

Funktionale Sicherheit für Maschinen- und Anlagenhersteller

Online Symposium

Agenda

1 Sicherheitstechnik
Wie & Warum?

2 Risikobeurteilung

3 Risikominderung

4 Nachweis



Disclaimer



© Siemens 2020

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Alle Produktbezeichnungen können Marken oder sonstige Rechte der Siemens AG, ihrer verbundenen Unternehmen oder dritter Gesellschaften sein, deren Benutzung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte der jeweiligen Inhaber verletzen kann.

Sicherheit – bei SIEMENS schon immer ein zentrales Thema

**„Das Verhüten von Unfällen darf nicht
als eine Vorschrift des Gesetzes
aufgefasst werden,
sondern als ein Gebot
menschlicher Verpflichtung und
wirtschaftlicher Vernunft.“**

Werner von Siemens, 1880



Funktionale Sicherheit als integraler Bestandteil jeder Maschine

Viele Millionen Menschen

Nach Schätzungen der IAO sterben weltweit jährlich rund **2,2 Millionen Menschen** an Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten. Durch arbeitsbedingte Ursachen erleiden ca. **270 Millionen Menschen** ernste Verletzungen, weitere **160 Millionen Menschen** erkranken.

Die IAO schätzt, dass die **Gesamtkosten solcher Unfälle** und Erkrankungen etwa **4 Prozent des weltweiten Bruttoinlandsprodukts** ausmachen

4 % des Bruttoinlandsprodukts



Es gibt **gesetzliche Regelungen**,
die dazu verpflichten.

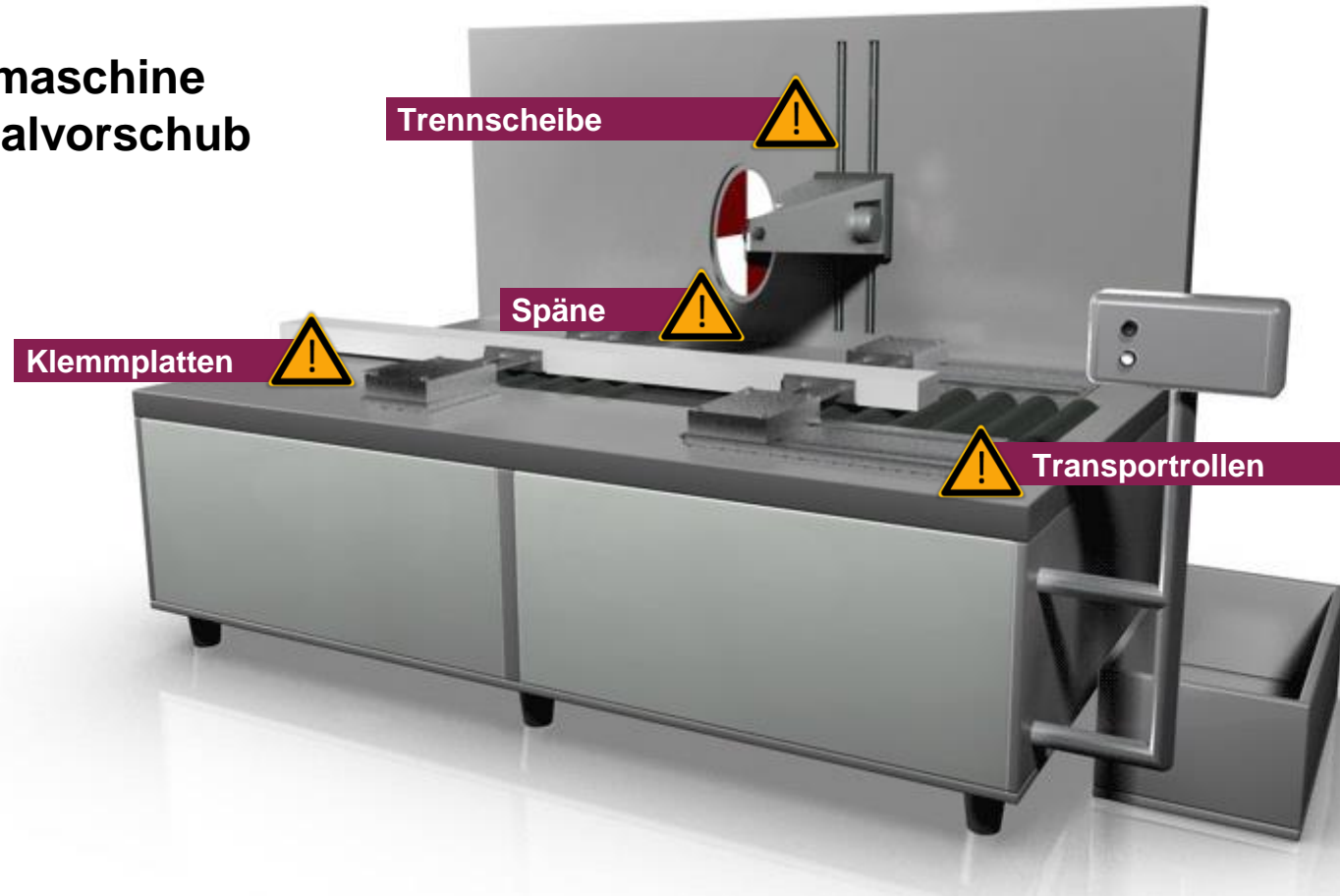
In jeder Lebensphase einer Maschine oder Anlage entstehen sicherheitstechnische Aufgaben und Verantwortungen

Rechtliche Situation

Der Hersteller		Der Betreiber	Der NEUE Hersteller
Design & Konzepte		Betrieb, Wartung & Instandhaltung	Modernisierung & Upgrade
Fertigung & Engineering	Installation & Inbetriebnahme		
Der Hersteller einer Maschine oder Anlage ist alleine für die Umsetzung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG verantwortlich.		Nach dem Inverkehrbringen der Maschine, übernimmt der Betreiber die weitere Verantwortung .	Bei Erweiterung, Retrofit oder Änderung des Verwendungszwecks übernimmt der Generalunternehmer die Verantwortung für den Umbau. Hier gilt das Interpretationspapier zum Thema " Wesentliche Veränderung von Maschinen "
Maschine EG-Konformitätserklärung (CE-Kennzeichnung)	Unvollständige Maschine EG-Einbauerklärung	Hier gilt die Betriebssicherheitsverordnung	
Wenn der Hersteller Untertierlieferanten hat, müssen die Aufgaben, Verantwortungen und vor allem die Dokumentation klar geregelt werden.			

