

EN ISO 13849-1

Die Anforderungen der neuen Norm

Bewährtes kombiniert mit Probabilistik

Thomas.Boemer@dguv.de

FB Unfallverhütung/Produktsicherheit

BGIA © 08.2009



sicherheitsbezogene Steuerung	SRP/CS	-	Safety-Related Part of a Control System sicherheitsbezogenes Teil einer Steuerung
SRP/CS Blockdiagramm	I/L/O TE/OTE	-	Input/Logic/Output/Test Equipment/Output of TE Eingang/Logik/Ausgang/Testeinrichtung/Ausgang der TE
Bauteilgüte	$MTTF_d$	Jahr, a	Mean Time To dangerous Failure mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall
Testgüte (Subsystem)	DC_{avg}	%	average Diagnostic Coverage durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad
Testgüte (Block, Element)	DC	%	Diagnostic Coverage Diagnosedeckungsgrad
Ausfall von redundanten Kanälen	CCF	-	Common Cause Failure Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache
Ausfallwahrscheinlichkeit	PFH	1/h	Probability of a dangerous Failure per Hour Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde
Sollwert der funktionalen Sicherheit	PL_r	-	required Performance Level erforderlicher Performance Level
Istwert der funktionalen Sicherheit	PL	-	Performance Level Performance Level
Gebrauchsdauer	T_M	Jahr, a	Mission Time Gebrauchsdauer
Bauteilgüte (Verschleiß)	B_{10d}	Zyklen	mean number of cycles until 10 % of the components fail dangerously Anzahl von Zyklen, bis 10 % der Komponenten gefährlich ausgefallen sind
Zulässige Betriebszeit	T_{10d}	Jahr, a	mean Time until 10 % of the components fail dangerously mittlere Zeit bis 10 % der Bauteile gefährlich ausfallen
Schalthäufigkeit	n_{op}	Zyklen/a	mean number of annual operations mittlere Anzahl jährlicher Betätigungen

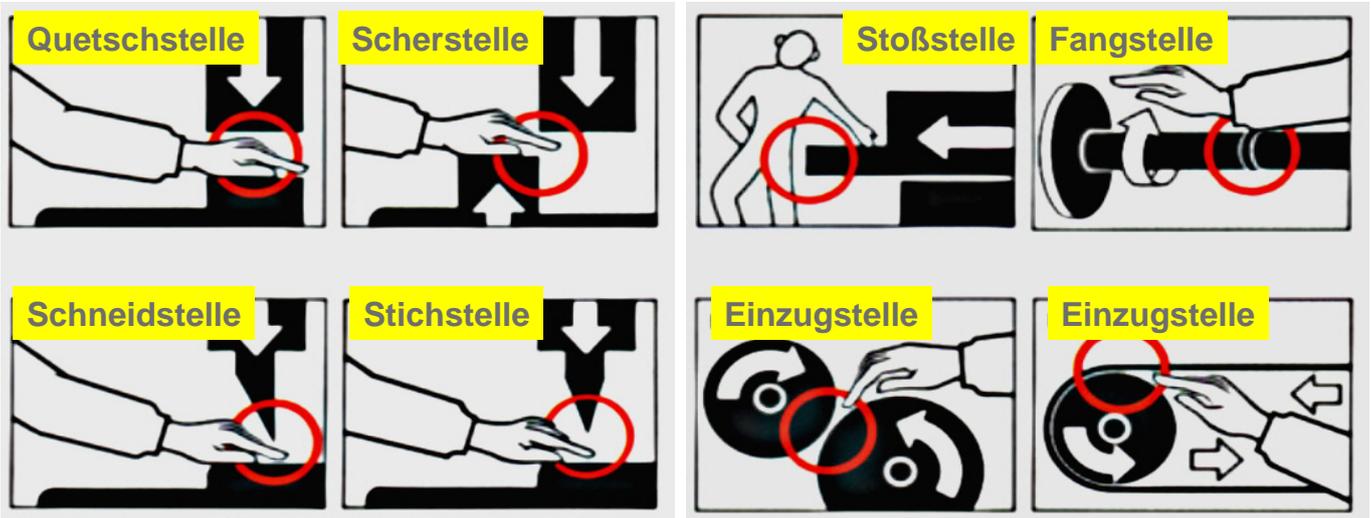


- 1 Gefährdungen, Risiko
- 2 Anforderungen der EN ISO 13849 im Detail
- 3 Relevanz



Typische Gefahrstellen an Arbeitsmitteln

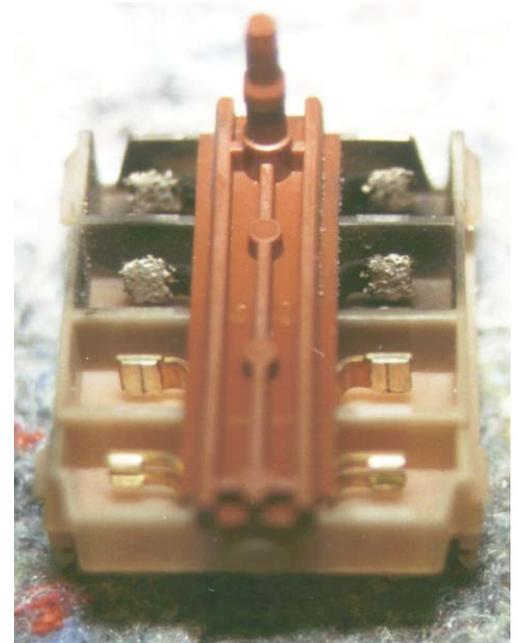
>> mechanische Gefährdungen <<





Gefährdungen durch Ausfall der Steuerung

Bauteilfehler



Gefährdungen durch Laserstrahlung

■ 2006/42/EG (MRL)

1.5.12. *Laserstrahlung*

Bei Verwendung von Lasereinrichtungen ist Folgendes zu beachten:

- Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass sie keine unbeabsichtigte Strahlung abgeben können.
- Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so abgeschirmt sein, dass weder durch die Nutzstrahlung noch durch reflektierte oder gestreute Strahlung noch durch Sekundärstrahlung Gesundheitsschäden verursacht werden.
- Optische Einrichtungen zur Beobachtung oder Einstellung von Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so beschaffen sein, dass durch die Laserstrahlung kein Gesundheitsrisiko verursacht wird.



■ Was bedeutet das für die Konstruktion handgeführter Laser zur Materialbearbeitung (HLG)?



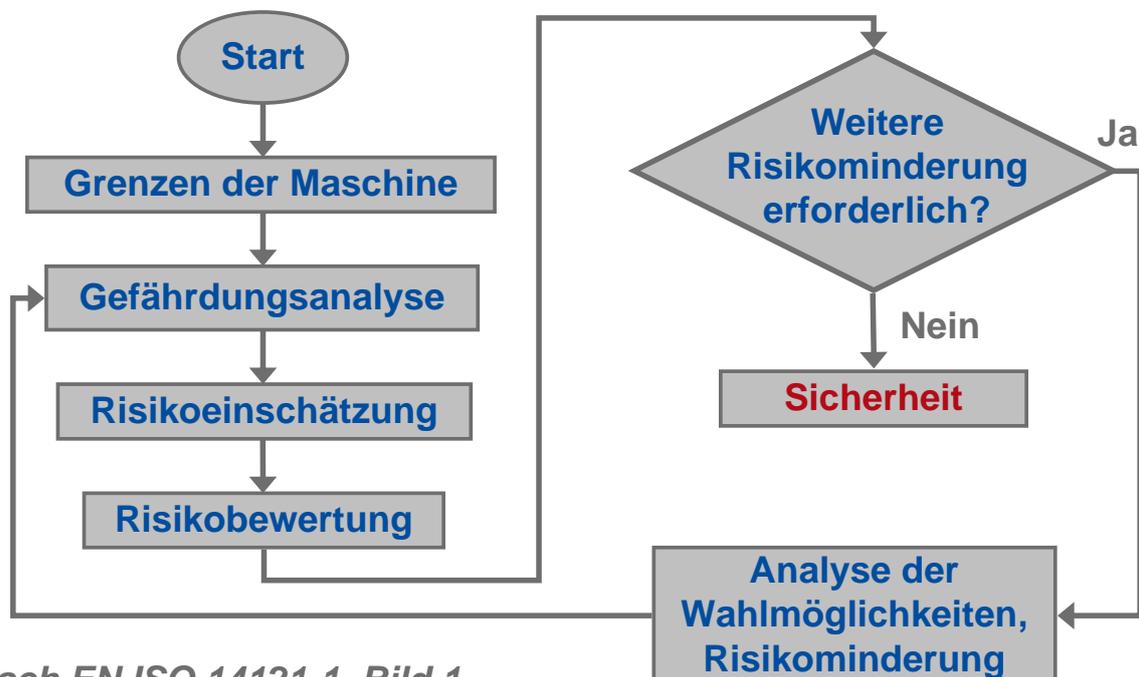
3-Stufen Methode zur Risikominderung

- 1 Inhärent sichere Konstruktion
- 2 Technische Schutzmaßnahmen und eventuell ergänzende Schutzmaßnahmen
- 3 Benutzerinformation hinsichtlich des Restrisikos

