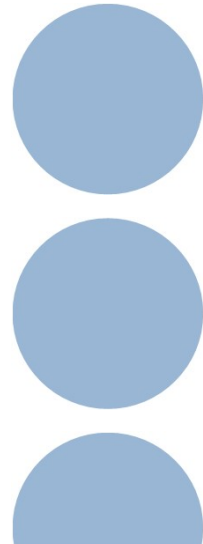


## Risikobeurteilung

Foliensatz zur Unterstützung des  
Workshops

ID 064196



## Risikobeurteilung - Rechtsgrundlagen

### Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Vormerkung (23)

Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter sollte ferner dafür sorgen, dass für die Maschine, die er in Verkehr bringen will, eine Risikobeurteilung vorgenommen wird.

Dazu sollte er ermitteln, welche grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für seine Maschinen gelten und die entsprechenden Maßnahmen treffen.



ID 063761

## Risikobeurteilung - Rechtsgrundlagen

### Anhang I, 1.1.2. Grundsätze für die Integration der Sicherheit, Punkt a)

Die Maschine ist so zu konstruieren und zu bauen, dass sie ihrer Funktion gerecht wird und unter den vorgesehenen Bedingungen - aber auch unter Berücksichtigung einer vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung (vorhersehbare Verwendung) der Maschine - Betrieb, Einrichten und Wartung erfolgen kann, ohne dass Personen einer Gefährdung ausgesetzt sind.



ID 063762

## Warum Risikobeurteilung durchführen?

### Maschinenrichtlinie Anhang I

- Der Hersteller ist verpflichtet, eine Risikobeurteilung vorzunehmen, um die für die Maschine geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu ermitteln.
- Maschine wird unter Berücksichtigung dieser Beurteilung entworfen und gebaut → hergestellt

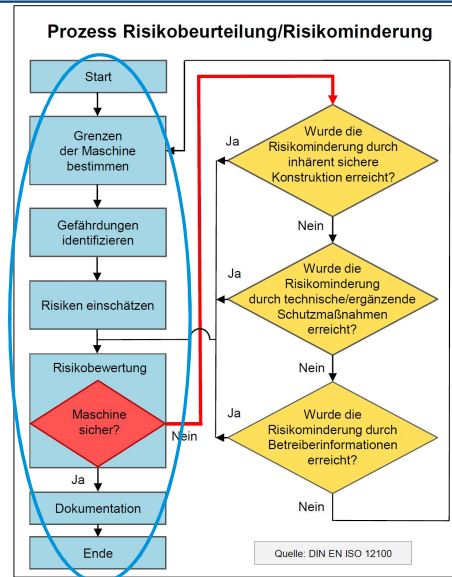


**Gefährdungen ermitteln, bevor das Konzept für die Maschine entwickelt wird → Betrachtung der Risiken ohne Schutzmaßnahmen**

ID 015535

## Risikobeurteilung - Ablauf/Struktur

- Maschinen-System abgrenzen
  - Lebensphasen, Arbeitsaufgaben
- Gefährdungen analysieren
  - Bestimmungsgemäße Verwendung
- Risiken einschätzen (Zahlenwert ermitteln)
  - Basis Risikoelemente
- Risiko (Zahlenwert) bewerten, ob eine Risikominderung notwendig ist



ID 063980

## Risikobeurteilung - Dokumentation

- Ergebnisse der Risikobeurteilung müssen für Marktaufsicht vorgehalten werden (gesetzliche Verpflichtung)
- Dem Betreiber (Kunden) können die Ergebnisse zur Verfügung gestellt werden (freiwillige Vereinbarung)

Risikobeurteilung									
Maschine	Auftrags-Nr.	Kunde	Version	Bearbeiter	Datum	Seite			
					17.11.2018	1 v. 1			
Lebensdauer (h)	Arbeitsaufgabe	Gefährdungsbereich	Gefährdungen nach ISO 12100	Gefährdungssituation/Gefährdungswert	Erreichen des Risikowertes (P <sub>h</sub> , P <sub>s</sub> , P <sub>ex</sub> )	Risikoreduktion, Schutzmaßnahmen	Zurück zum Risikowert (P <sub>h</sub> , P <sub>s</sub> , P <sub>ex</sub> )	Wird gefahrlos (Risikowert)	Risikowert
					Bei sicherheitsrelevanter Baueinrichtung (Lebensdauer S): identifizierte Sicherheitsfunktion				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

© BGHM  
BGHM  
BGHM

ID 063981

## Vorteile einer dokumentierten Risikobeurteilung

- **Risikobeurteilung**
  - systematisiert die Konstruktion
  - führt zur erhöhter Produktsicherheit
  - und damit zu höherer Produktqualität
- **Die Dokumentation**
  - dient dem Nachweis der EG-Konformität
  - belegt Sorgfalt des Herstellers
  - belegt Gewissenhaftigkeit des Konstrukteurs
  - wirkt haftungsrechtlich entlastend