Beginnen wir mit einem Beispiel

Schneidemaschine mit Materialvorschub

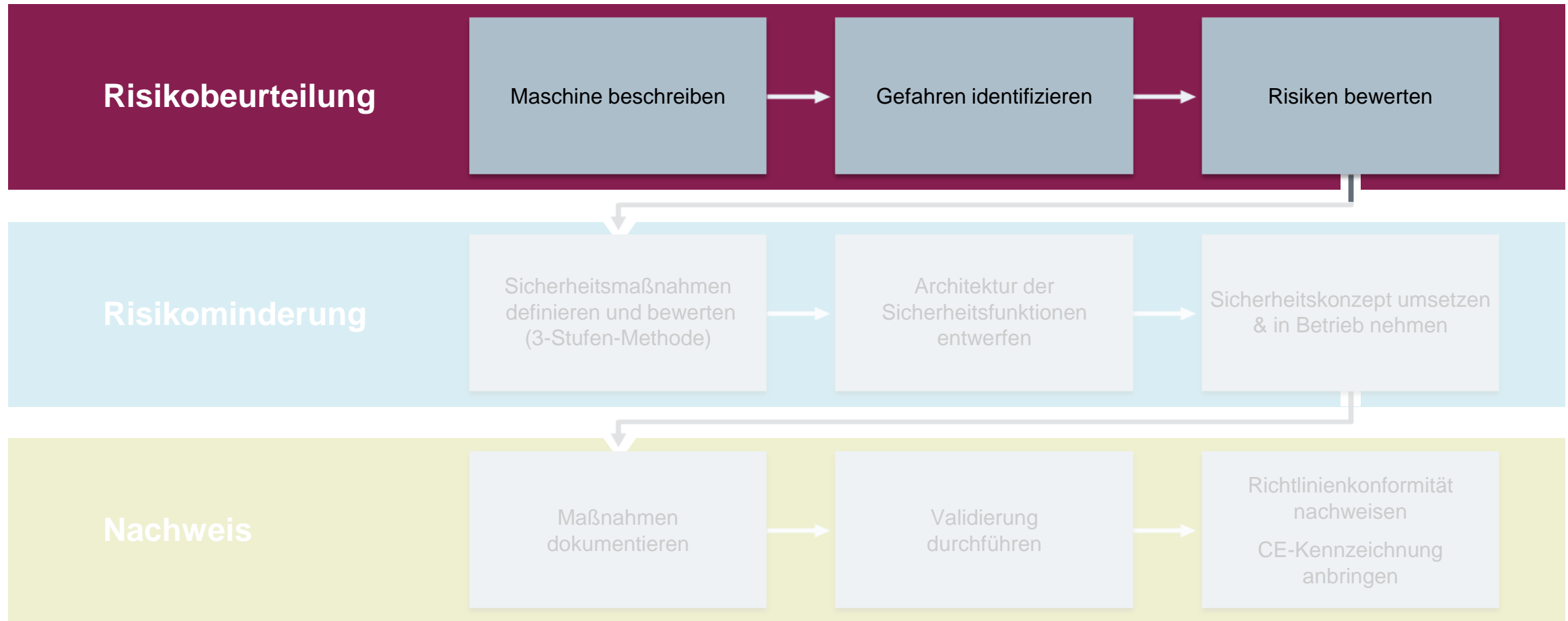


Auf dem Weg zur sicheren Maschine

Die drei Prozessphasen

Die notwendigen Phasen auf dem Weg zur sicheren Maschine lassen sich mit einer Prozesskette abbilden





Schritt 1 Maschine beschreiben

Grenzen der Maschine festlegen

Beispielhafter Auszug aus der Beschreibung der Maschine

Verwendungszweck

- Maschine zum Schneiden von Massivholz oder holzähnlichem Material bis maximal 150 mm x 150 mm
- Durchmesser der Trennscheibe maximal 600 mm

Verwendungsgrenzen

- Anschluss: 400 V 3 ~ 50 Hz
- Aufstellfläche der Maschine im Innenbereich
- Temperaturbereich: -15°C bis + 50 °C

Nutzergruppe

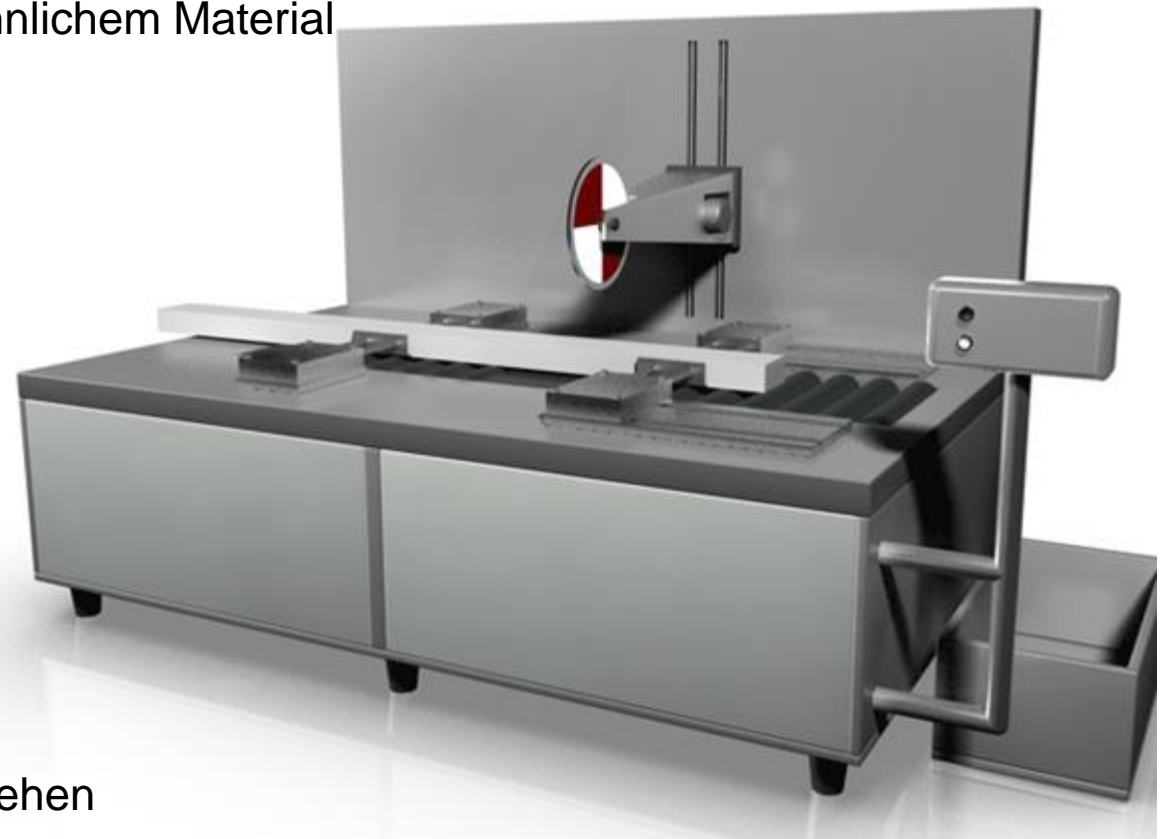
- Nur Fachpersonal, keine Laien
- Azubis nur unter Aufsicht von Fachpersonal