EN ISO 12100-1, 5.4 und EN ISO 14121, 8.2



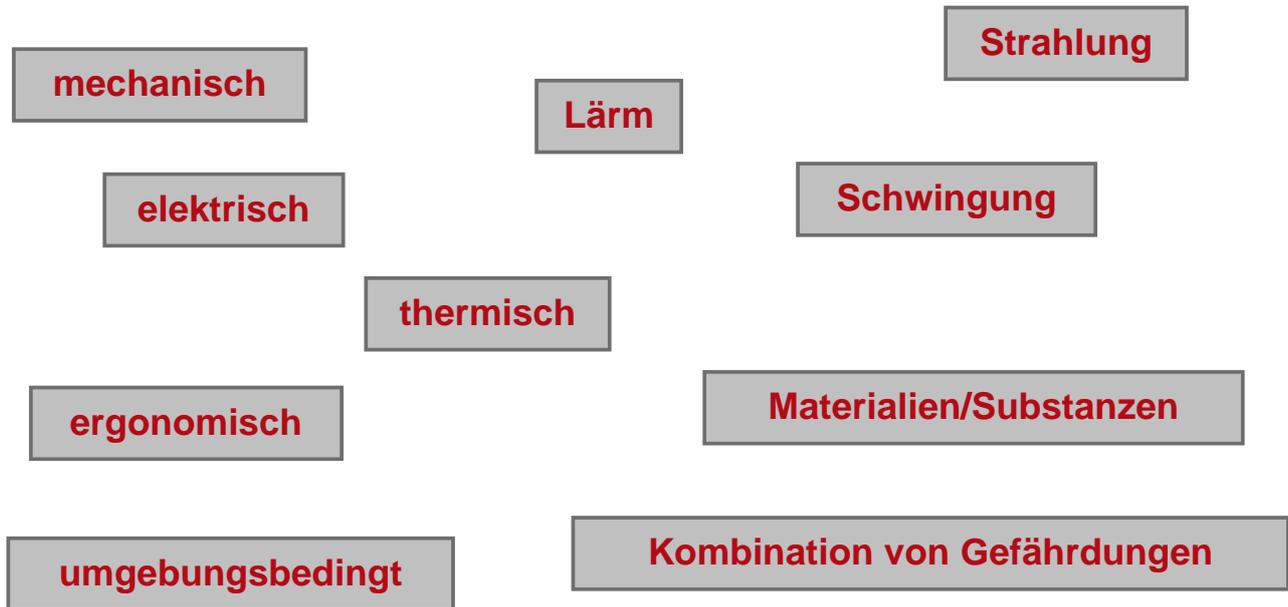
Iterativer Prozess zur Risikominderung



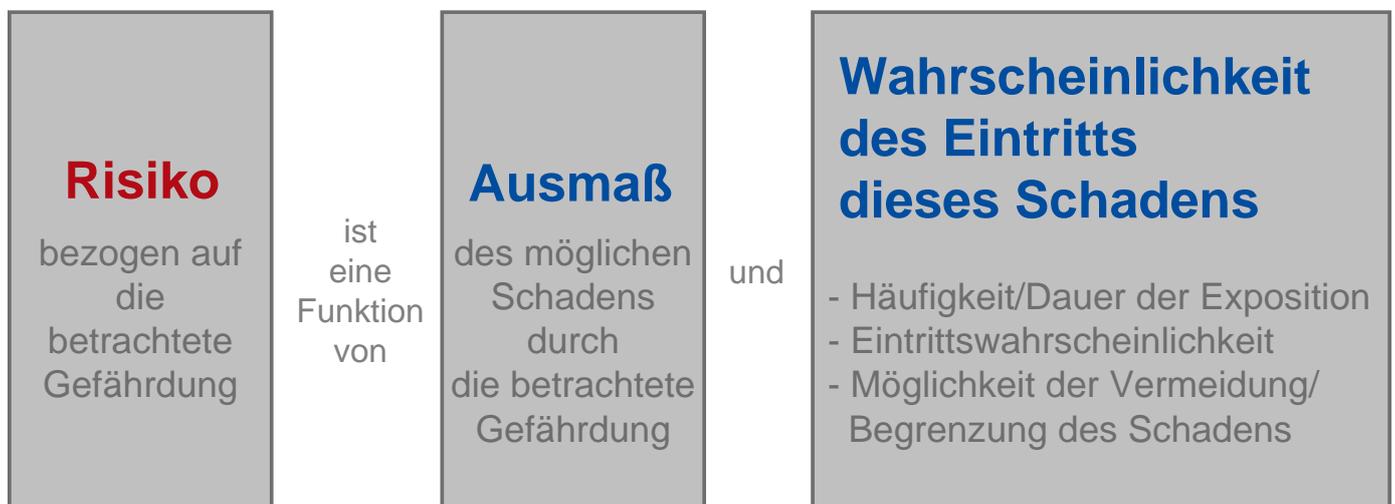
nach EN ISO 14121-1, Bild 1



Gefährdungsanalyse: Gefährdungsgruppen

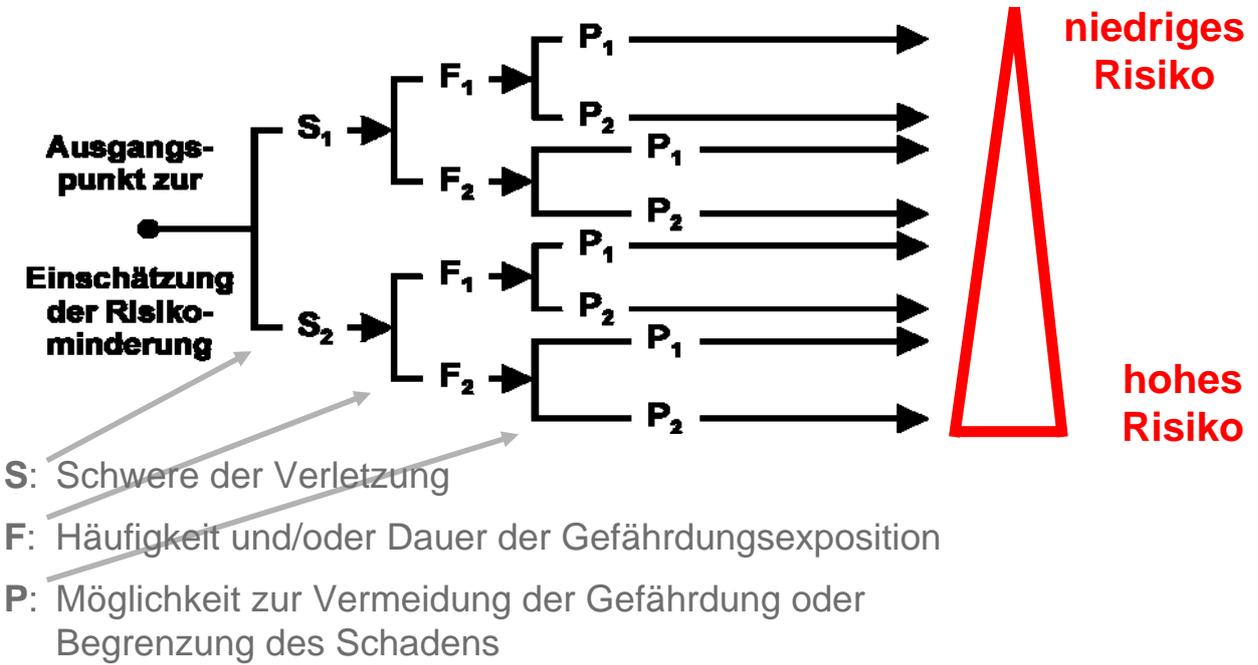


Risikoeinschätzung über Risikoelemente





Werkzeug zur Risikoeinschätzung: Risikograph



Der Performance Level (PL) nach EN ISO 13849-1

EN ISO 13849-1

PL

a

b

c

d

e

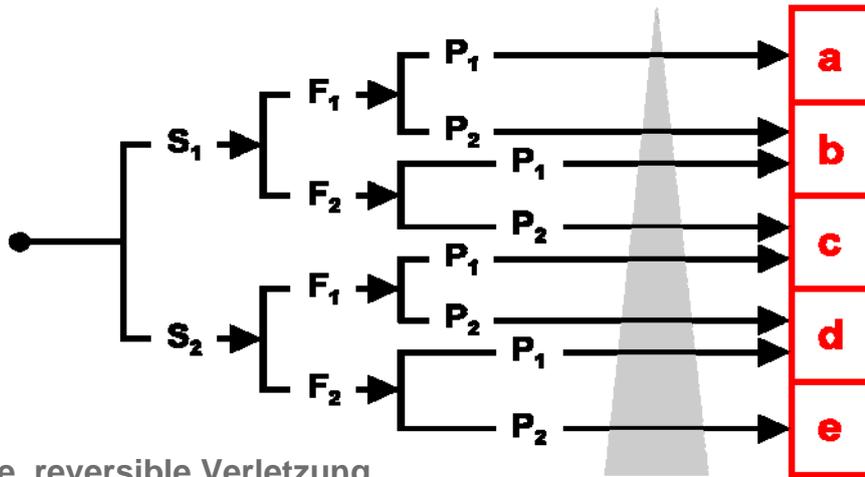
Absicherung niedriger Risiken

Absicherung hoher Risiken



Risikograph nach EN ISO 13849-1

Erforderlicher Performance Level PL_r



S1: Leichte, reversible Verletzung

S2: Schwere Verletzung, Tod

F1: Seltene bis weniger häufig und/oder kurze Exposition

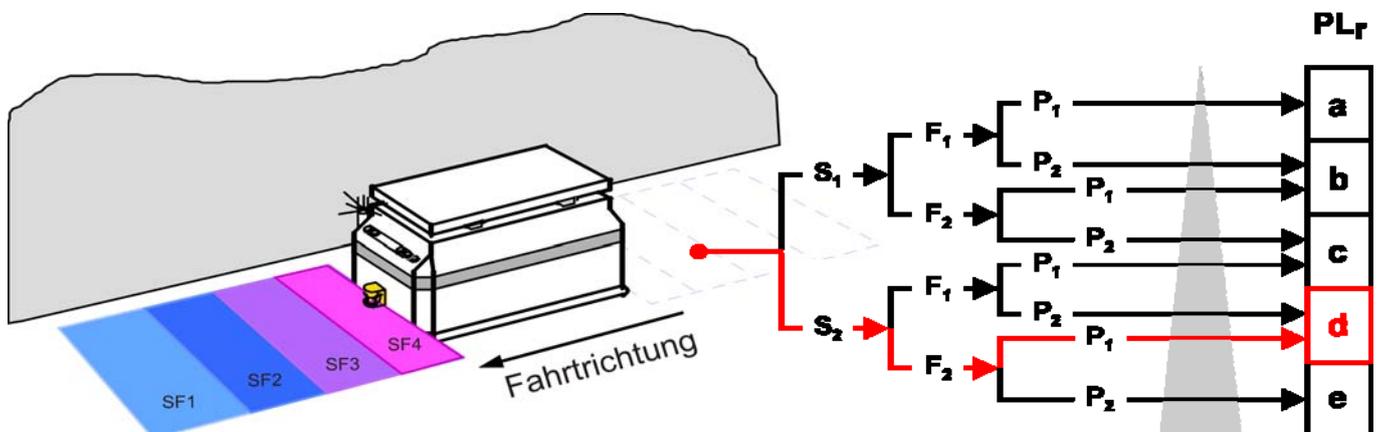
F2: Häufige bis dauernde und/oder lange Exposition

P1: Gefahrabwendung möglich unter bestimmten Bedingungen

P2: Gefahrabwendung kaum möglich



Beispiel: Fahrerloses Transportfahrzeug



Quelle: Fa. SICK AG

Gefährdungen: Überfahren werden/Stoßen/Quetschen
 Maßnahme: Gesamtsteuerung mit Auffahrtschutz
 Sicherheitsfunktion: Stopp (Not-Halt)

S2 - Schwere Irreversible Verletzung
F2 - Häufiger Aufenthalt
P1 - Gefahrabwendung möglich

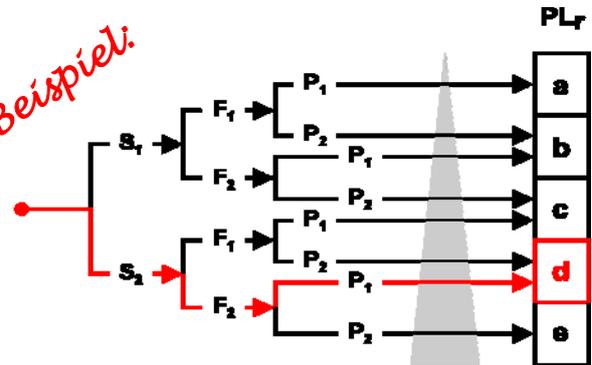


Beispiel: Handgeführter Laser zur Materialbearbeitung (HLG)



Quelle: BG Elektro
Textil Feinmechanik

Beispiel:



— S2 - Schwere Irreversible Verletzung
F2 - Häufiger Aufenthalt
P1 - Gefahrenabwendung möglich

Gefährdungen: z.B. Laserstrahlung
Techn. Maßnahmen: z.B. Abschirmung,
z.B. Aufsatzkontrolle
Sicherheitsfunktionen: z.B. Laser-Stopp

Gemäß BG ETF, "INFORMATIONEN Spezial 1/2008" (Bestell-Nr. SD 55), Abschnitt 4.8:

... Nach der zurückgezogenen EN 954-1 (...) war hier die Kategorie 3 oder 4 zu wählen.



