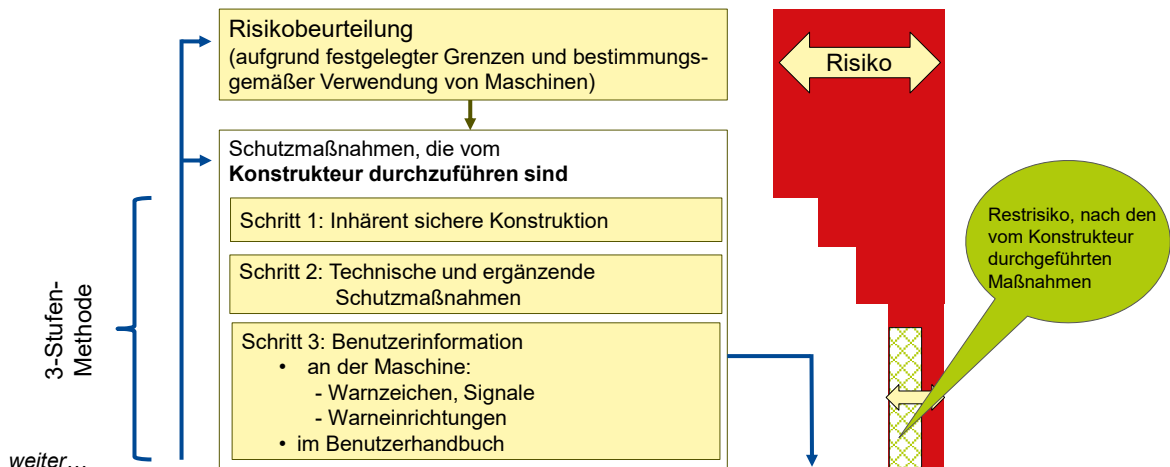
Grafik: Hervorhebung durch BGHM

Quelle: vgl. DIN EN ISO 12100:2011-03, Bild 1, Seite 16

ID 051431

71

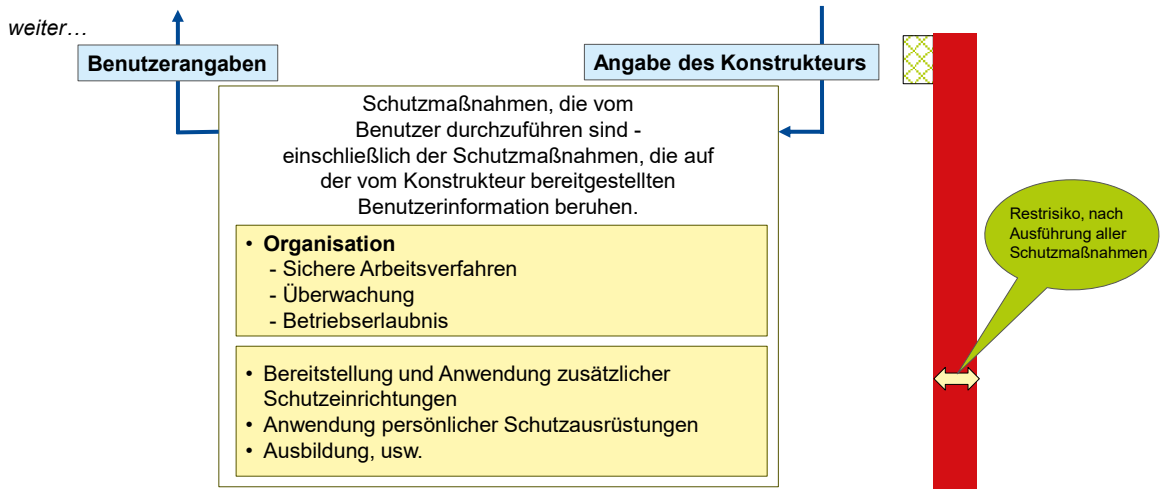
Strategiekonzept (EN ISO 12100)



ID 063780

72

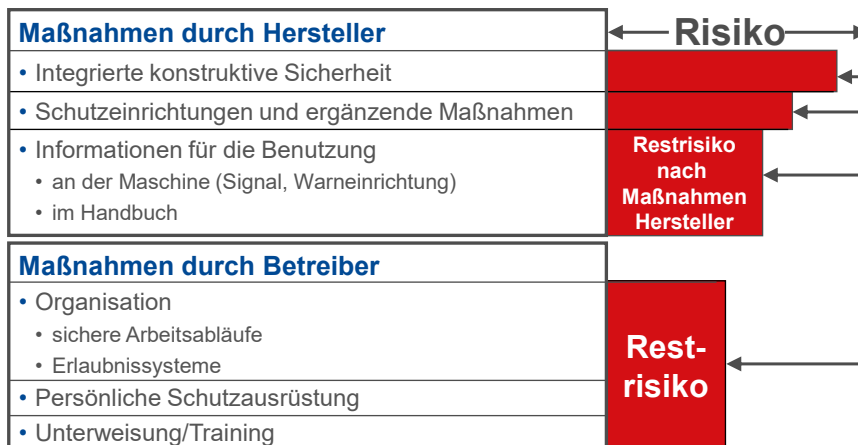
Strategiekonzept (EN ISO 12100)



ID 063781

73

Maßnahmen vom Hersteller und Betreiber



ID 008102

74

Weitere Informationen zum Thema finden Sie unter



www.bghm.de

Webcode 232

Informationen zum Online-Seminar

„Risikobeurteilung

sicherheitsbezogene Teile von

Steuerungen“ finden Sie unter dem

Webcode 3796

ID 052693d