Zeitliche Grenzen

- 150.000 Betriebsstunden

Räumliche Grenzen


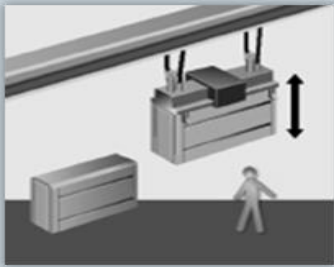

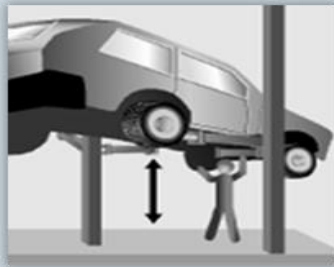

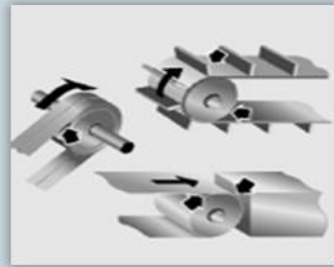
- Ladehilfen sind nicht Bestandteil der Maschine
- Platzbedarf von Menschen, die mit der Maschine umgehen



Schritt 2 Gefahren Identifizieren

Mögliche Gefährdungen (Auszug) nach EN ISO 12100

Risikobeurteilung

Schneiden	Herabfallen	Bewegung	Schwerkraft	Annäherung	Drehung
 <ul style="list-style-type: none"> • Einschneiden • Abschneiden 	 <ul style="list-style-type: none"> • Quetschen • Stoßen 	 <ul style="list-style-type: none"> • Quetschen • Stoßen • Scheren 	 <ul style="list-style-type: none"> • Quetschen • Stoßen • Stauchen 	 <ul style="list-style-type: none"> • Quetschen • Stoßen 	 <ul style="list-style-type: none"> • Einziehen • Reiben • Abschürfen • Quetschen

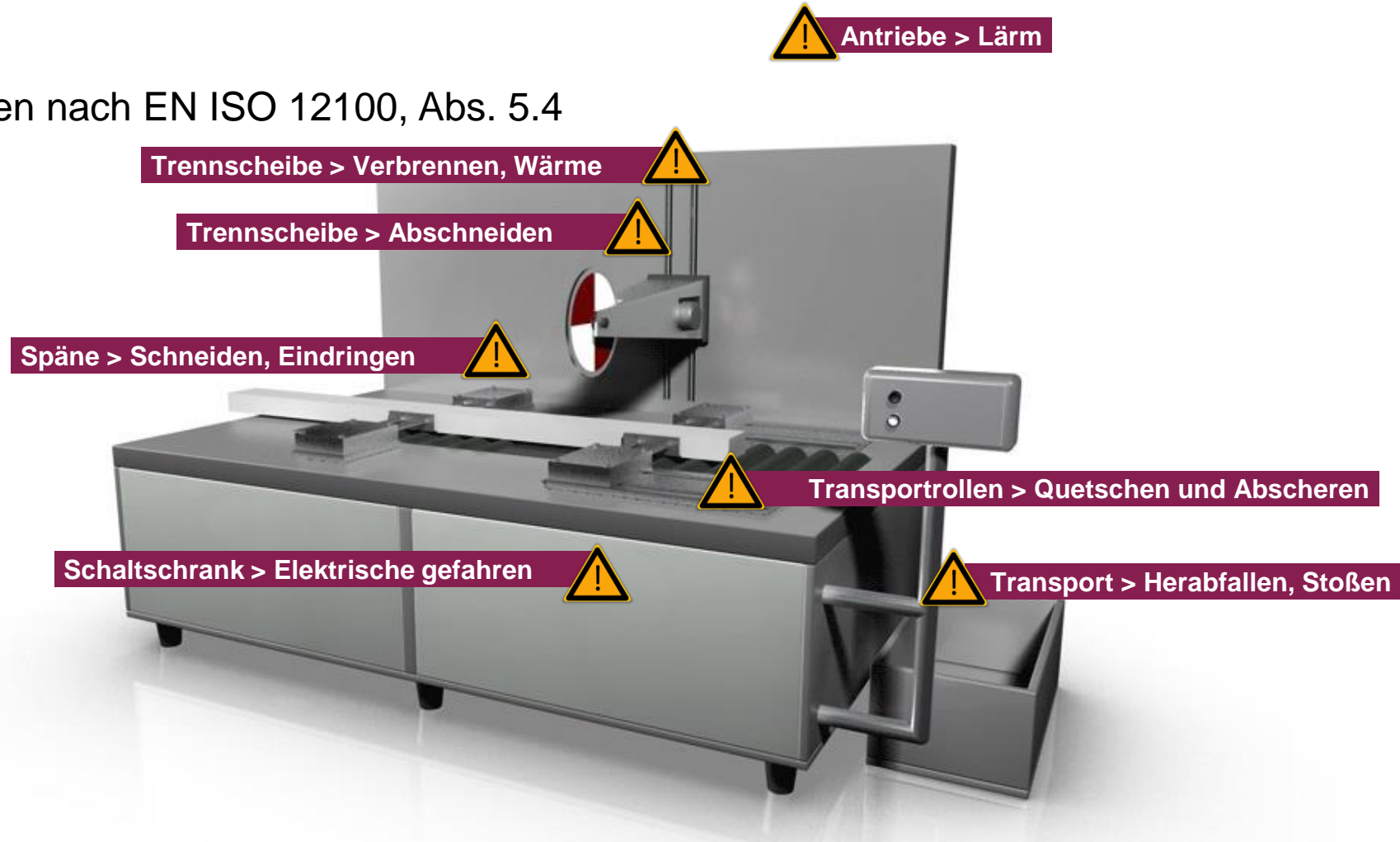
- Lebensphasen
- Betriebsarten

Identifizieren Sie systematisch **alle vernünftigerweise vorhersehbaren Gefährdungen** in sämtlichen Lebensphasen und Betriebsarten der Maschine.