① Gefährdungen, Risiko

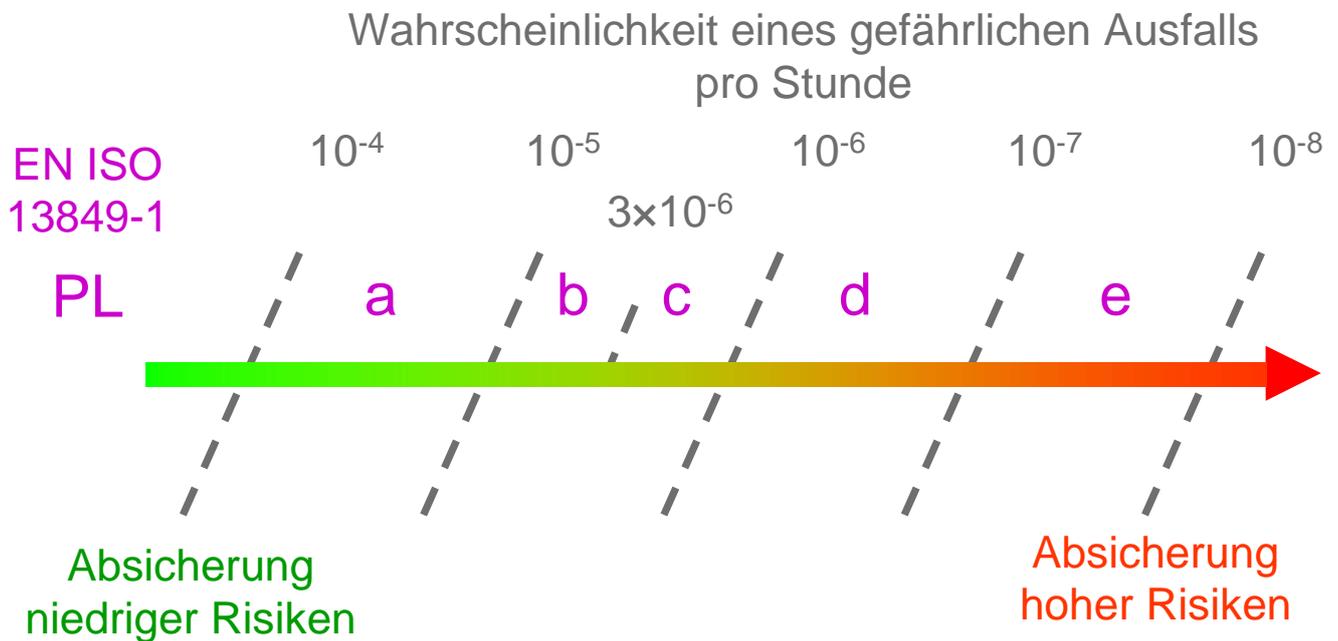
② Anforderungen der
EN ISO 13849 im Detail

③ Relevanz



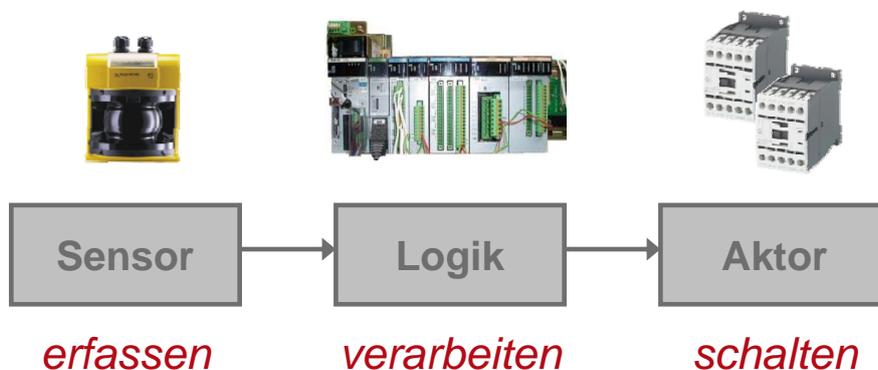


Performance Level als sicherheitstechnische Zuverlässigkeit



Worauf wird ein Performance Level angewendet?

- Sicherheitsfunktionen werden von sicherheitsbezogenen Teilen eines Steuerungssystems (SRP/CS) ausgeführt

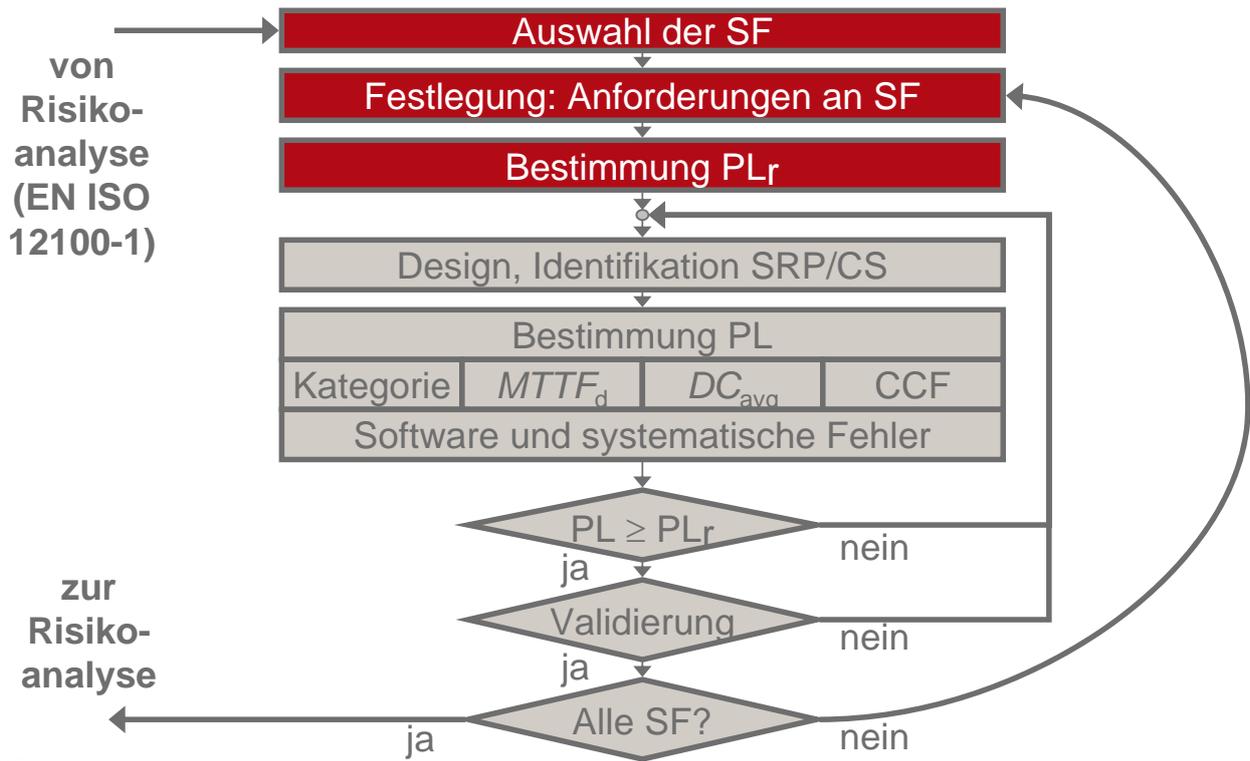


Beispiele:

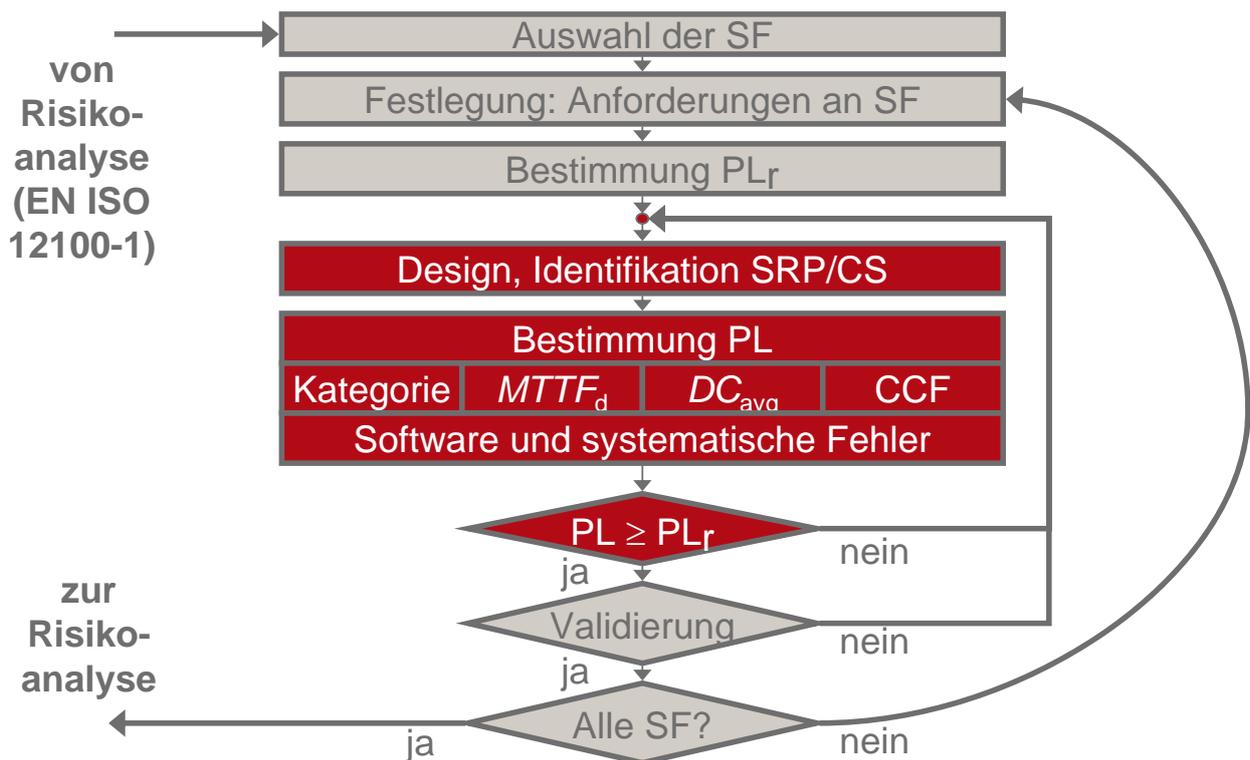
- sicher begrenzte Geschwindigkeit im Einrichtbetrieb (SLS)
- Laser-Stopp bei nicht korrekt aufgesetztem HLG