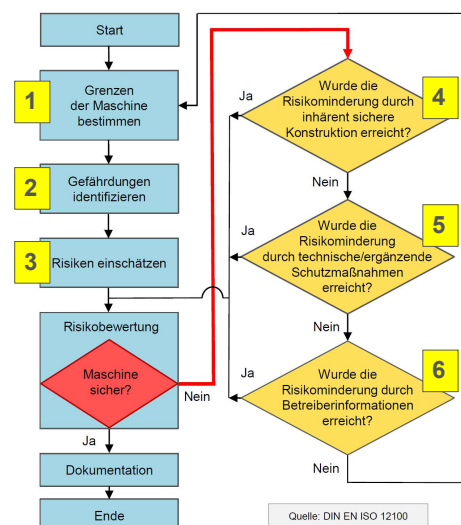


ID 015537

## Schritte für den Konstrukteur

- **Risikobeurteilung nach ISO 12100**
  - 1. Schritt: Festlegung der **Grenzen** der Maschine
  - 2. Schritt: Identifizierung der **Gefährdungen**
  - 3. Schritt: **Risiko** einschätzen / bewerten
- **Risikominderung (3-Stufen-Methode)**
  - 4. Schritt: Risikominderung durch **inhärent sichere Konstruktion**
  - 5. Schritt: Risikominderung durch **technische Schutzmaßnahmen** und Einbeziehung **ergänzender Schutzmaßnahmen**
  - 6. Schritt: Neufestlegung der Grenzen, Risikominderung **durch Betreiber-/Benutzerinformationen**

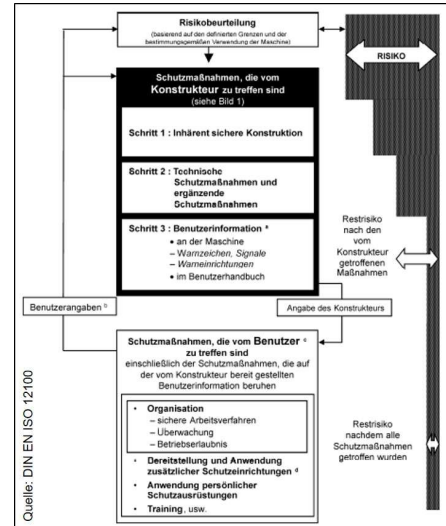
### Prozess Risikobeurteilung/Risikominderung



ID 063972

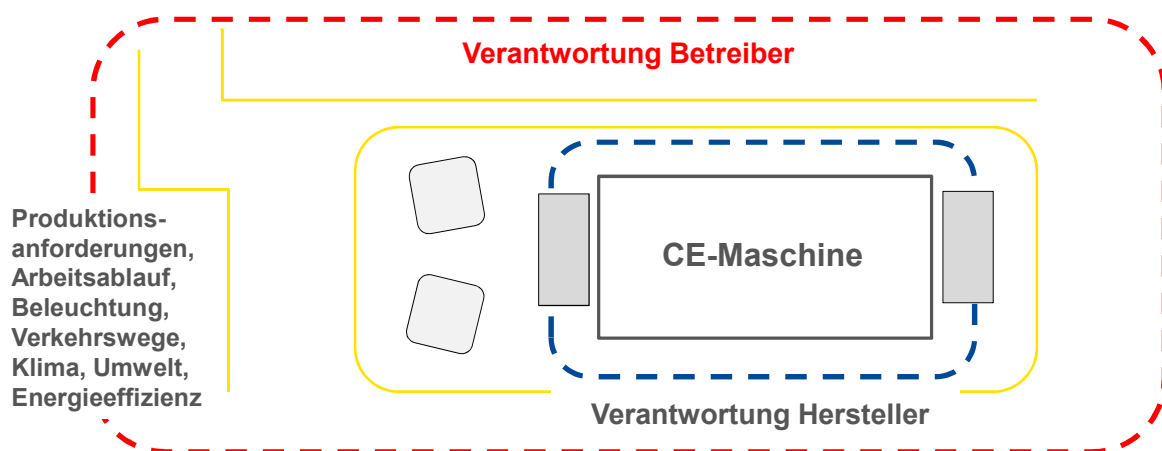
## Risikobeurteilung als Prozess

- **Anforderungen des Betreibers**
  - Im Vorfeld durch Gefährdungsbeurteilung ermitteln
  - Dem Hersteller als „Benutzerangaben“ zur Verfügung stellen
  - Hersteller integriert die Betreiberanforderungen in seine Risikobeurteilung
- **Anforderungen des Herstellers**
  - Nach Durchlauf des iterativen Prozesses zur Risikominderung verbleiben Schutzmaßnahmen, die vom Betreiber (Benutzer) umzusetzen sind
  - Diese Betreiberinformationen sind umzusetzen