Schritt 2 Gefahren Identifizieren

Gefahrenstellen der Beispielmachine

Vorgehen nach EN ISO 12100, Abs. 5.4



Schritt 2 Gefahren Identifizieren in Abhängigkeit der Lebensphasen und Betriebsarten

Gefährdungen nach EN ISO 12100:2010										
Lebensphase/ Betriebsart	Mechanisch	Elektrisch	Thermisch	Lärm	Schwingungen	Strahlung	Substanzen	Ergonomie	Umgebung	Kombination
Transport										
Zusammenbau										
Installation										
Betrieb										
Inbetriebnahme										
Betriebsart 1										
Betriebsart 2										
Wartung										
Betriebsart 3										
Betriebsart 4										
Demontage										

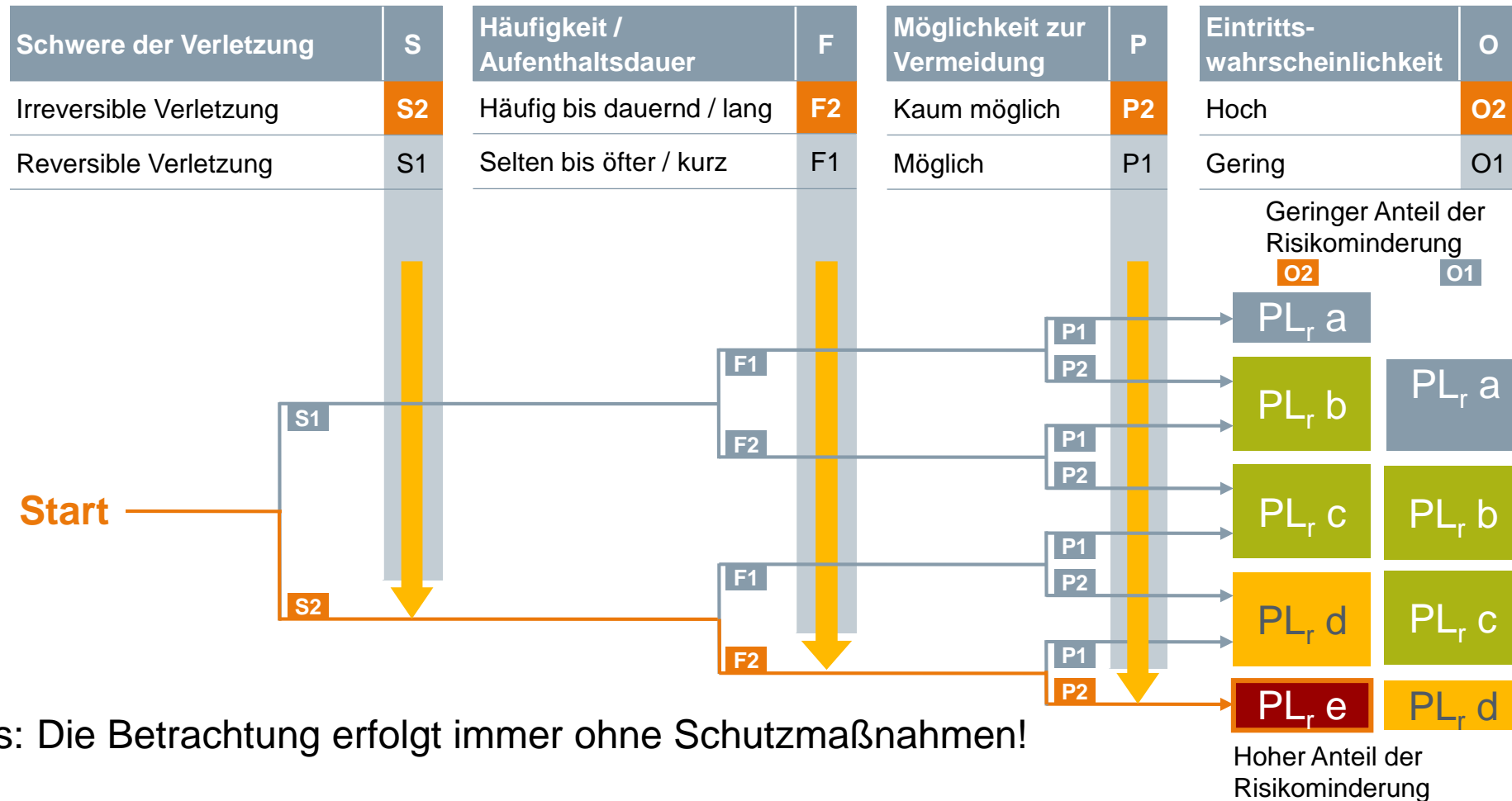
**Gegebenenfalls abhängig
von Betriebsart bewerten**

Schritt 2 Gefahren Identifizieren anhand der Beispielanlage

Gefährdungen nach EN ISO 12100:2010										
Lebensphase/ Betriebsart	Mechanisch	Elektrisch	Thermisch	Lärm	Schwingungen	Strahlung	Substanzen	Ergonomie	Umgebung	Kombination
Transport										
Zusammenbau	X	X					X			
Installation										
Betrieb										
Inbetriebnahme										
Automatik	X		X	X			X	X		
Einrichten	X		X	X			X			
Wartung										
Instand Halten	X	X					X			
Fehler beseitigen	X	X	X				X			
Demontage										
	X						X			