Iterativer Entwurfs- und Entwicklungsprozess

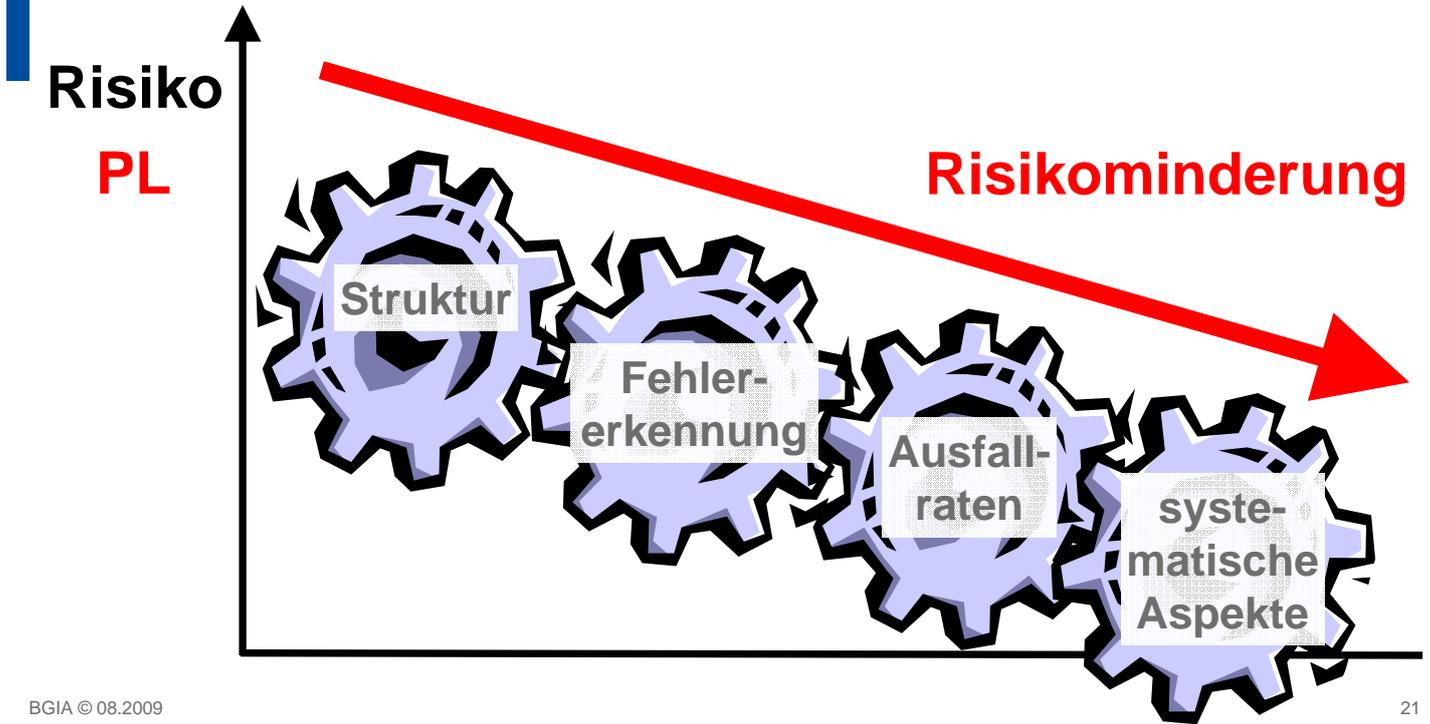


Iterativer Entwurfs- und Entwicklungsprozess

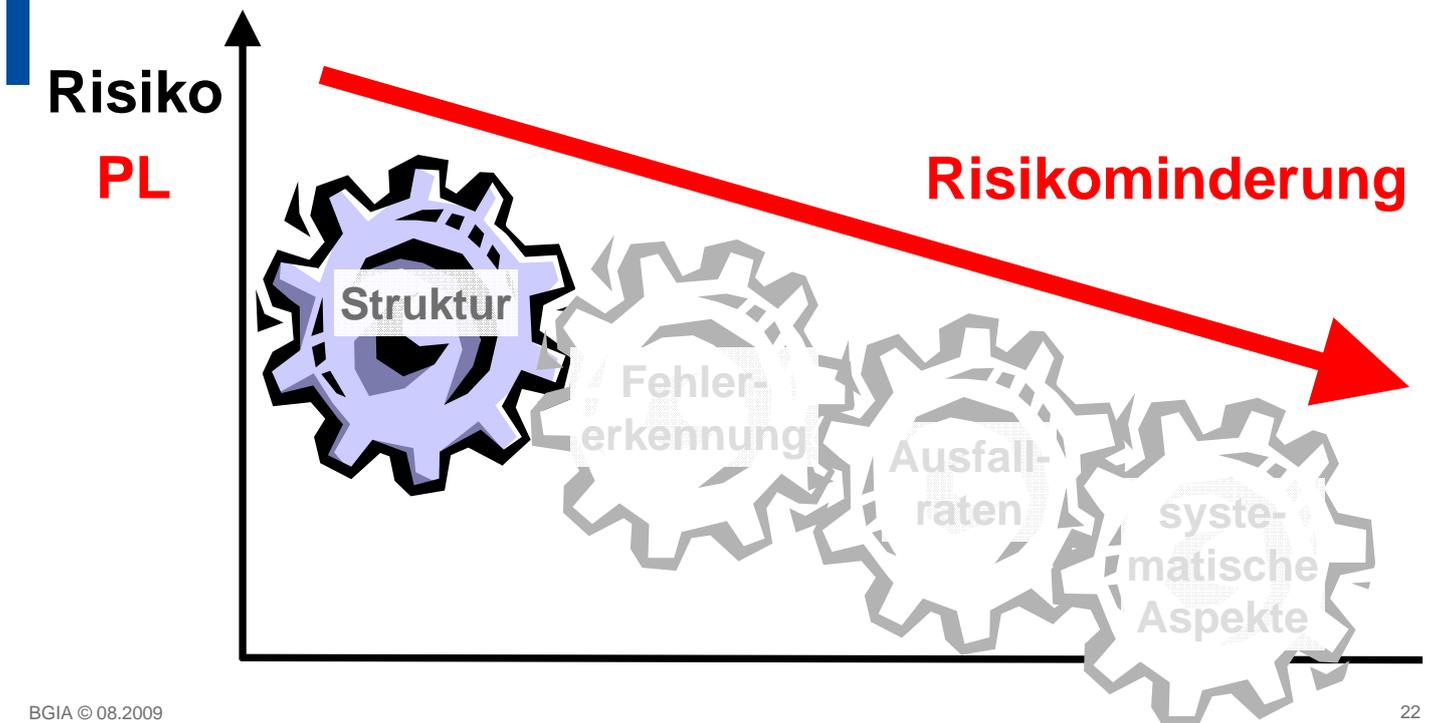




Was macht einen Performance Level aus?



Performance Level als Maß der Risikominderung





Kategorie B und Kategorie 1

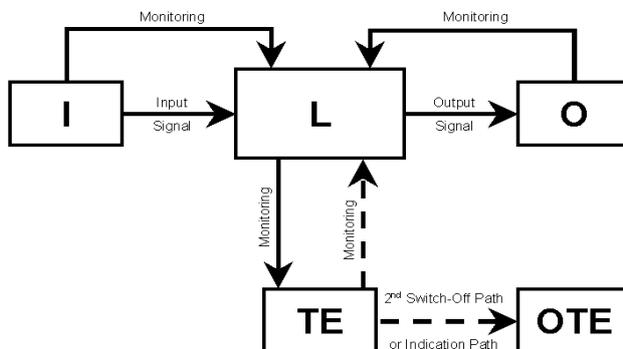


Funktion, Eigenschaften:

- Sicherheitsfunktion hängt von der Zuverlässigkeit der Bauteile ab
- keine Maßnahmen zur Fehlererkennung an Bauteilen
- Ertüchtigung gegen übliche industrielle Umgebungseinflüsse ist gegeben



Kategorie 2

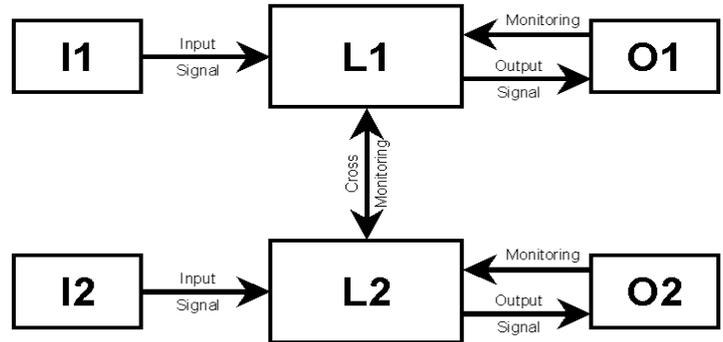


Funktion, Eigenschaften:

- Zwangsweise Testung der Sicherheitsfunktion bei Start und/oder zyklisch
- Keine Fehlererkennung zwischen den Testintervallen
- Keine Fehlererkennung in der Testeinrichtung erforderlich
- Zweiter Abschaltpfad



Kategorie 3 und Kategorie 4



Funktion, Eigenschaften:

- Steuerung gefährbringender Bewegungen durch zwei unabhängige Kanäle
- Sicherheitsfunktion bleibt auch im Fehlerfall erhalten (bei Kategorie 4 auch bei Mehrfachfehlern)
- Fehlererkennung durch Vergleich und Rücklesen

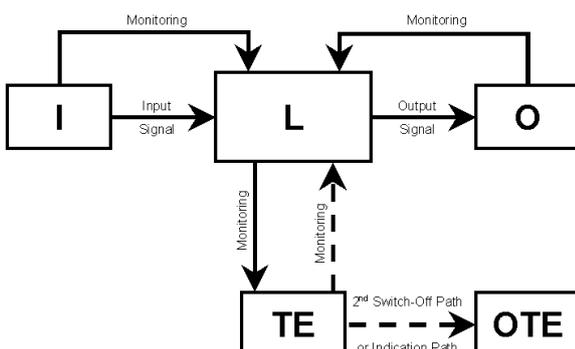


Vorgesehene Architekturen

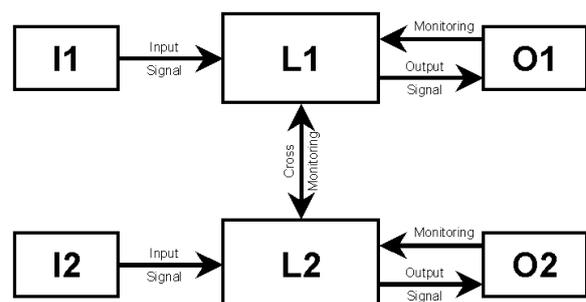
Kategorie B und 1:



Kategorie 2:

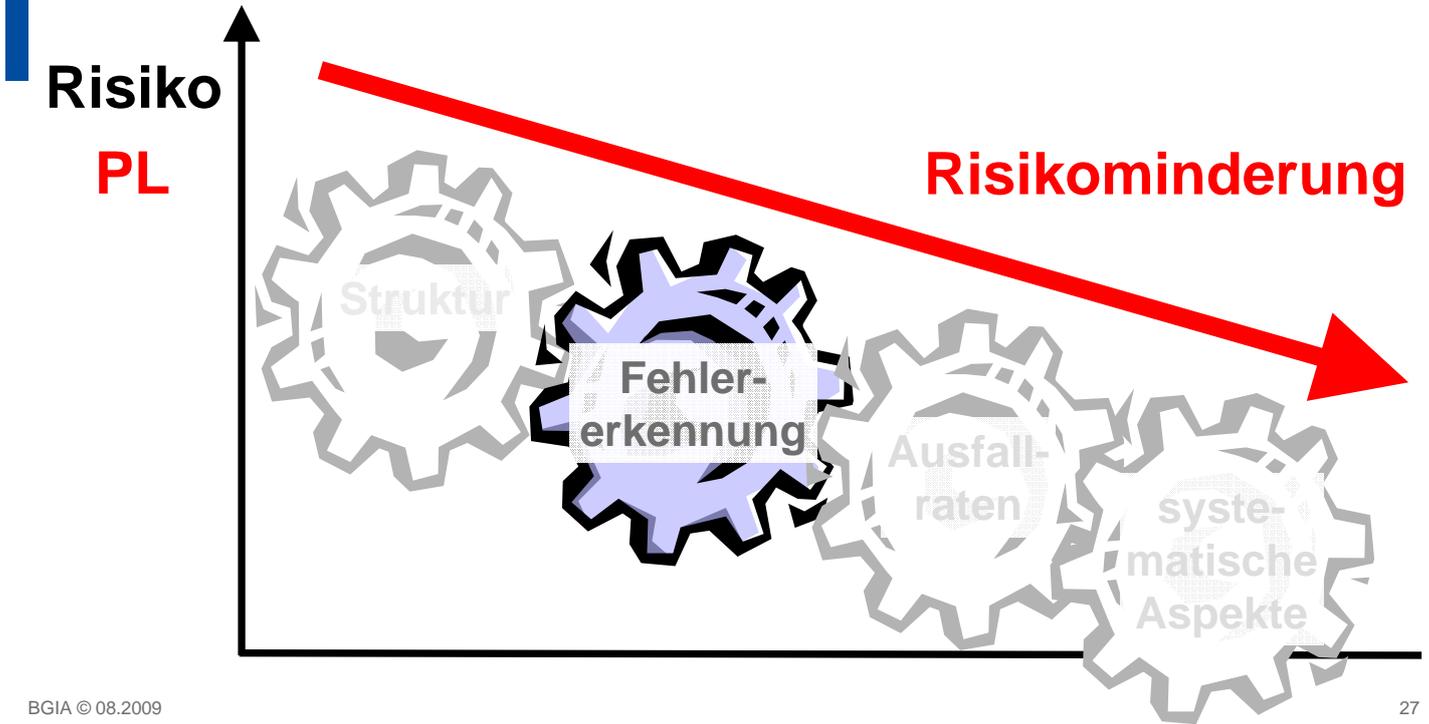


Kategorie 3 und 4:





Performance Level als Maß der Risikominderung

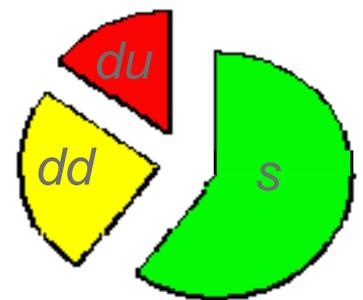


Diagnosedeckungsgrad DC

$$DC = \frac{\sum \lambda_{dd}}{\sum \lambda_{dd} + \lambda_{du}}$$

Ausfallrate erkannter gefährlicher Ausfälle
Ausfallrate aller gefährlicher Ausfälle

Bezeichnung	Wertebereich DC
kein	$DC < 60 \%$
niedrig	$60 \% \leq DC < 90 \%$
mittel	$90 \% \leq DC < 99 \%$
hoch	$99 \% \leq DC$