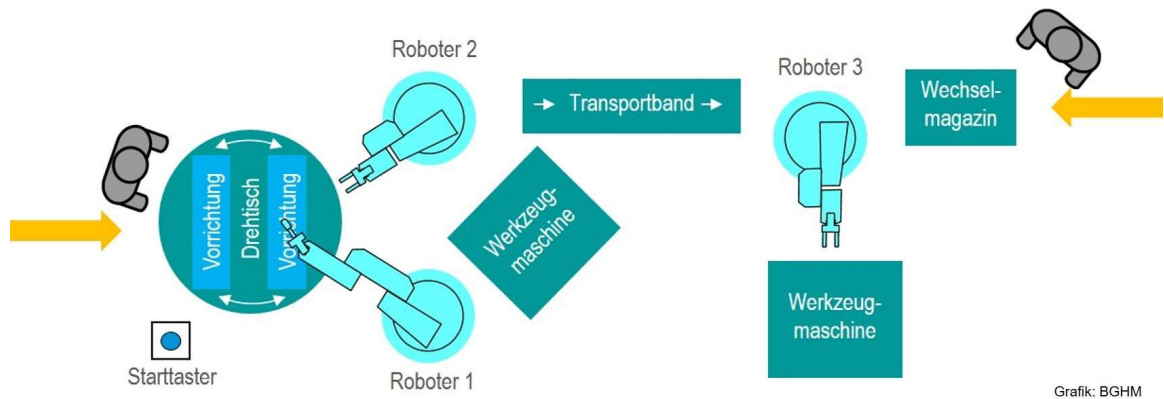
ID 015506

## Risikobeurteilung - Gefährdungsbeurteilung



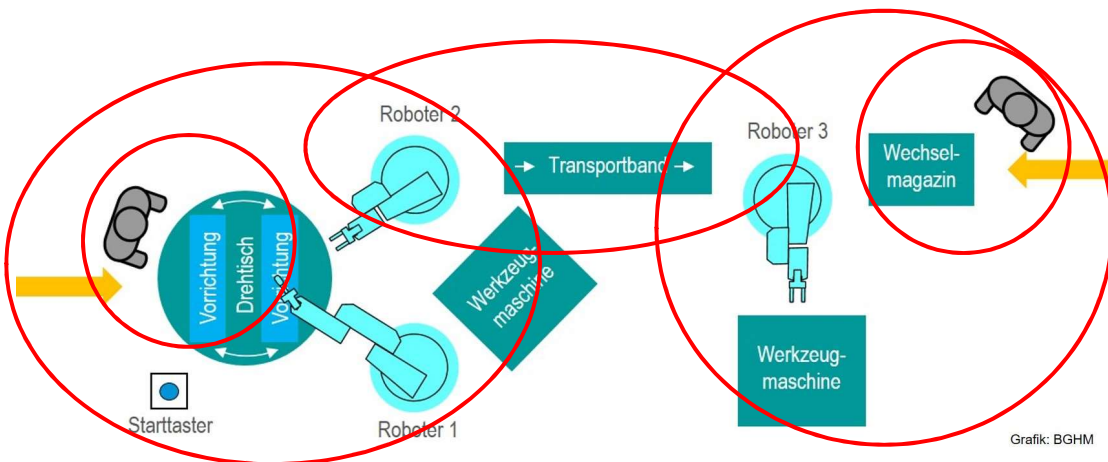
ID 063763

## Layout integriertes Fertigungssystem (IMS)



ID 063937

## Layout integriertes Fertigungssystem (IMS)



ID 063937a

## Betrachten von Schnittstellen

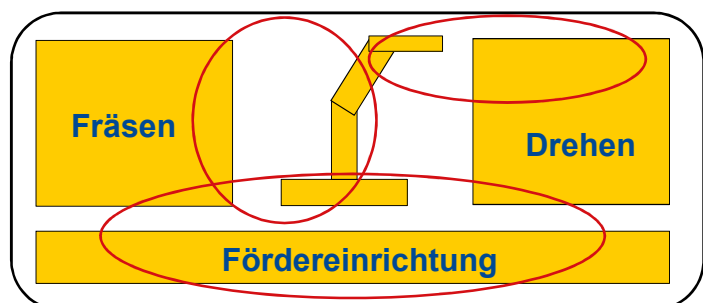
- Schnittstellen zwischen den Maschinen, unvollständigen Maschinen oder Bauteilen/Baugruppen sollen betrachtet werden



ID 063988

## Risikobeurteilung - Schnittstellenbetrachtung

- Gesamtkonformität muss hergestellt werden
- Konformitäten bleiben erhalten
  - Nutzung von Montageanweisung, Einbauerklärung
  - Ursprüngliche Konzepte bleiben erhalten
  - Nur bei tiefgreifender Einflussnahme Prüfung auf Frage der wesentlichen Veränderung notwendig



ID 063989

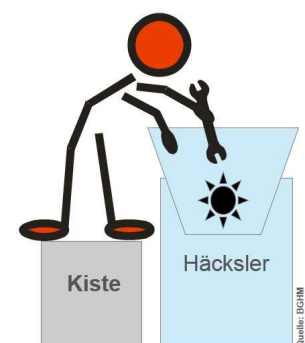
## Aspekte aus der Schnittstellenbetrachtung

- Abstände; Übergreifen usw.
- Zugang/Instandhaltung
- Stop-Mechanismen; Was steht und was bewegt sich?
- Geschwindigkeiten
- Gehaltene Teile/Lasten
- Beobachtungsmöglichkeiten
- Bediener
- Betriebsarten

ID 063990

## Risikobeurteilung - Terminologie

- **Bestimmungsgemäße Verwendung**
  - Verwendung in Übereinstimmung mit den Informationen der Betriebsanleitung
- **Vorhersehbare Verwendung**  
(Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung)
  - Verwendung, die vom Konstrukteur nicht vorgesehen ist, sich jedoch aus dem leicht vorhersehbaren menschlichen Verhalten ergeben kann.



ID 050771





## Risikobeurteilung - Grenzen der Maschine (des Systems)

- Verwendungsgrenzen
  - Bestimmungsgemäße Verwendung
  - Vorhersehbare Verwendung (Fehlanwendung)
  - Betriebsarten und Eingriffmöglichkeiten
- Räumliche Grenzen
  - Bewegung der Maschine, Platzbedarf
  - Schnittstellen: Mensch - Maschine
- Zeitliche Grenzen
  - Lebensdauer, Wartungsintervalle
- Weitere Grenzen
  - Klima, Material usw.