Gefahren als Risiko bewerten

Performance Level nach ISO 13849-1



Gefahren als Risiko bewerten

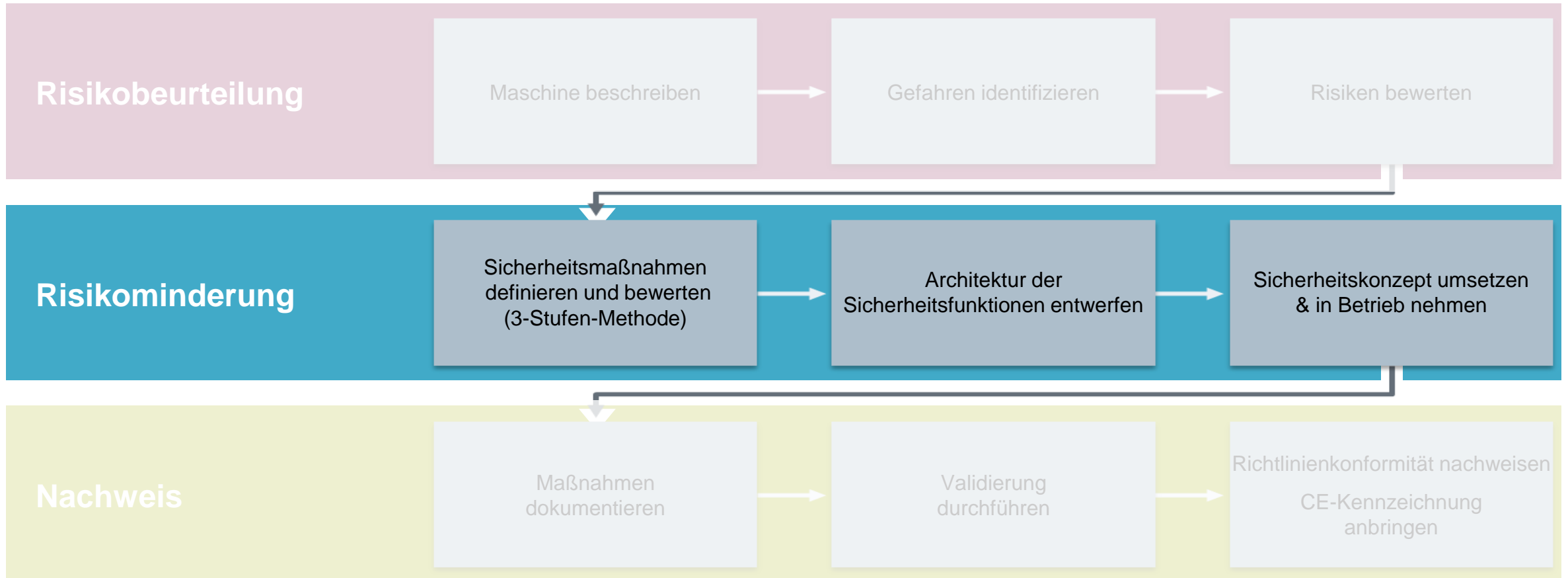
Safety Integrity Level IEC 62061

Klasse =

Häufigkeit / Aufenthaltsdauer	F	+	Wahrscheinlichkeit des Auftretens	W	+	Möglichkeit der Vermeidung	P
≥ 1 pro h	5		Häufig	5		Unmöglich	5
< 1 pro h bis ≥ pro Tag	5		Wahrscheinlich	4		Möglich	3
< 1 pro Tag bis ≥ pro 14 Tage	4		Möglich	3		Wahrscheinlich	1
< 1 pro 14 Tage bis ≥ pro Jahr	3		Selten	2			
< 1 pro Jahr	2		Vernachlässigbar	1			

Schwere der Verletzung	S	Klasse K = F + W + P				
		3-4	5 bis 7	8 bis 10	11 bis 13	14 bis 15
Irreversibel: Tod, Verlust von Auge o. Arm	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Irreversibel: Permanent, Verlust von Fingern	3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
Reversibel: Behandlung durch Arzt erforderlich	2				SIL 1	SIL 2
Reversibel: Erste Hilfe erforderlich	1					SIL 1

Hinweis: Die Betrachtung erfolgt immer ohne Schutzmaßnahmen!



Risikominimierung

Was ist ein Risiko



Risikobetrachtung nach Nohl

Am Beispiel Gefahr durch Sägeblatt im Automatikbetrieb

Gefahr durch Sägeblatt	Eintrittswahrscheinlichkeit			
	A Sehr wahrscheinlich	B Wahrscheinlich	C Unwahrscheinlich	D Entfernt vorstellbar
4 Irreversibel: - Tod - Verlust eines Auges - Verlust eines Arms	4A			
3 Irreversibel: - Gebrochene Gliedmaßen - Verlust von Fingern				
2 Reversibel: Behandlung durch Mediziner erforderlich				
1 Reversibel: Erste Hilfe erforderlich				

Risikobewertung durch Team

Hinweis: Die erste Betrachtung erfolgt immer ohne Schutzmaßnahmen!

Risikominderung

Begriff „Risikobeurteilung“ anstelle von „Gefahrenanalyse“

3-Stufen Methode nach EN ISO 12100 als „iterativer Prozess“

Sichere Konstruktion

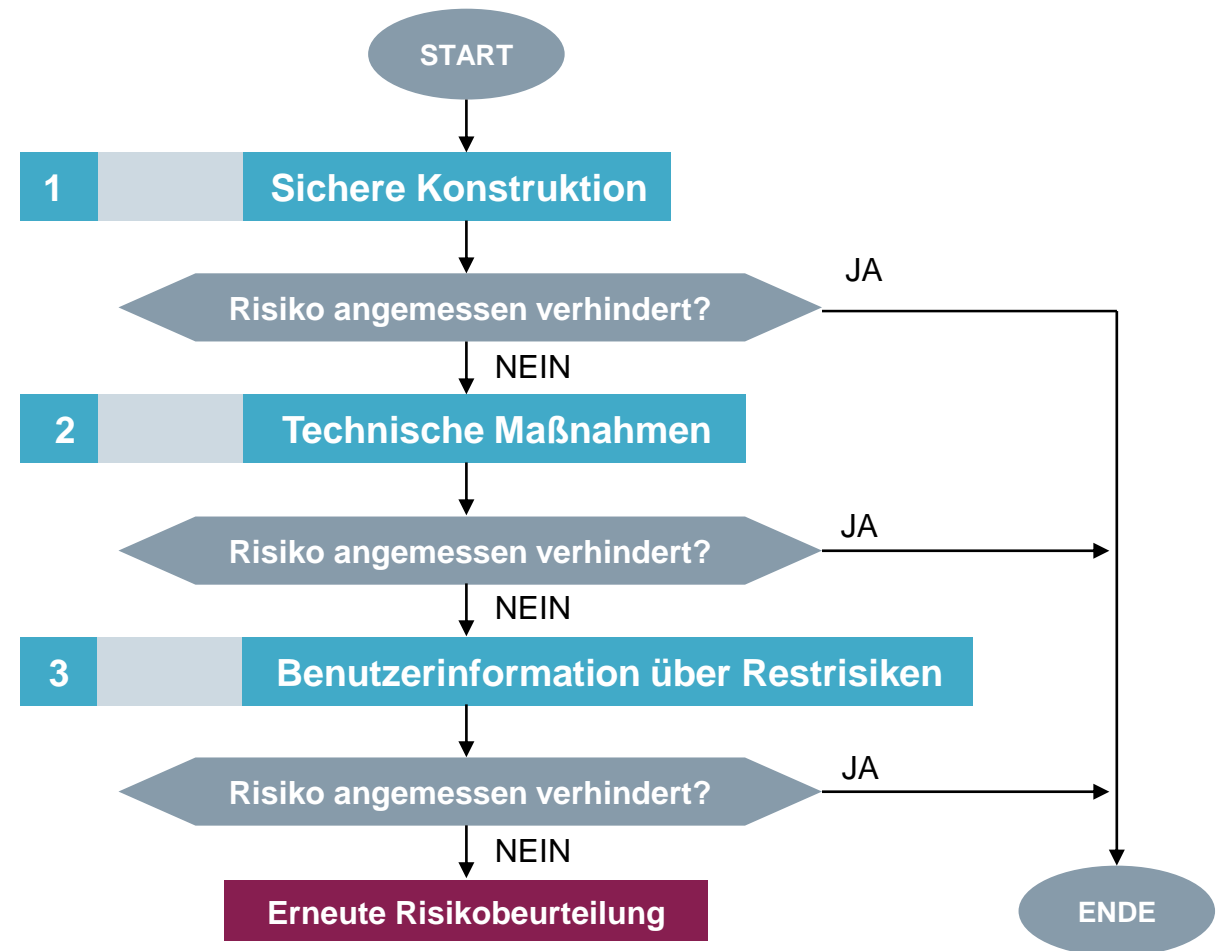
- die Gefährdung wurde beseitigt oder
- das Risiko durch konstruktive Maßnahmen oder
- Ersatz durch weniger gefährliche Materialien und Stoffe oder
- durch die Anwendung ergonomischer Grundsätze vermindert.