Beispielwerte für DC in Anhang E



Mittlerer Diagnosedeckungsgrad DC_{avg}

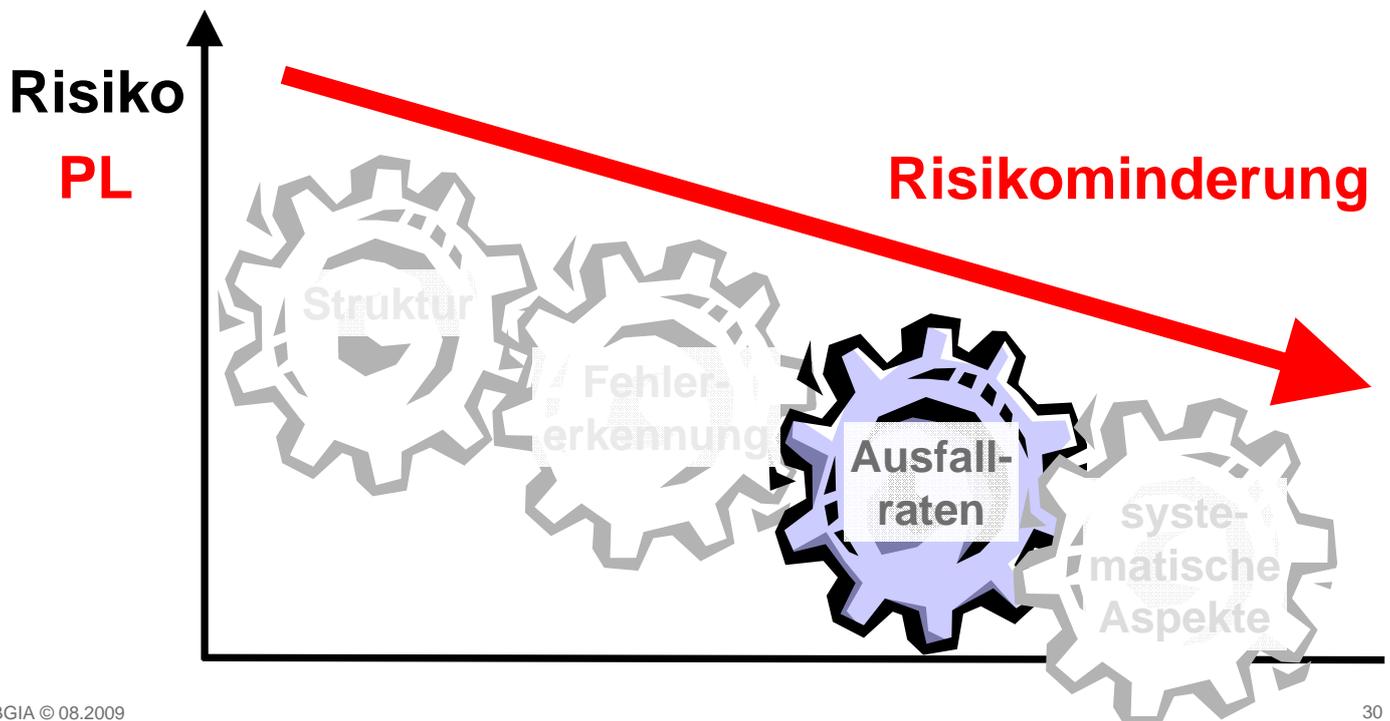
- Der **mittlere DC_{avg}** wird über alle Tests gewichtet.
- Wichtungsfaktor ist die $MTTF_d$ des *getesteten* Teils:

$$DC_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{d1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{DC_N}{MTTF_{dN}}}{\frac{1}{MTTF_{d1}} + \frac{1}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{1}{MTTF_{dN}}}$$

- Ungetestete Teile gehen mit $DC = 0$ ein.
In die Summe gehen alle Teile ein, die keinen Fehlerausschluss vorweisen (Fehlerausschluss $\Rightarrow MTTF_d = \infty$).



Performance Level als Maß der Risikominderung





MTTF_d - Mean Time To (dangerous) Failure

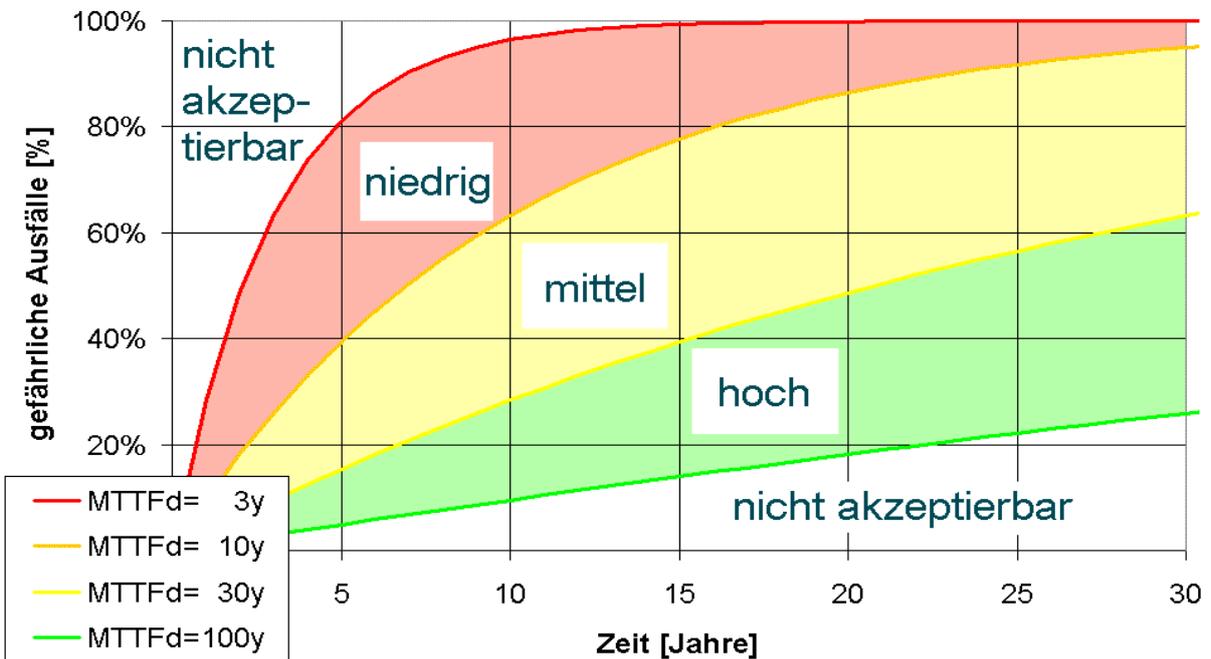
MTTF_d: Mittelwert der Betriebsdauer ohne gefährlichen Ausfall in einem einzelnen Kanal der Steuerung

Bezeichnung	Wertebereich MTTF _d
niedrig	3 Jahre ≤ MTTF _d < 10 Jahre
mittel	10 Jahre ≤ MTTF _d < 30 Jahre
hoch	30 Jahre ≤ MTTF _d ≤ 100 Jahre

MTTF_d ist ein statistischer Mittelwert und keine garantierte Lebensdauer!



Was heißt MTTF_d eigentlich genau?





MTTF_d pro Kanal und Symmetrisierung

- **MTTF_d pro Kanal:**
(parts count method)

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{MTTF_{d_i}}$$

- **Symmetrisierungsformel bei unterschiedl. MTTF_d-Werten pro Kanal:**

$$MTTF_d = \frac{2}{3} \left[MTTF_{dC1} + MTTF_{dC2} - \frac{1}{\frac{1}{MTTF_{dC1}} + \frac{1}{MTTF_{dC2}}} \right]$$

- **Bsp.:** $MTTF_{dC1} = 3$ Jahre, $MTTF_{dC2} = 100$ a führen zu $MTTF_d = 66$ a

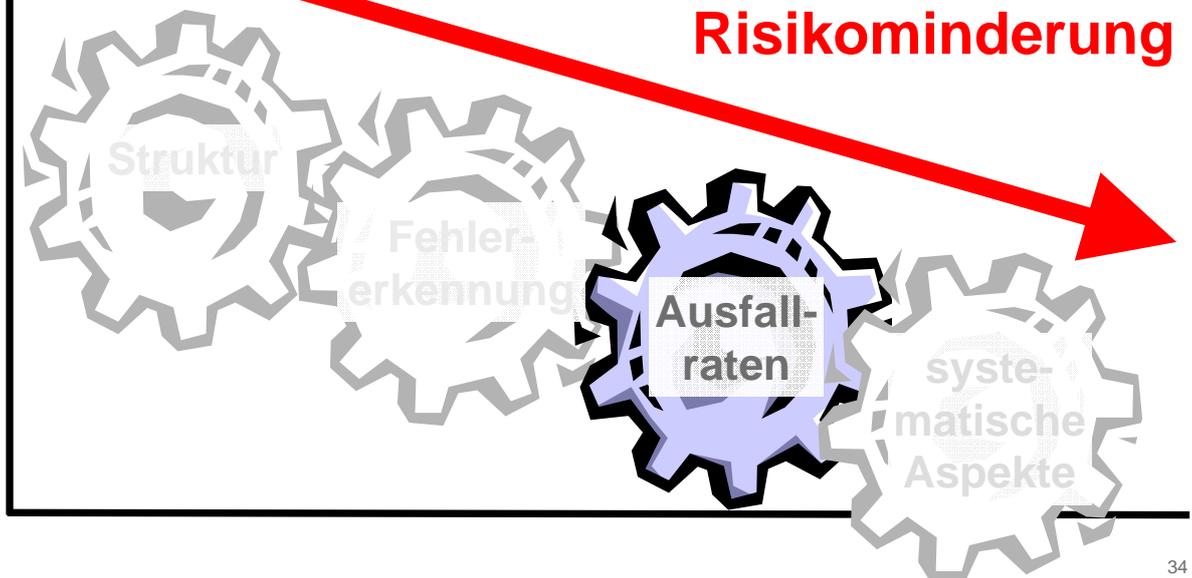


Details zu Ausfallraten

Risiko

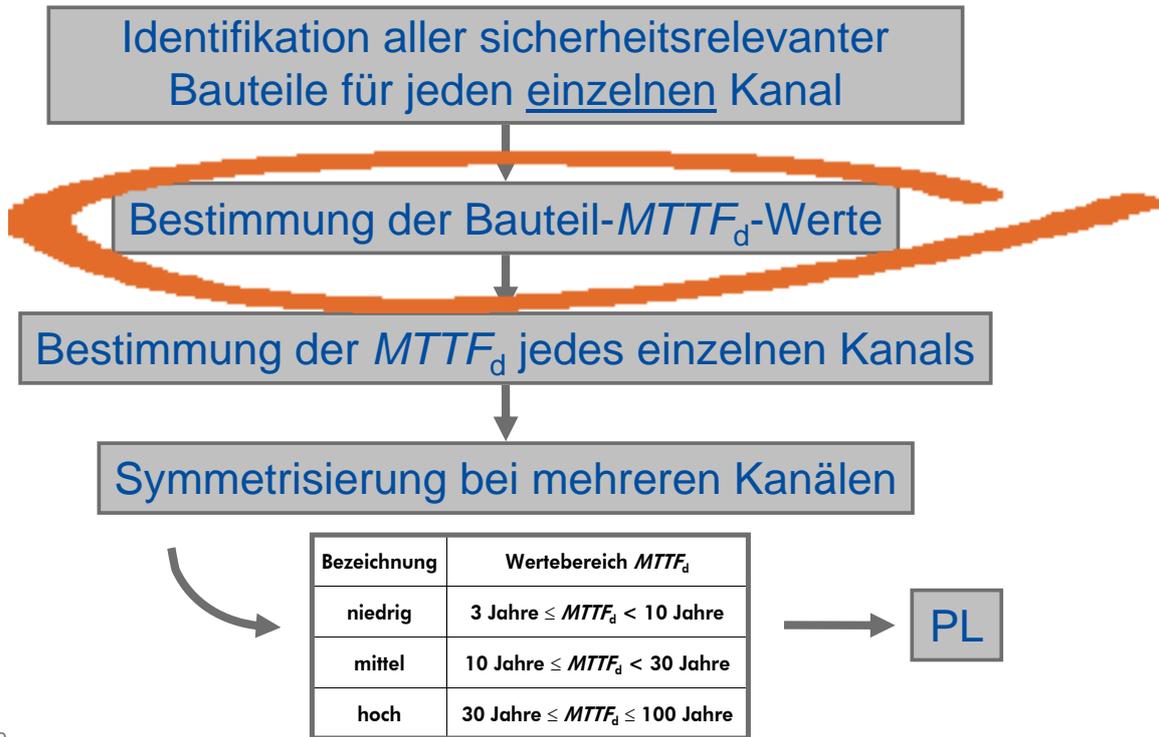
PL

Risikominderung





Bestimmung der $MTTF_d$ pro Kanal



$MTTF_d$ -Werte für einzelne Bauteile

Zur Ermittlung der $MTTF_d$ -Werte der einzelnen Bauteile sind folgende Verfahren in der angegebenen Reihenfolge anzuwenden:

1. Verwendung von Herstellerangaben
2. "Verfahren guter ingenieurmäßiger Praxis" nach Anhang C
3. Setze $MTTF_d = 10 \text{ Jahre}$



MTTF_d für elektrische Bauteile

- Tabellen C.2 bis C.7 nennen typische MTTF_d-Werte für elektrische Bauteile aus SN 29500, z.B.:



Bauteil	Beispiel	MTTF [y] Bauteil	MTTF _d [y] typisch	MTTF _d [y] worst case	gefährliche Ausfälle
Bipolartransistor	TO18, TO92, SOT23	34.247	68.493	6.849	50 %
Suppressordiode		15.981	31.963	3.196	50 %
Kondensator	KS, KP, MKT, MKC...	57.078	114.155	11.416	50 %
Karbon Film Widerstand		114.155	228.311	22.831	50 %
Optokoppler mit Bipolar-Ausgang	SFH 610	7.648	14.840	1.484	50 %



B_{10d}-Konzept für verschleißbehaftete Bauteile

- Berücksichtigung von Verschleiß und Anzahl der Schaltspiele
- Für das Bauteil liefert der **Hersteller** den **B_{10d}-Wert**
(Wert in Schaltspielen, bei dem statistisch 10 % der Stichprobe gefährlich ausgefallen sind)
- Aus der **Anwendung** muss die **mittlere Zeitdauer pro Zyklus** bestimmt werden
- Umrechnung von B_{10d} (Schaltspiele) auf MTTF_d (Jahre):

$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}}$	$n_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op} \cdot 3600 \frac{s}{h}}{t_{cycle}}$ <p><i>n_{op}</i>: mittlere Zahl jährlicher Schaltspiele</p>
---	---



Ausfallraten/ $MTTF_d$ nach Norm

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


**Faktor
50**

 $MTTF_d > 100$ Jahre



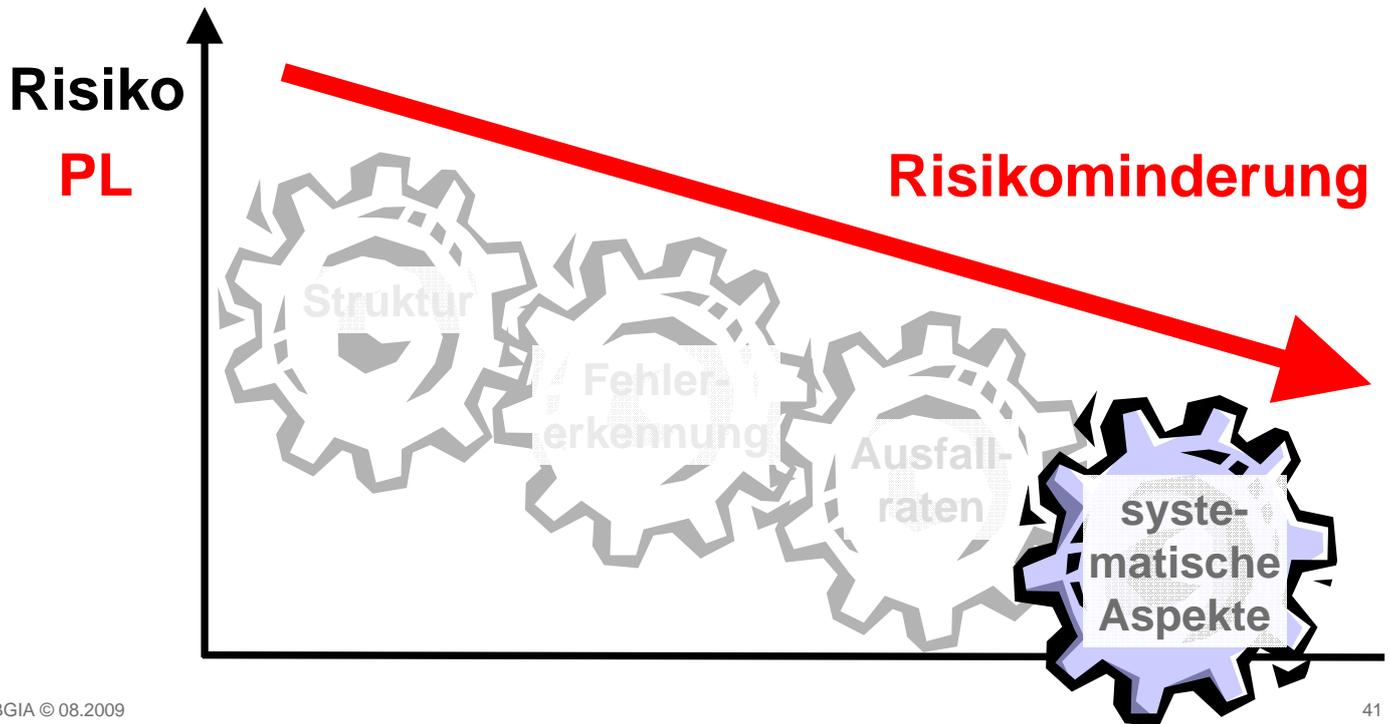
$MTTF_d$ für pneumatische und elektromechanische Bauteile

$T_{cycle} =$	24 h	1 h	1 min	1 s
Pneumatische Bauteile	547.945	22.831	380	6,3
Relais/Hilfsschütz mit geringer Last (mechanische Belastung)	547.945	22.831	380	6,3
Relais/Hilfsschütz (max. Belastung)	10.960	457	7,6	0,1
Schütz (Nennlast)	54.794	2.283	38	0,6
Positionsschalter (mit Zuhaltung)	54.794	2.283	38	0,6
Not-Aus-Einrichtungen (nicht $n_{op\ max}$)	2.739	114	1,9	0,032
Taster (z. B. Freigabetaster)	2.739	114	1,9	0,032

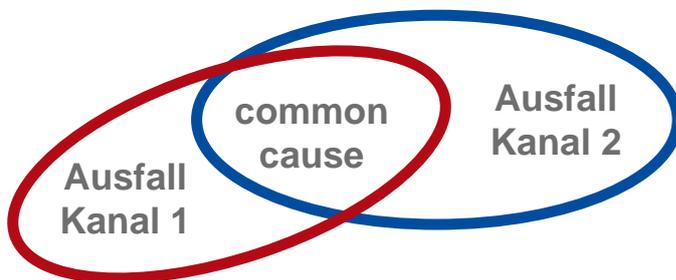
 $MTTF_d > 100$ Jahre



Performance Level als Maß der Risikominderung



Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (CCF)



- Für mehrkanalige Strukturen (Kategorien 2, 3 und 4) werden Maßnahmen gegen CCF gefordert.
- Durch einen Fragenkatalog wird ein sog. Beta-Faktor von maximal 2% berücksichtigt.



Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF)

CCF: Ausfälle verschiedener Teile durch gemeinsame Ursache

Maßnahmenliste mit **Punktesystem** (Maximalsumme: 100 Punkte)

- | | |
|---|-------|
| ■ Trennung der Signalpfade | 15 Pt |
| ■ Diversität | 20 Pt |
| ■ Schutz gegen z. B. Überspannung/Überdruck | 15 Pt |
| ■ Bewährte Bauteile | 5 Pt |
| ■ FMEA | 5 Pt |
| ■ Kompetenz/Training der Entwickler | 5 Pt |
| ■ EMV oder Filterung des Druckmediums
und Schutz gegen Verschmutzung | 25 Pt |
| ■ Temperatur, Feuchte, Schock, Vibration usw. | 10 Pt |



Ziel: mindestens **65 Punkte**



Vermeidung und Beherrschung systematischer Ausfälle

- Systematische Ausfälle haben **deterministische**, nicht zufällige Ursachen und können nur durch Änderungen in Design, Fertigung, Betriebsabläufen o.ä. eliminiert werden.
- Anhang G schlägt Maßnahmen vor:
 - Auswahl aus EN ISO 13849-2
 - Ertüchtigung in Bezug auf umwelttechnische Einflüsse
 - Rechnerische Maßnahmen (Programmüberwachung, Reviews usw.)
 - Sicherung von Datenkommunikation



Anforderungen an Software

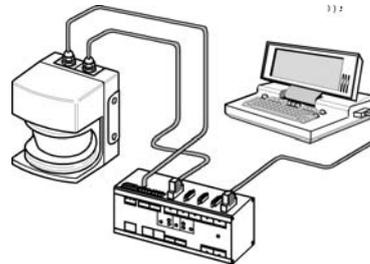
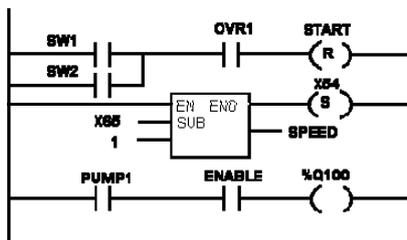
Anwendungs-
software
(SRA-SW)

Embedded
Software
(SRE-SW)

```
public static void main(String[] args) {
    DataRecord inst = new DataRecord();
    inst.setVisible(true);
}

private DataRecord() {
    super();
    // Create a timer.
    timer = new Timer(ONE_SECOND, new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent evt) {
            progressBar.setValue(value);
            if (value == 100) {
                Toolkit.getDefaultToolkit().beep();
                timer.stop();
                jButton1.setEnabled(true);
                setCursor(null); //Turn off the waitcursor
                progressBar.setValue(progressBar.getMinimum());
            }
        }
    });
    initGUI();
}

private void initGUI() {
    try {
        this.setLocation(new java.awt.Point(250, 200));
        this.setSize(420, 305);
        this.addWindowListener(new WindowAdapter() {
            public void windowClosing(WindowEvent evt) {
                shutdown();
            }
        });
    }
}
```