ID 015508



## Risikobeurteilung - Lebensphasen

- Transport
- Zusammenbau, Installation, Probetrieb
- Verwendung
  - Einstellen, Einrichten, Einlernen (Teachen)
  - Programmieren und/oder Umrüsten
  - Betrieb (Automatikbetrieb)
  - Reinigung
  - Fehlersuche
  - Instandhaltung
- Außerbetriebnahme, Demontage, Entsorgung



ID 015509

## Risikobeurteilung - Arbeitsaufgaben

- Beispiele für Arbeitsaufgaben für die einzelnen Lebensphasen der Maschine, die zu einer Gefährdungssituation führen können (gemäß ISO 12100)
- Für die Lebensphase Reinigung/Instandhaltung:
  - Reinigung, Desinfektion
  - Demontage/Ausbau von Teilen, Bauteilen
  - Energietrennung und -ableitung
  - Austausch von Werkzeugen
  - erneutes Einrichten
  - Nachfüllen von Betriebsflüssigkeiten
  - Überprüfen von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine



ID 015510

## Risikobeurteilung - Gefährdungen analysieren

**Für alle**

- Lebensphasen und
- Arbeitsaufgaben
- Aufzählung / Identifizierung der Gefährdungen (Beispiele in ISO 12100)

Arbeitsblatt Maschinen und Anlagen konstruieren – IKMA10 Risikobeurteilung			
Nr.	Art oder Gruppe	Beispiele für Gefährdungen gemäß ISO 12100	
		Ursprung	Mögliche Folgen
1	Mechanische Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschleunigung/Abbremsung (kinetische Energie)</li> <li>– spitze Teile</li> <li>– Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil</li> <li>– schneidende Teile</li> <li>– elastische Elemente</li> <li>– herabfallende Gegenstände</li> <li>– Schwerkraft (gespeicherte Energie)</li> <li>– Höhe gegenüber dem Boden</li> <li>– Hochdruck</li> <li>– Beweglichkeit der Maschine</li> <li>– sich bewegende Teile</li> <li>– rotierende Teile</li> <li>– raue, rutschige Oberfläche</li> <li>– scharfe Kanten</li> <li>– Standfestigkeit/-sicherheit</li> <li>– Vakuum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Überfahren werden</li> <li>– Weggeschleudert werden</li> <li>– Quetschen</li> <li>– Schneiden oder Abschneiden</li> <li>– Einziehen oder Fangen</li> <li>– Erfassen</li> <li>– Reiben oder Abschrägen</li> <li>– Stoß</li> <li>– Eindringen von unter Druck stehenden Medien</li> <li>– Scheren</li> <li>– Ausrutschen, Stolpern und Stürzen</li> <li>– Durchstich oder Einstich</li> <li>– Erstickern</li> </ul>
2	Elektrische Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lichtbogen</li> <li>– elektromagnetische Vorgänge</li> <li>– elektrostatische Vorgänge</li> <li>– spannungsführende Teile</li> <li>– unzureichender Abstand zu unter Hochspannung stehenden Teilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung</li> <li>– chemische Reaktionen</li> <li>– Auswirkungen auf medizinische Implantate</li> <li>– tödlicher Stromschlag</li> <li>– Stürzen, Weggeschleudert werden</li> </ul>

ID 015511

## Risikobeurteilung - Begriff Gefährdung

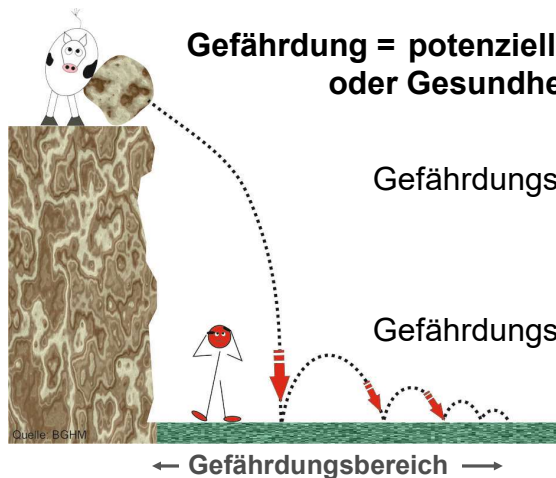
**Gefährdung = Potenzielle Schadensquelle - Quelle für Verletzung**

- Ist bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der vorhanden
  - z. B. Bewegung von gefährdenden beweglichen Teilen, Lichtbogen beim Schweißen, ungesunde Körperhaltung, Geräuschemission, hohe Temperatur
- Kann unerwartet auftreten
  - z. B. Explosion, Gefährdung durch Quetschen als Folge eines unbeabsichtigten/unerwarteten Anlaufs, Herausschleudern als Folge eines Bruches, Stürzen als Folge von Beschleunigung/Abbremsen



ID 015512

## Risikobeurteilung - Begriff Gefährdung



**Gefährdung = potenzielle Quelle von Verletzungen oder Gesundheitsschäden**

Gefährdungsereignis = Ereignis, das Schaden verursachen kann

Gefährdungssituation = Sachlage, bei der eine Person mind. einer Gefährdung ausgesetzt ist

← Gefährdungsbereich →

ID 015513

## Beispiele für Gefährdungen (1)



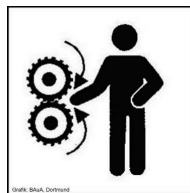
Ursprung  
schneidende Teile  
Mögliche Folgen  
•Schneiden  
•Abschneiden