Technische Schutzmaßnahmen

Das Risiko wurde durch die Anwendung technischer und ergänzender Schutzmaßnahmen einer Art vermindert.
(Bei bestimmungsgemäßer Verwendung / vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlbedienung)
→ „Sicherheitsfunktionen“

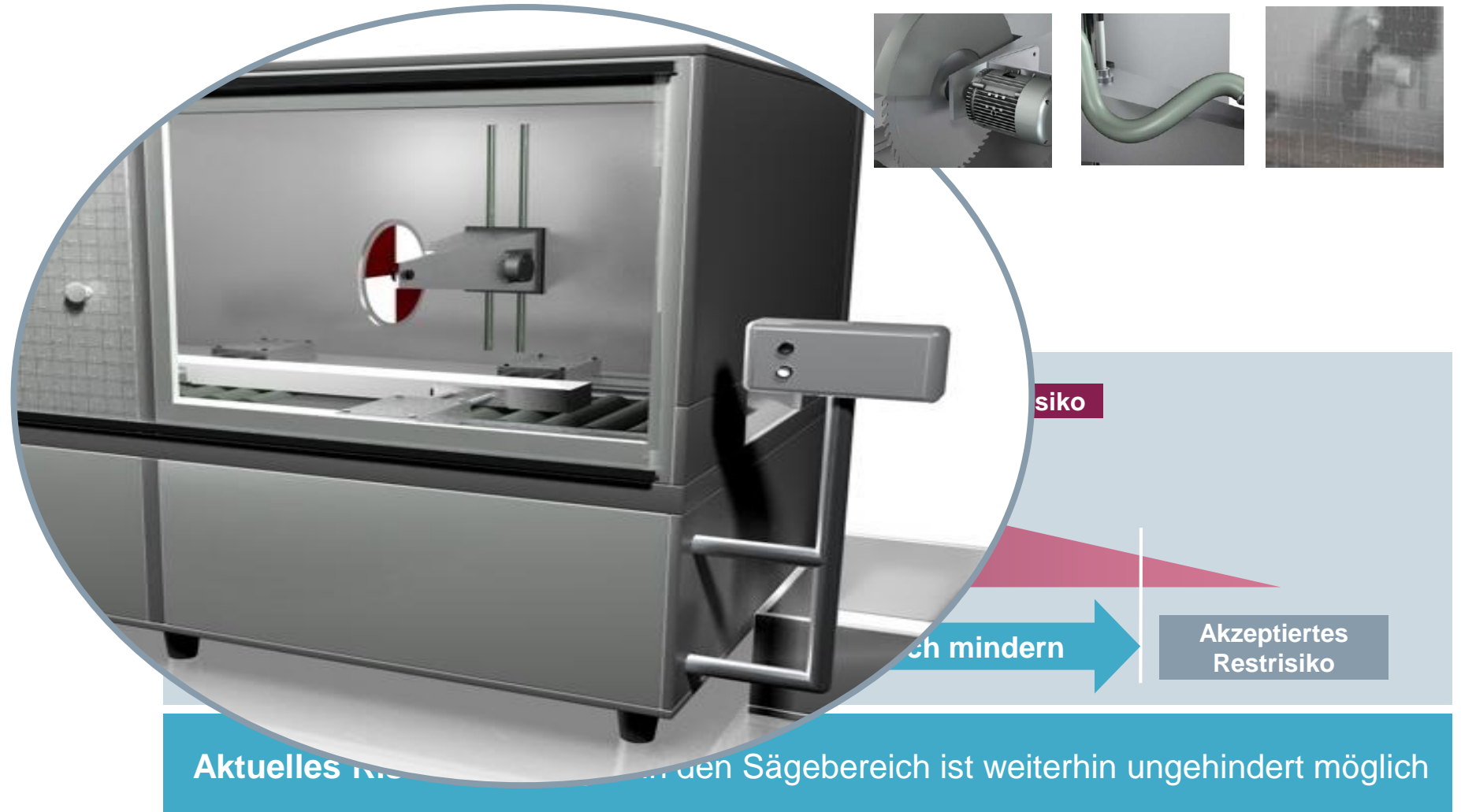
Benutzerinfo und organisatorische Maßnahmen

Falls die Anwendung technischer oder ergänzender Schutzmaßnahmen nicht durchführbar ist oder das Risiko nicht hinreichend vermindert, muss die Benutzerinfo einen Hinweis auf jegliches Restrisiko enthalten.



Risikominderung Sägeblattschutz, Absaugeinrichtung, Schutztür (nicht überwacht)

SIEMENS
Ingenuity for life

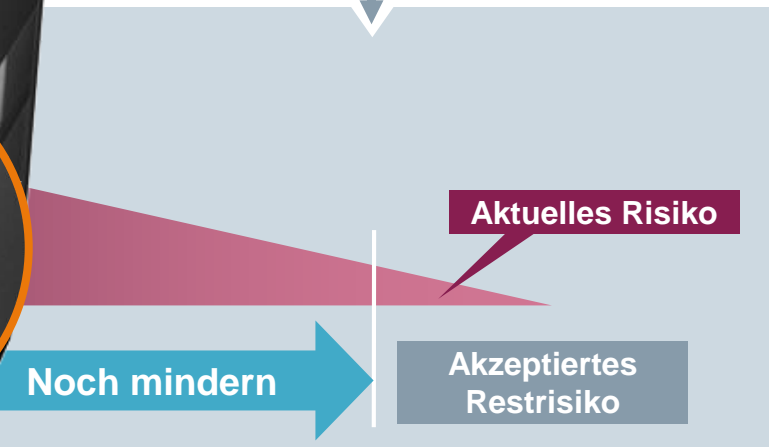


Risiko erneut beurteilen

Gefahr durch Sägeblatt	Eintrittswahrscheinlichkeit			
	A Sehr wahrscheinlich	B Wahrscheinlich	C Unwahrscheinlich	D Entfernt vorstellbar
4 Irreversibel: - Tod - Verlust eines Auges - Verlust eines Arms	4A	4B		
3 Irreversibel: - Gebrochene Gliedmaßen - Verlust von Fingern				
2 Reversibel: Behandlung durch Mediziner erforderlich				
1 Reversibel: Erste Hilfe erforderlich				