Parametrierung

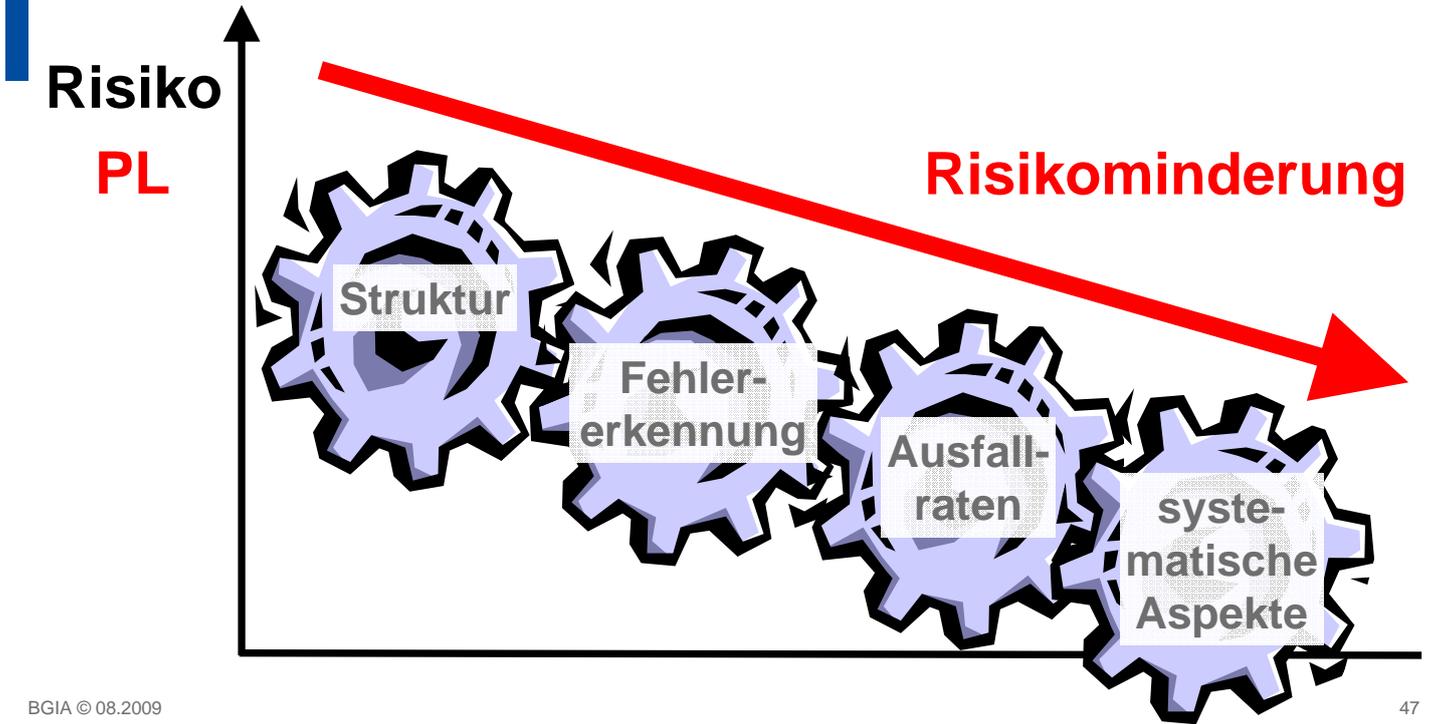


Allgemeine Anforderungen an SRESW/SRASW

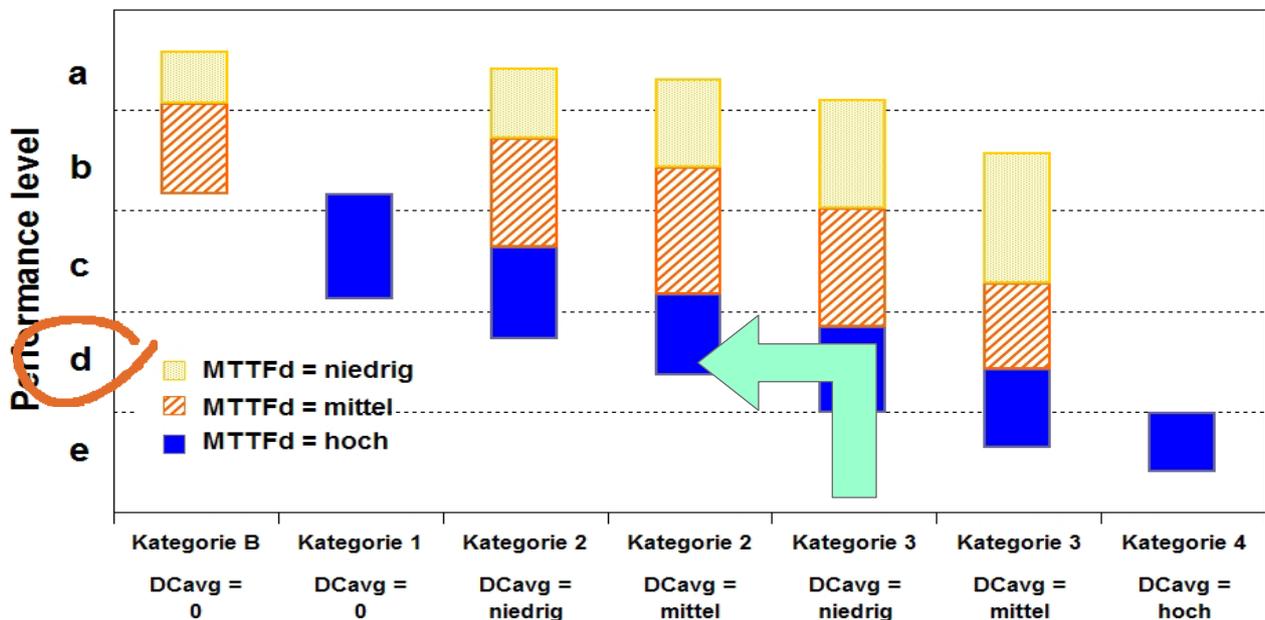
- Software-Sicherheitslebenszyklus mit Verifikation und Validierung gemäß V-Modell
- Dokumentation von Spezifikation und Entwurf
- Bewährte Werkzeuge
- Modularer und strukturierter Entwurf
- Funktionstests
- Geeignete Maßnahmen nach Modifikationen



Wie wird der erreichte PL bestimmt?



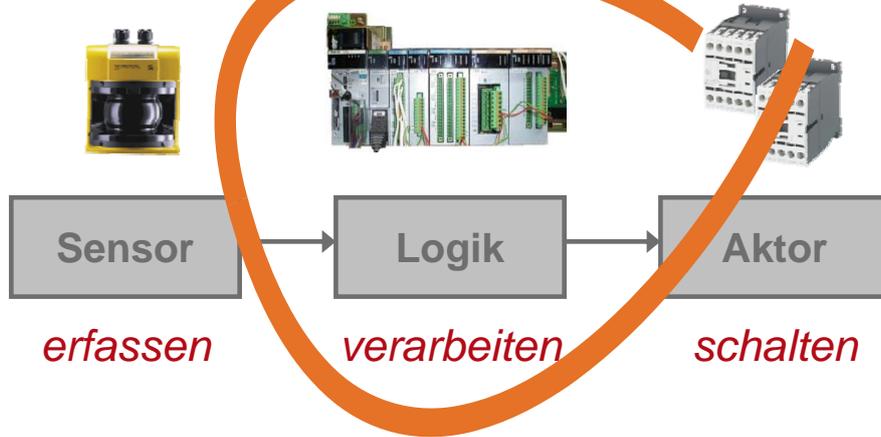
Vereinfachte Bestimmung des Performance-Levels





Worauf wird ein Performance Level angewendet?

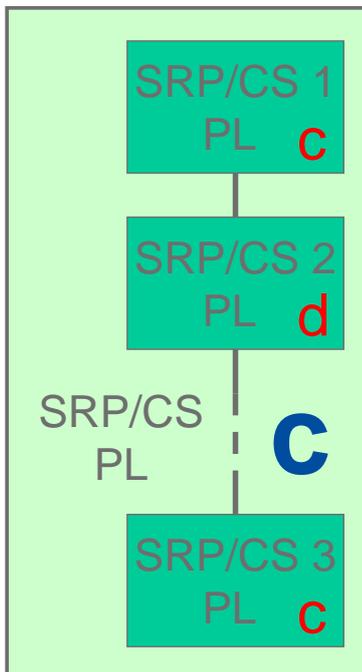
- Sicherheitsfunktionen werden von sicherheitsbezogenen Teilen eines Steuerungssystems (SRP/CS) ausgeführt



Beispiel: Zukauf als fertige Sicherheitsbauteile



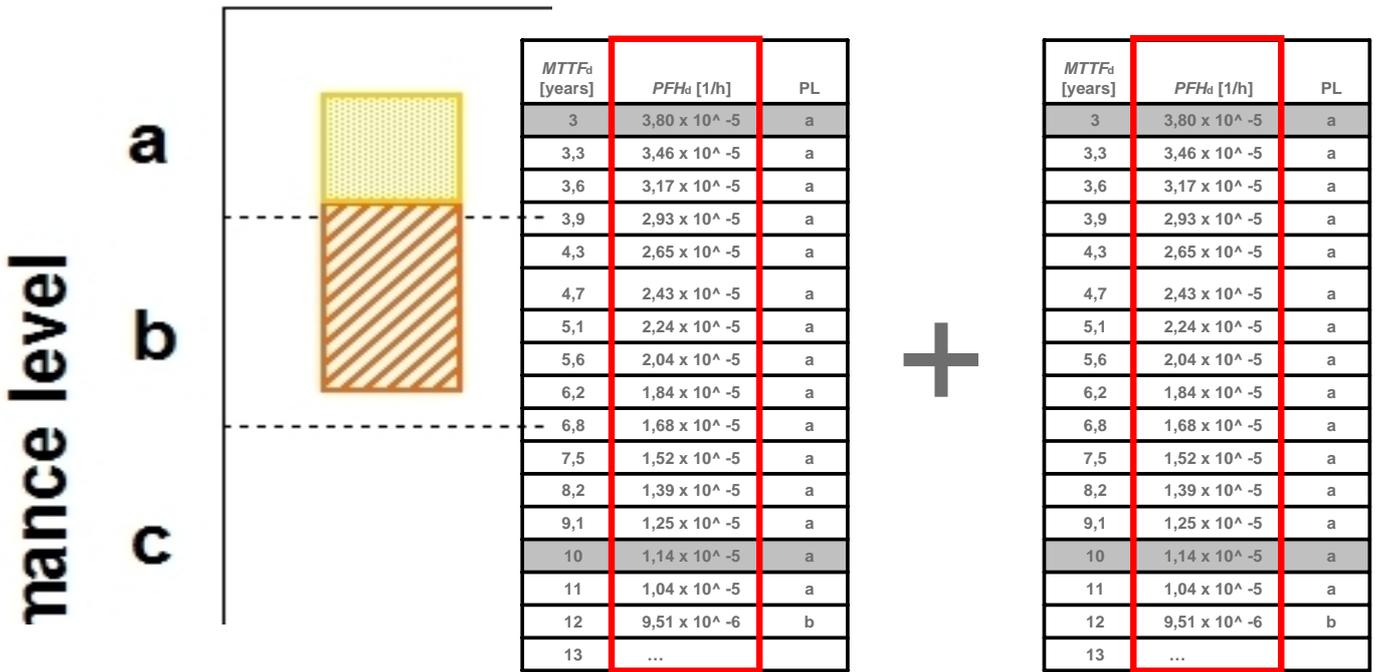
Lineare Kombination von mehreren SRP/CS



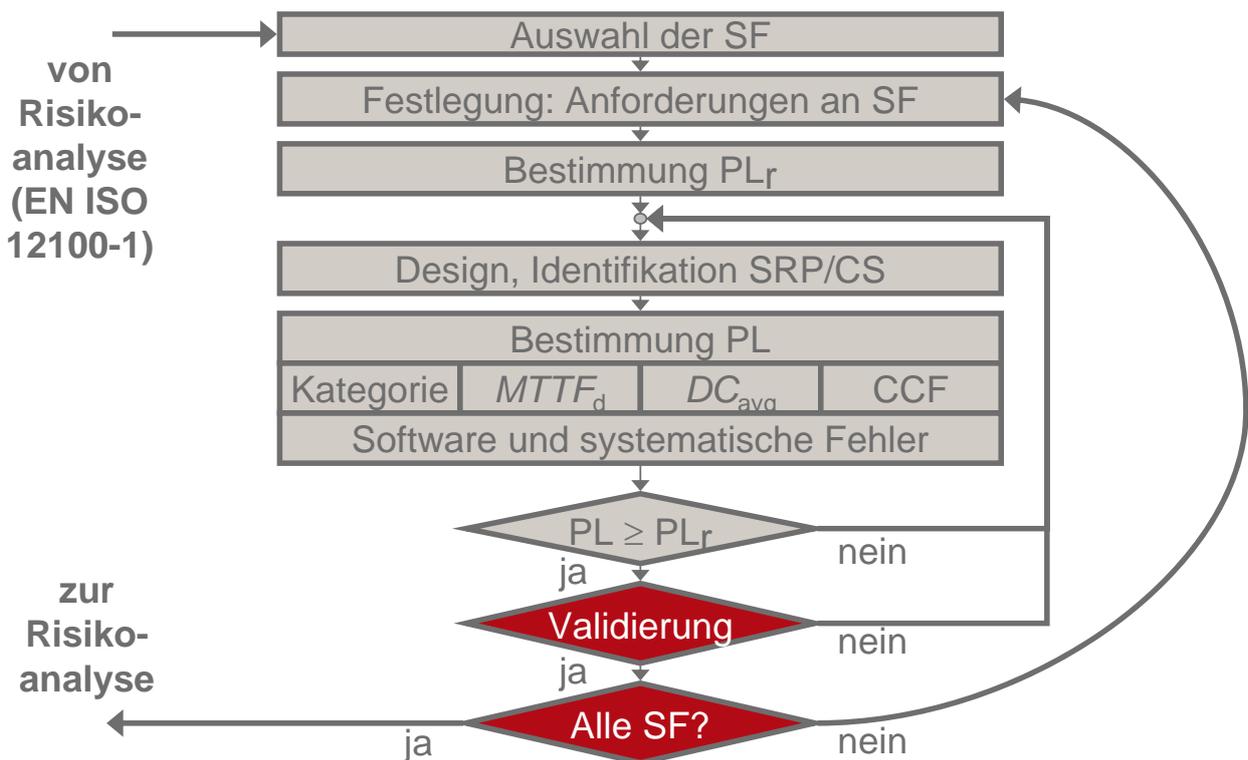
PL low	N low		PL
a	> 3 ≤ 3	=>	none
b	> 2 ≤ 2	=>	a
c	> 2 ≤ 2	=>	b
d	> 3 ≤ 3	=>	c
e	> 3 ≤ 3	=>	d