Ursprung herabfallende  
Gegenstände  
Mögliche Folgen  
•Quetschen  
•Stoß



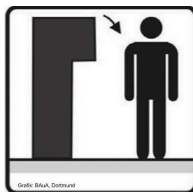
Ursprung sich  
bewegende Teile  
Mögliche Folgen  
•Quetschen  
•Stoß, Scheren



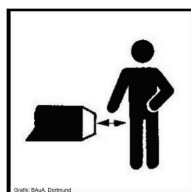
Ursprung sich bewegende  
Teile (drei Beispiele)  
Mögliche Folgen  
•Einziehen, Stoß  
•Reibung, Abschürfung

ID 015515

## Beispiele für Gefährdungen (2)



Ursprung  
Schwerkraft, Stand-  
festigkeit/-sicherheit  
Mögliche Folgen  
•Quetschen, Fangen



Ursprung Annäherung eines  
sich bewegenden Teils an  
ein feststehendes Teil  
Mögliche Folgen  
•Quetschen  
•Stoß



Ursprung rotierende,  
sich bewegende Teile  
Mögliche Folgen  
•Quetschen  
•Erfassen



Ursprung sich bewegende  
Teile  
Mögliche Folgen  
•Einziehen  
•Reibung, Abschürfung  
•Stoß, Abschneiden

ID 015516

## Zusammenhang Gefährdung - Risiko

- Jeder Gefährdung wohnt ein/kein Risiko inne
- Das Risiko muss quantifiziert werden
  - Risiko einschätzen
  - Risiko bewerten
- Risiko hängt ab:
  - vom Schadenausmaß S
  - von der Eintrittswahrscheinlichkeit
    - Gefährdungsexposition einer Person F
    - Eintritt des Gefährdungsereignisses O
    - Möglichkeit zur Vermeidung/Begrenzung des Schadens A

		Ermittlung der Risikozahl					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1				2	
	F2						
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5	6		

Grafik: ISO/TR 14121-2

S: Severity of harm

F: Frequency and/or duration of exposure to hazard

O: Probability of occurrence of the hazardous event

A: Possibility of avoidance or reduction of harm

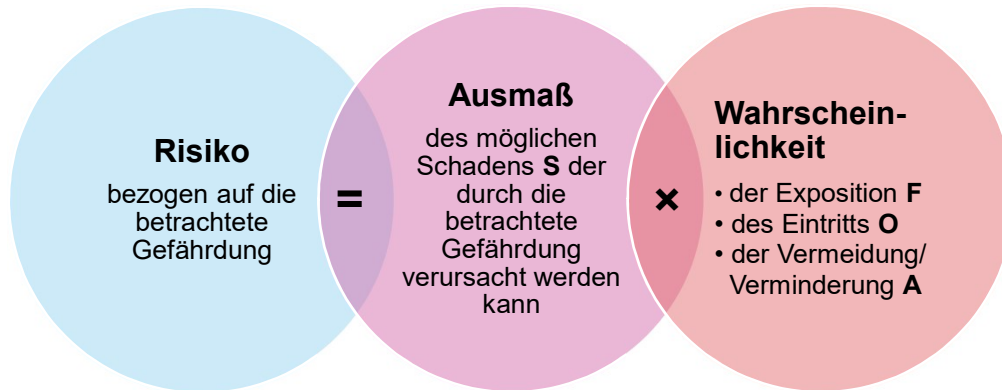
ID 015527

## Wie hoch schätzen Sie das Risiko ein?



ID 015463

## Risikoeinschätzung und -bewertung



ID 015521b

## Risikobeurteilung - Risikoeinschätzung

- Risiko muss quantifiziert werden; Vergleichsmaßstab herstellen (Risikorang, -zahl, -index)
- Eigenen Bewertungs-Maßstab erarbeiten
- Bewertungs-Tool im ersten Schritt (ohne SE) mit O3; Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses ist anzunehmen (100%)
- Bewertungsschema im zweiten Schritt zur Einschätzung des Risiko-Index nach Umsetzung von SE und Schutzmaßnahmen mit Bewertung von O

		Ermittlung der Risikozahl					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1				2	
	F2						
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5		6	

Grafik: ISO/TR 14121-2

ID 063962

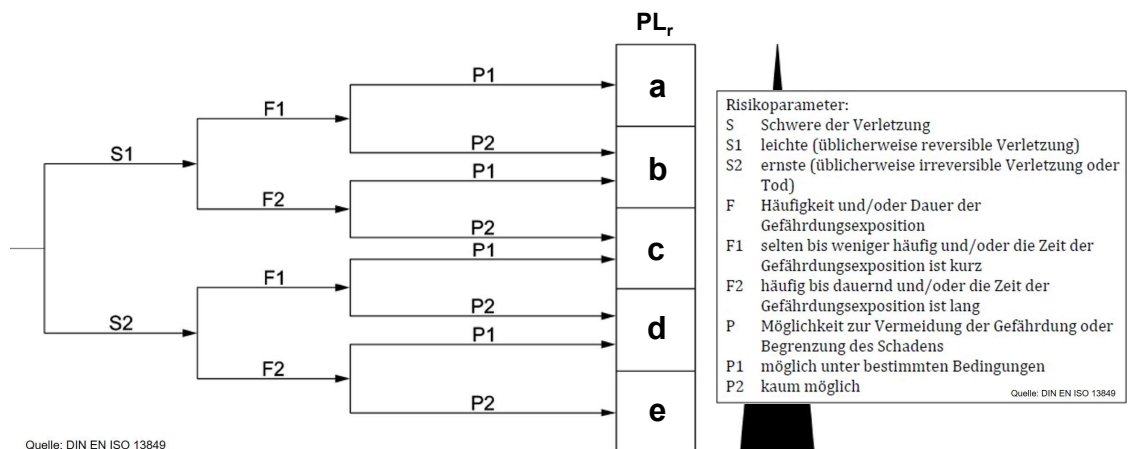
## Risikomatrix nach ISO/TR 14121-2

		Ermittlung der Risikozahl					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1				2	
	F2	1				2	
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5	6	6	