Risikominderung durch sichere Konstruktion

Risikominderung Schutztür Überwachung → abschalten aller Antriebe, Nothalt



Aktuelles Risiko: Sägeblätter sind immer noch heiß und scharf

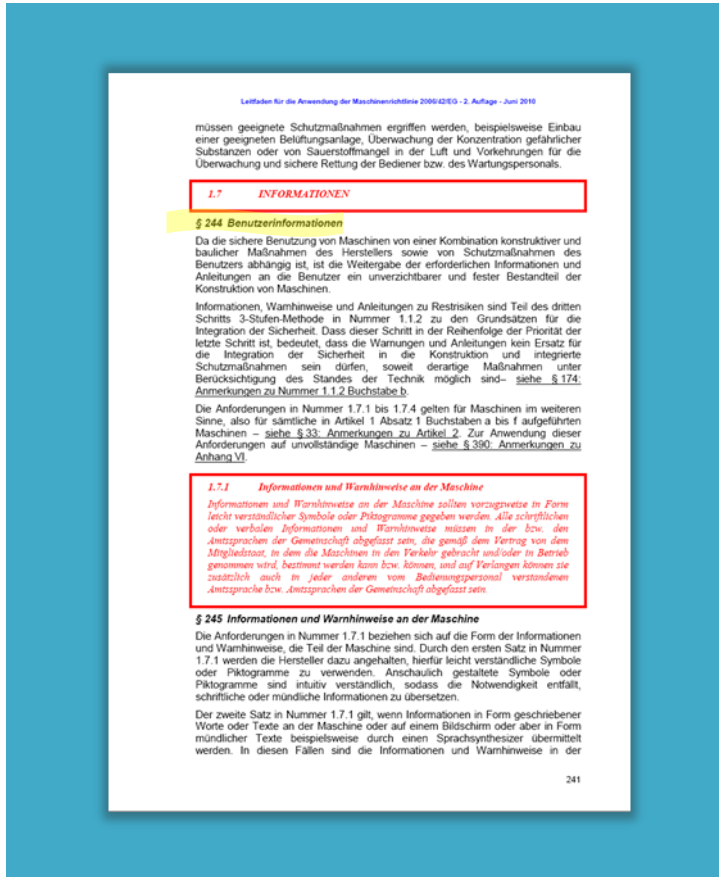
Risiko erneut beurteilen

Gefahr durch Sägeblatt	Eintrittswahrscheinlichkeit			
	A Sehr wahrscheinlich	B Wahrscheinlich	C Unwahrscheinlich	D Entfernt vorstellbar
4 Irreversibel: - Tod - Verlust eines Auges - Verlust eines Arms		4B		
3 Irreversibel: - Gebrochene Gliedmaßen - Verlust von Fingern				
2 Reversibel: Behandlung durch Mediziner erforderlich			2C	
1 Reversibel: Erste Hilfe erforderlich				

Risikominderung durch technische Schutzmaßnahme

Benutzerinformation über Restrisiken

Auszug aus Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie



Das Erstellen der Benutzerinformation ist ein integraler Bestandteil der Konstruktion einer Maschine.

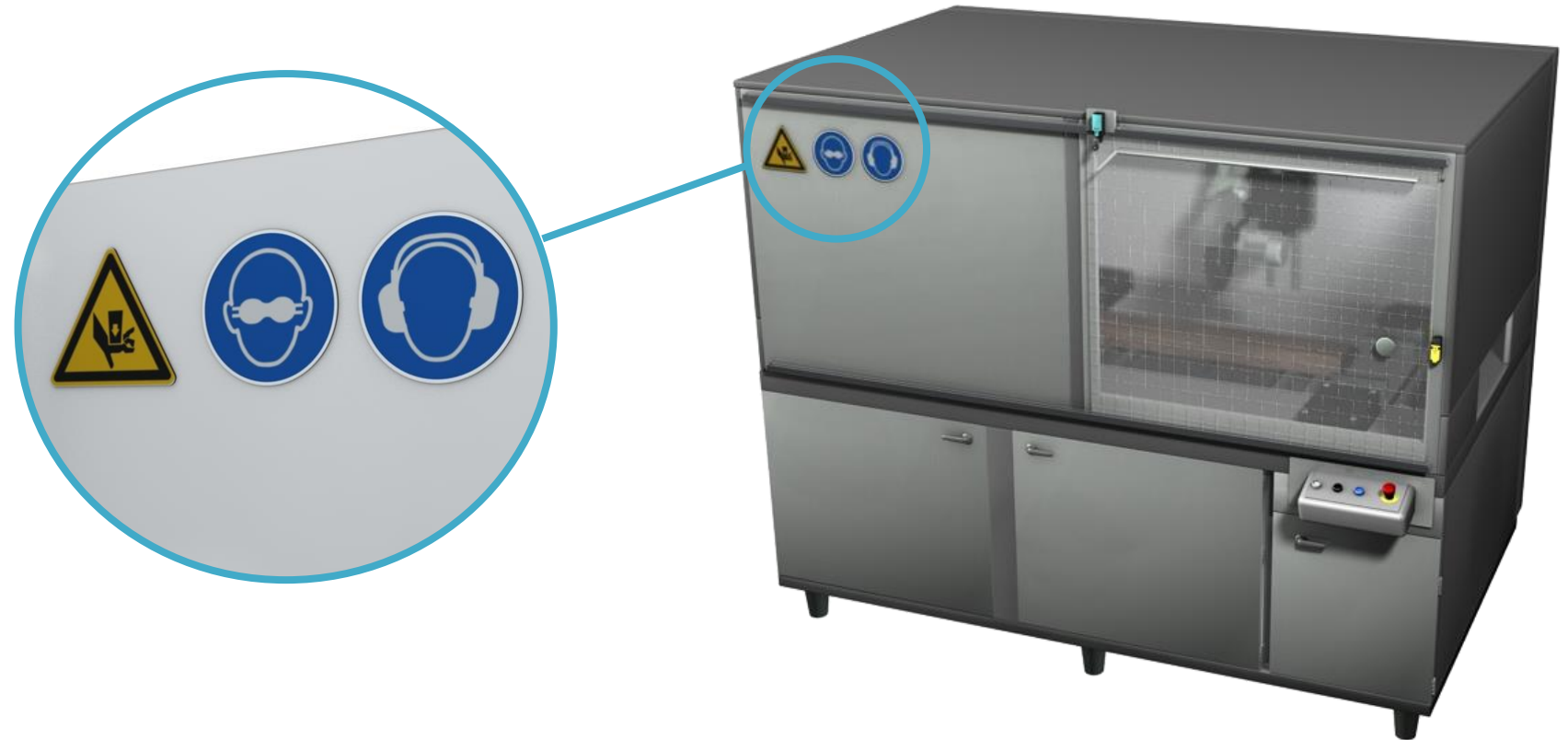
Falls trotz inhärent sicherer Konstruktion und dem Einsatz technischer und ergänzender Schutzmaßnahmen Risiken verbleiben, muss die Benutzerinformation auf jegliche Restrisiken hinweisen.

Hinweis: Das Aufstellen der Benutzerinformation über Restrisiken erfolgt erst nach der Risikominimierung durch sicheres Konstruieren und dem Einsatz von technischen Schutzmaßnahmen!

Ausreichende Benutzerinformationen weisen den Anwender auf ein mögliches Restrisiko hin.