Alternative: Addition der PFH

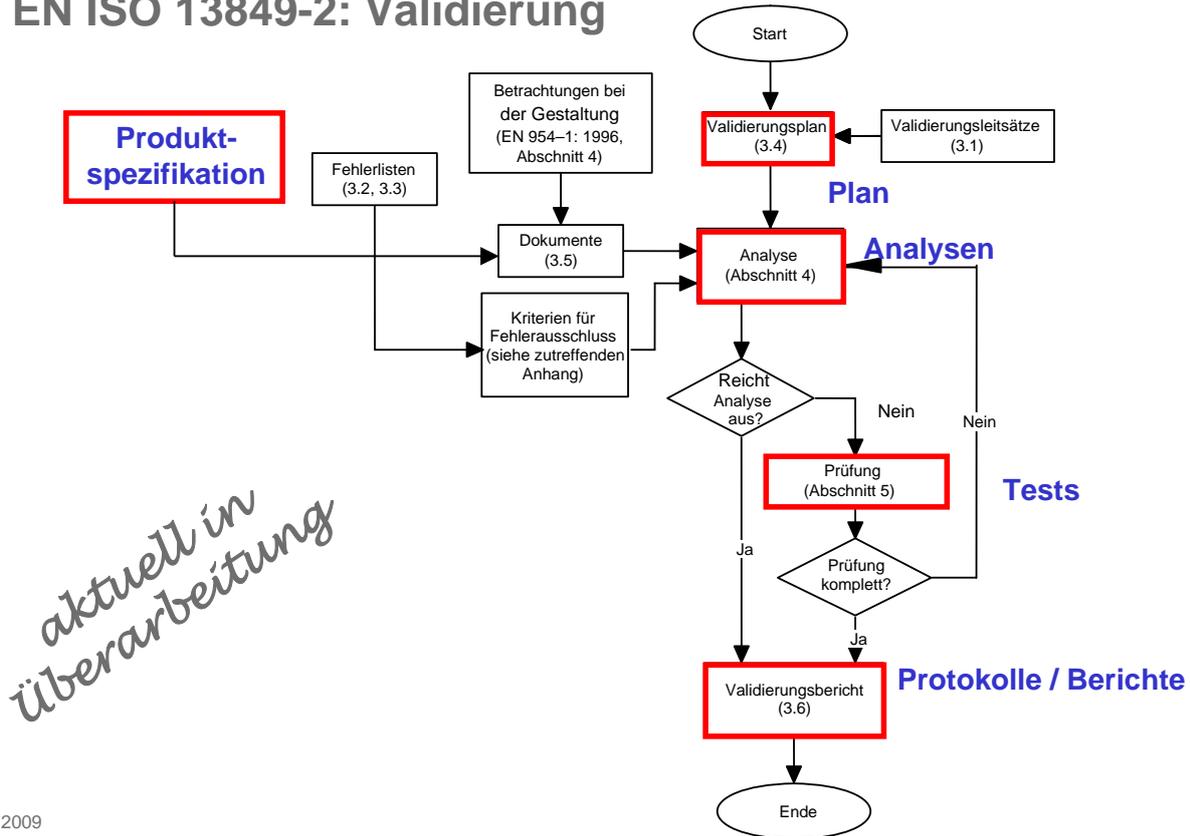


Iterativer Entwurfs- und Entwicklungsprozess





EN ISO 13849-2: Validierung



EN ISO 13849-2: Validierung

Validierung

- durch Analyse
- durch Prüfen
- der Sicherheitsfunktionen
- der Kategorie
- der Umgebungsanforderungen
- der Instandhaltungsanforderungen

Abschnitte 4 bis 9

- Mechanische Systeme
- Pneumatische Systeme
- Hydraulische Systeme
- Elektrische Systeme

Anhänge A bis D

Grundlegende Sicherheitsprinzipien
 Bewährte Sicherheitsprinzipien
 Bewährte Bauteile
 Fehlerlisten



EN ISO 13849-2: Validierung Elektronik (Beispiele)

Tabelle D.1: Grundlegende Sicherheitsprinzipien

Grundlegende Sicherheitsprinzipien	Anmerkungen
Schutz gegen unerwarteten Anlauf	Verhinderung eines unerwarteten Anlaufs, z.B. nach Wiederkehr der Versorgungsspannung (siehe EN 292-2:1991, 3.7.2, EN 1037, EN 60204-1).

Tabelle D.2: Bewährte Sicherheitsprinzipien



Bewährte Sicherheitsprinzipien	Anmerkungen
Kontakte mit Zwangsführung	Verwendung von Kontakten mit Zwangsführung, z.B. für eine Überwachungsfunktion (siehe EN 292-2:1991, 3.5)

Tabelle D.3: Bewährte Bauteile

Bauteile	Bedingungen für die Bewährtheit	Norm oder Spezifikation
Sicherung	-	EN 60269-1

Tabelle D.9: Elektromechanische Bauteile (z.B. Relais/Schütz)



Fehler	Fehlerausschluss	Anmerkungen
Kontakt öffnet nicht	Nein	-

Tabelle D.21: Programmierbare und komplexe integrierte Schaltkreise

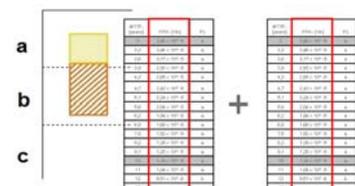
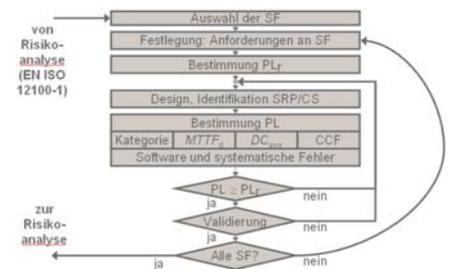


Fehler	Fehlerausschluss	Anmerkungen
Ausfall der Gesamt- oder Teilfunktion	Nein	-



Zusammenfassung

- Entwurf und technische Realisierung als iterativer Prozess
 - für alle Gefährdungen
 - für alle Sicherheitsfunktionen
 - erforderlicher Performance Level PL_r
 - Performance Level PL (Kategorie, $MTTF_d$, DC, CCF)
 - systematische Ausfälle
 - Validierung
- Kombination von SRP/CS





- 1 Einleitung
- 2 Normative Anforderungen im Detail
- 3 Relevanz



Fahrplan





C 241/27: Amtsblatt der Europäischen Union vom 20.09.2008 Harmonisierte Normen der Richtlinie 98/37/EG (Korrektur)

Europäische Normungsorganisation (1)	Referenz und Titel der Norm (und Referenzdokument)	Erste Veröffentlichung im Amtsblatt	Referenz der ersetzten Norm	Datum der Beendigung der Annahme der Konformitätsvermutung für die ersetzte Norm Anmerkung 1
--------------------------------------	--	-------------------------------------	-----------------------------	---

muss es heißen:

„CEN	EN ISO 13849-1:2008 Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2006)	Dies ist die erste Veröffentlichung	EN ISO 13849-1:2006 EN 954-1:1996	28.12.2009
CEN	EN ISO 13849-2:2008 Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2003)	Dies ist die erste Veröffentlichung	EN ISO 13849-2:2003	28.12.2009



Wie wichtig sind Zahlen?

Was hat sich gegenüber EN 954-1 geändert?

- $MTTF_d$ und DC konkretisieren die Anforderungen zur Risikominderung
- Bisherige Kategorien sind um quantitative Aspekte ergänzt
- Anforderungen zu sicherheitsbezogener Software

Genau so wichtig wie vorher:

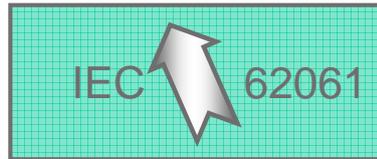
- Den sicheren Zustand eindeutig definieren
- Schnell genug abschalten in Gefährdungssituationen
- Kein ungewolltes Einschalten
- ...



Normensituation: Funktionale Sicherheit



Elektrik
Hydraulik
Pneumatik
Mechanik



Elektrik
Elektronik
programm. Elek.
(E/E/PE)



Sicherheits-Integritätslevel: Ausfallgrenzwerte

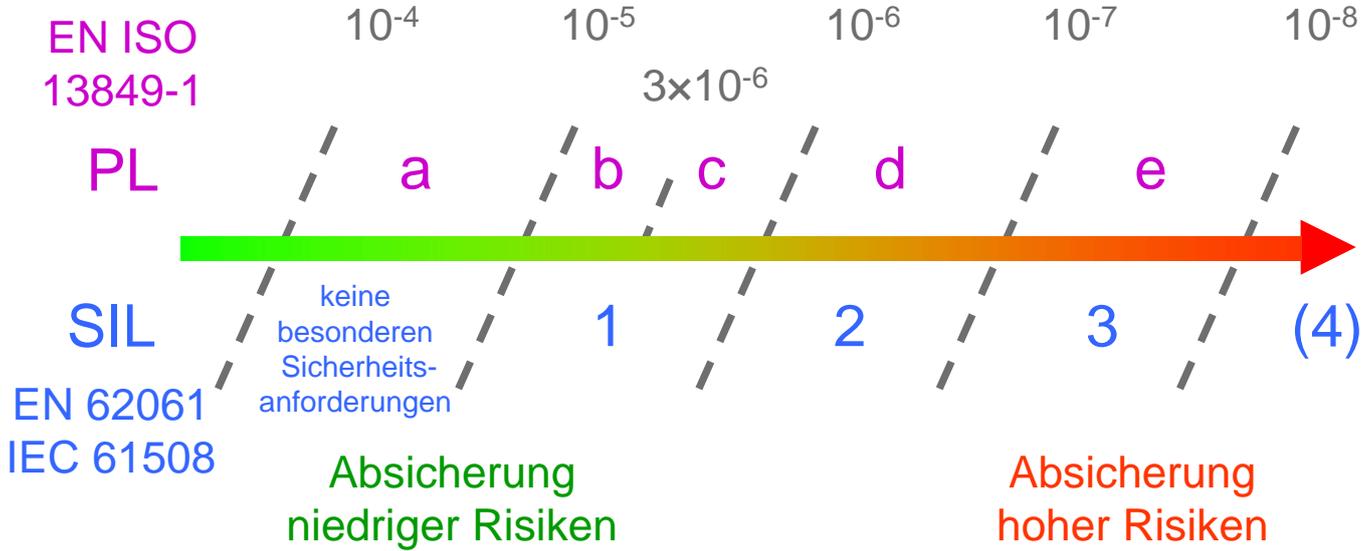
Sicherheits-Integritätslevel SIL	niedrige Anforderungsrate mittlere Wahrscheinlichkeit, die entworfene Funktion auf Anforderung nicht auszuführen	hohe Anforderungsrate bzw. kontinuierliche Anforderung mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde
4	$\geq 10^{-1}$ bis $< 10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ bis $< 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-4}$ bis $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ bis $< 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-3}$ bis $< 10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ bis $< 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-2}$ bis $< 10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ bis $< 10^{-5}$

Im Maschinenschutz nur SIL 1 bis SIL 3



Definition SIL (hohe/kont. Anforderung) & Beziehung zum PL

Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde (PFH)



Kostenlose Hilfsmittel zur Anwendung der DIN EN ISO 13849-1

- Neuer BGIA-Report
 - Einführung und Hinweise zur Norm
 - als Lehrbuch und Nachschlagewerk gedacht
 - 38 mit SISTEMA berechnete Schaltungsbeispiele
- Softwaretool SISTEMA
 - dynamische Bestimmung des PL
 - Option DC-Zwischenstufen
 - Hersteller-Datenbanken im Aufbau
- Download www.dguv.de/bgia/13849