Grafik: ISO/TR 14121-2

ID 063983

## Risikograph nach DIN EN ISO 13849-1 (für Gefährdungen)



ID 063982

## Risiko-Element - Schadensausmaß S (severity of harm)

- Ausmaß der Verletzung oder Gesundheitsschädigung

- **S1** - für gewöhnlich reversibel/leichte Verletzungen

- Kratzer, blaue Flecken, Fleischwunden - EH-Maßnahmen

- **S2** - für gewöhnlich irreversibel/ernsthafte, schwere Verletzungen

- Knochenbrüche, Verletzungen bei denen genäht werden muss

- Schadensumfang

- Schaden kann eine Person betreffen

- Mehrere Personen können involviert sein



ID 015522

## Risiko-Element - Gefährdungsexposition F (frequency)

- Häufigkeit und Dauer der Gefährdungsexposition

- **F1** - selten - 2x oder weniger pro Schicht bzw. weniger als 15 min. insgesamt

- **F2** - häufig - mehr als 2x pro Schicht bzw. kumuliert mehr als 15 min

- Abhängig von:

- Notwendigkeit des Zugangs
  - Art des Zugangs (manuelle Materialzuführung)
  - Zeit, die im Gefährdungsbereich verbracht wird
  - Anzahl der Personen, für die Zugang benötigt wird
  - Häufigkeit des Zugangs



ID 015523



## Risiko-Element - Eintritt von Gefährdungseignissen O (probability of occurrence)

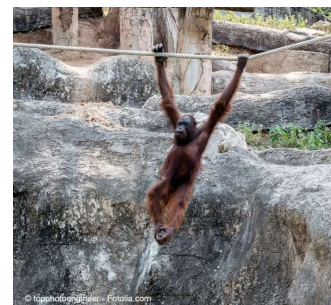
- Eintrittswahrscheinlichkeit
  - Zuverlässigkeitsdaten
  - Daten über Gesundheitsschädigungen; Statistiken
  - Unfallgeschichte; Risikovergleiche
- **O1** - ausgereifte Technologie, bewährte und anerkannte Sicherheitstechnik, Robustheit der verwendeten Bauteile
- **O2** - beobachteter Fehler oder Beinahe-Unfall in den letzten 2 Jahren; unangemessene Handlung einer risikobewussten und geeigneten Person, welche länger als 6 Monate am Arbeitsplatz tätig ist
- **O3** - Fehler in den letzten 6 Monaten; Fehlhandlung einer untrainierten Person



ID 015525

## Risiko-Element - Möglichkeit zur Vermeidung/Begrenzung des Schadens A (possibility of avoidance)

- **A2** - Unmöglich
- **A1** - Möglich unter bestimmten Bedingungen
  - Qualifikation der gefährdeten Personen
  - Geschwindigkeit, mit der das Risiko wirksam werden kann; Grenzggeschwindigkeit kleiner als 250 mm/s
  - Menschliche Fähigkeit, sich dem Gefahrenbereich zu entziehen (Reflexe, Beweglichkeit)
  - Praktische Erfahrungen (bezüglich der Maschine oder Situation)
  - Wissen über das Risiko (Informationen, Beobachtungen, Warnzeichen, Anzeigegeräte)



ID 063984

## Risikobewertung

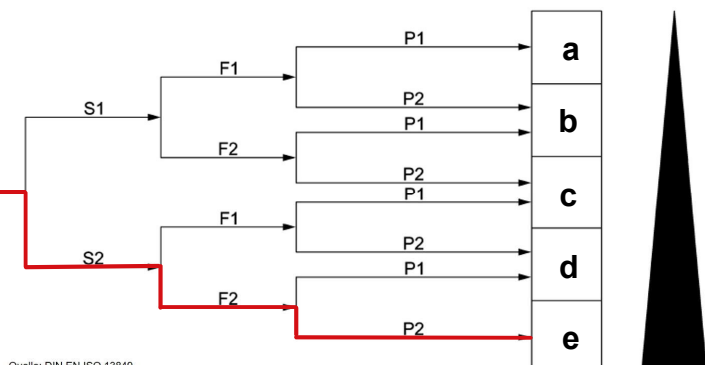


Eine umfassende Einschätzung  
der Wahrscheinlichkeit  
und des Schweregrades  
der möglichen Verletzung oder  
Gesundheitsschädigung  
in einer Gefährdungssituation,  
um so geeignete Sicherheitsmaßnahmen  
auszuwählen.

ID 008322

## Risikobeurteilung - Beispiel 1

Presse Handeinlegearbeiten



Verletzung schwer; Exposition häufig; Vermeidung unmöglich

ID 015529

## Risikobeurteilung - Beispiel 1

Presse Handeinlegearbeiten



Quelle: Isringhausen GmbH, Lemgo

		Ermittlung der Risikozahl					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1				2	
	F2						
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5	6	6	6

Grafik: ISO/TR 14121-2

Verletzung schwer; Exposition häufig; Eintritt hoch (untrainiert), Vermeidung unmöglich

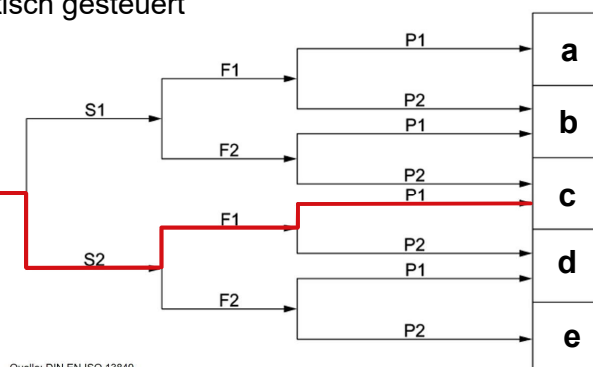
ID 015528

## Risikobeurteilung - Beispiel 2

Werktor: kraftbetätigt und automatisch gesteuert



Quelle: © Jürgen Dettlaff, Fotolia.com



Quelle: DIN EN ISO 13849

Verletzung schwer; Exposition selten; Vermeidung möglich

ID 015531

## Risikobeurteilung - Beispiel 2

Werktor: kraftbetätigt und automatisch gesteuert



		Ermittlung der Risikozahl					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1				2	
	F2						
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5	6		

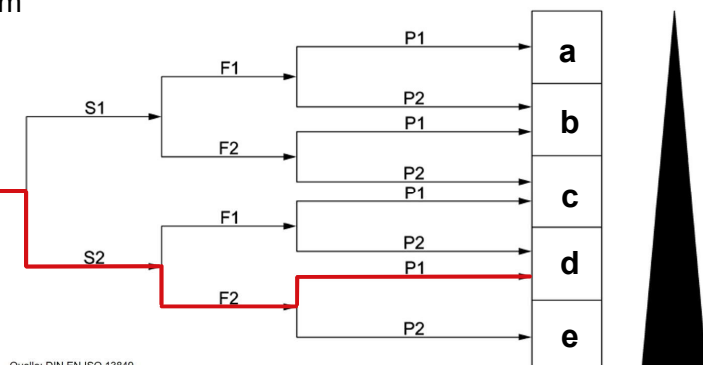
Grafik: ISO/TR 14121-2

Verletzung schwer; Exposition selten; Eintritt gering; Vermeidung möglich

ID 015530

## Risikobeurteilung - Beispiel 3

FTS - Fahrerloses Transportsystem



Quelle: DIN EN ISO 13849

Verletzung schwer; Exposition häufig; Vermeidung möglich

ID 050890

## Risikobeurteilung - Beispiel 3

FTS - Fahrerloses Transportsystem



		Ermittlung der Risikozahl					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1				2	
	F2						
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5		6	

Grafik: ISO/TR 14121-2

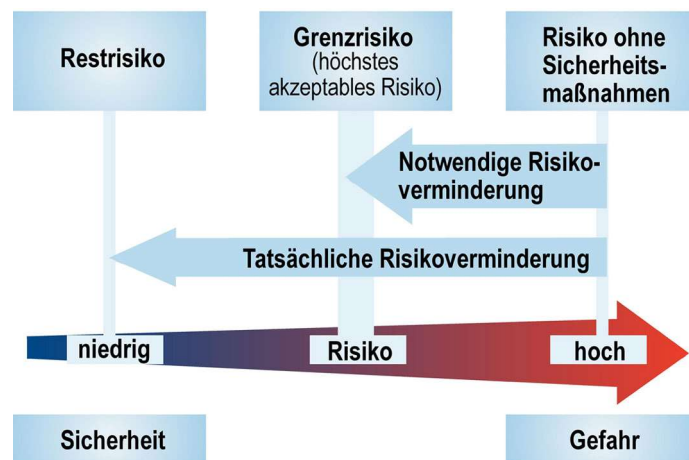
Verletzung schwer; Exposition häufig; Eintritt hoch; Vermeidung möglich

ID 050891

## Erläuterung des Grenzkrisikos

Minimierungsgebot

- Angabe der Restrisiken
- Hinweise für Betreiber/Benutzer



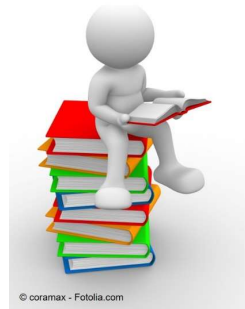
Grafik: BGHM

ID 007353

## Risikobeurteilung - Weiterführende Risikominderung

Restrisiken nach den vom Konstrukteur getroffenen Maßnahmen sollen durch Betreiber

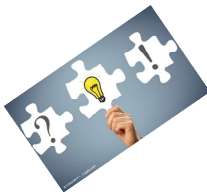
- Organisation:
  - Sichere Arbeitsverfahren
  - Überwachung
  - Betriebserlaubnis
- Bereitstellung/Anwendung zusätzlicher Schutzeinrichtungen
- Anwendung persönlicher Schutzausrüstung
- Trainings



ID 063985

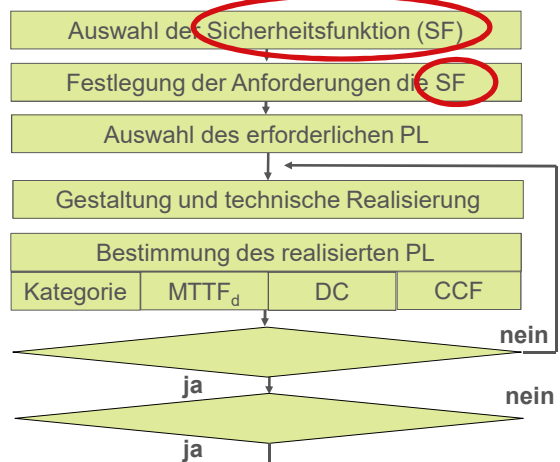
## Iterativer Prozess nach EN ISO 13849-1

vom Prozess Risikobeurteilung/ -minderung nach 12100



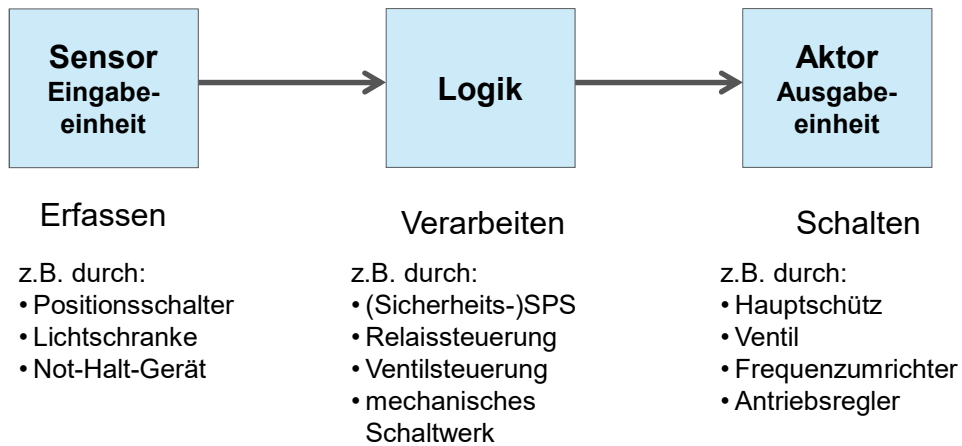
Risikobeurteilung - Ermittlung des erforderlichen Performance-Levels für Sicherheitsfunktionen

zurück zum Prozess Risikobeurteilung/ -minderung



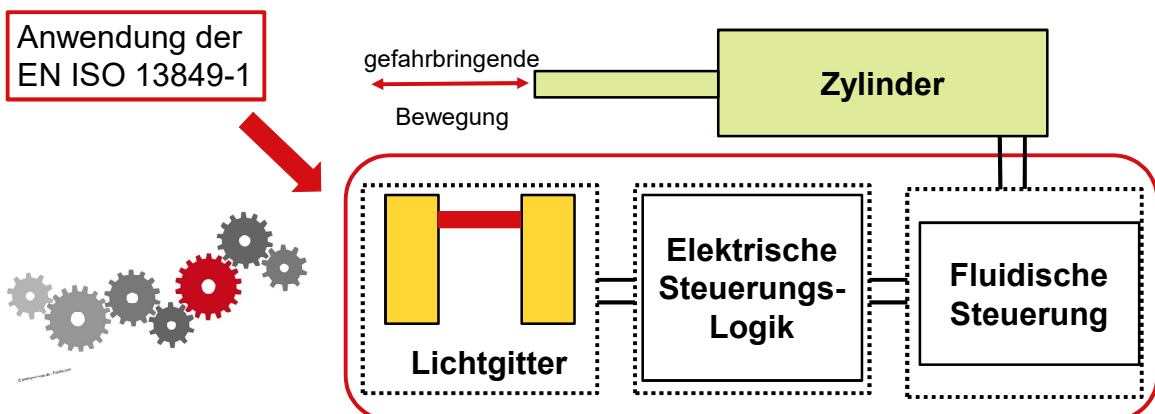
ID 050770

## Grundsätzliche Struktur einer Sicherheitsfunktion



ID 063986

## Mögliche Realisierung einer Sicherheitsfunktion



ID 063987

## Risikograph nach ISO 13849-1

### **S Schwere der Verletzung**

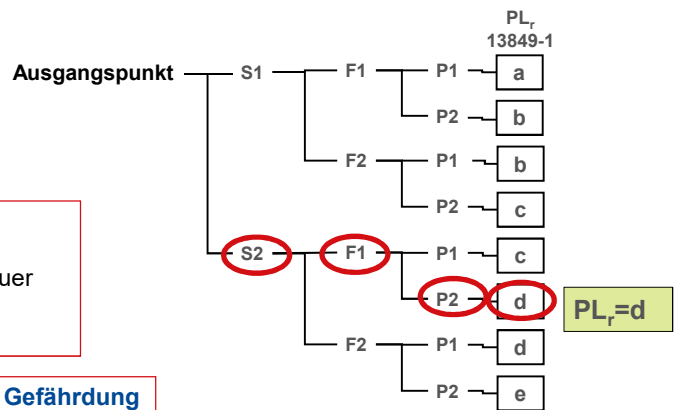
- S1 : Leichte (üblicherweise reversible) Verletzung  
S2 : Schwere (üblicherweise irreversible) Verletzung

### **F Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition**

- F1 : Selten bis öfter und/oder kurze Dauer  
F2 : Häufig bis dauernd und/oder lange Dauer

### **P Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung**

- P1 : Möglich unter bestimmten Bedingungen  
P2 : Kaum möglich



ID 064195