Benutzerinformation über Restrisiken Warnhinweise anbringen

Warnhinweisschilder anbringen



Risikominderung Umsetzung und Inbetriebnahme

Risikominderung – Sicherheitskonzept umsetzen und in Betrieb nehmen

Konstruktive Umsetzung

- Schneidemaschine einhausen
- Technische Komponenten anbringen

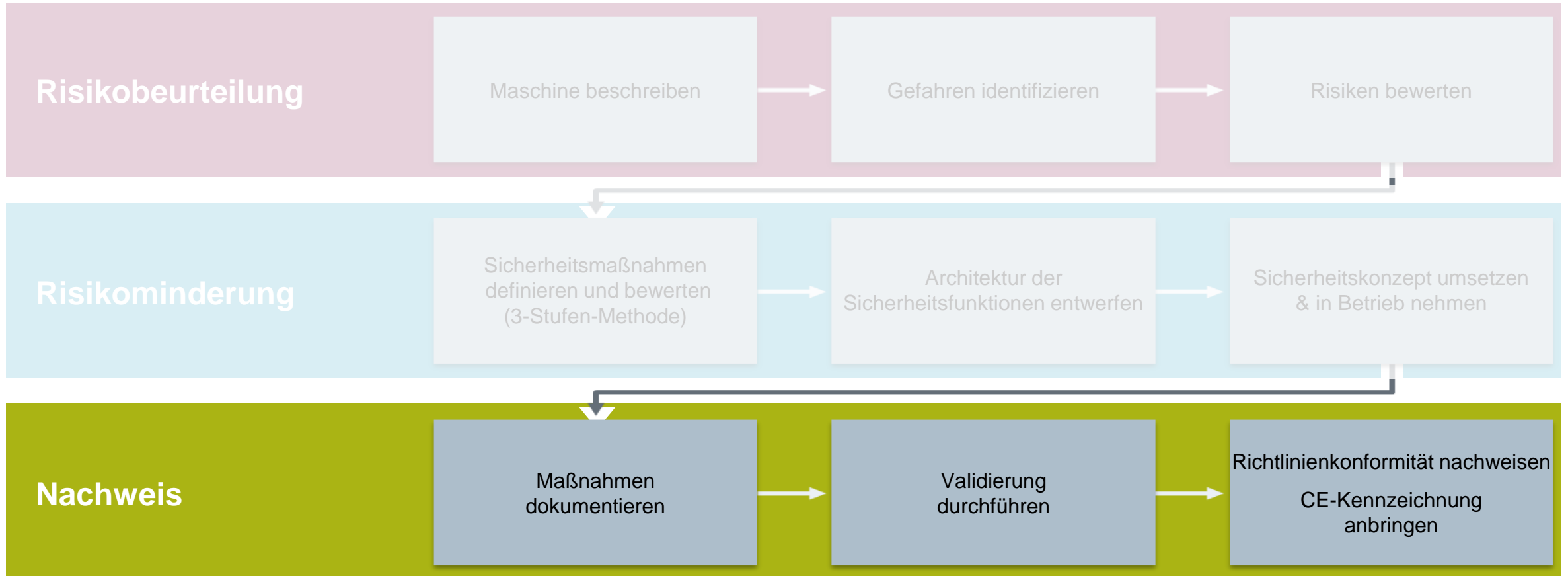
Technische Umsetzung

- Komponenten verdrahten
- Komponenten programmieren und parametrieren

Inbetriebnahme

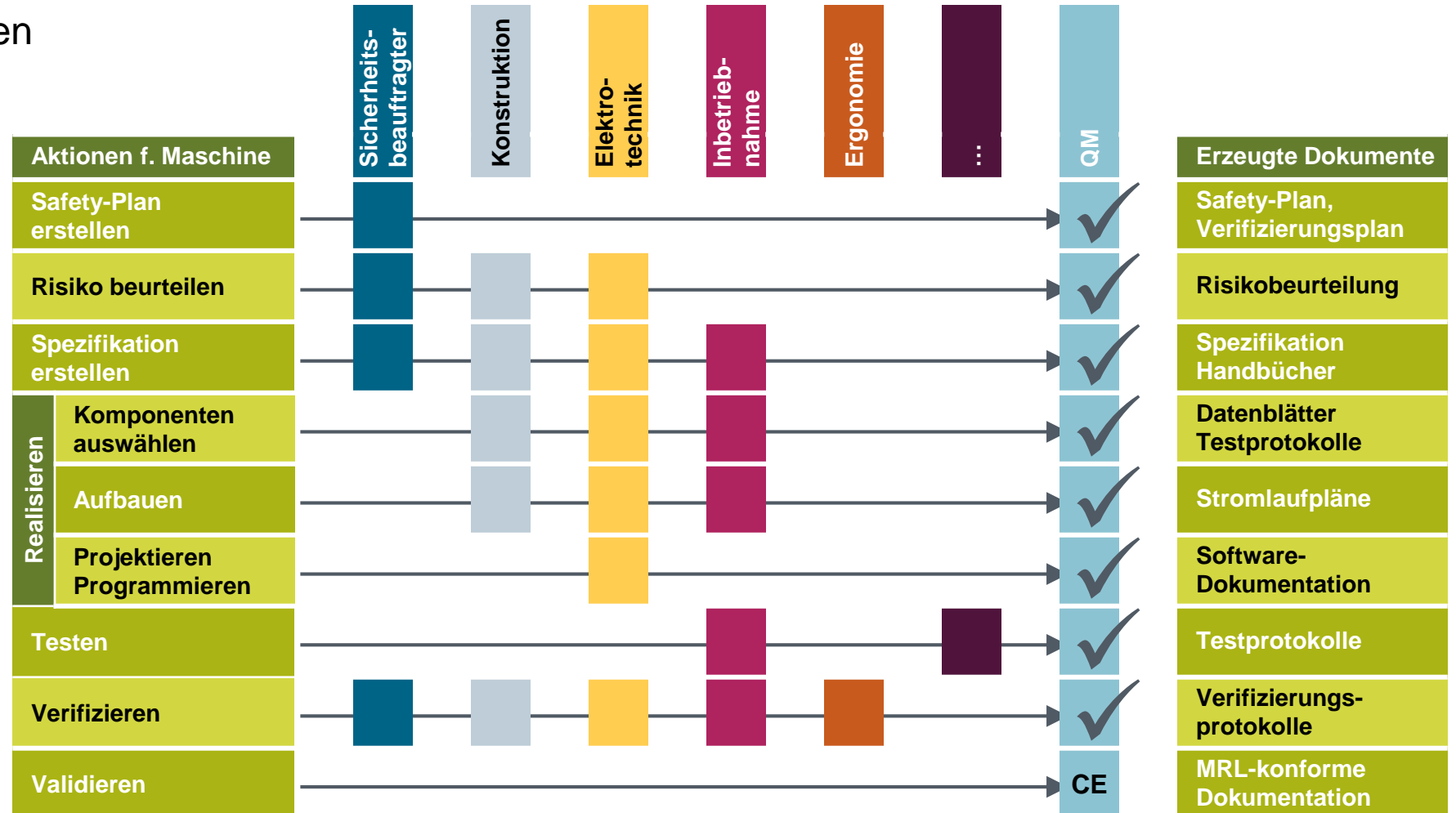
- Komponenten in Betrieb nehmen
- Sicherheitsfunktionen testen





Dokumentation – wer liefert was?

Maßnahmen dokumentieren



Der Hersteller erstellt die technischen Unterlagen als Nachweis der Konformität.

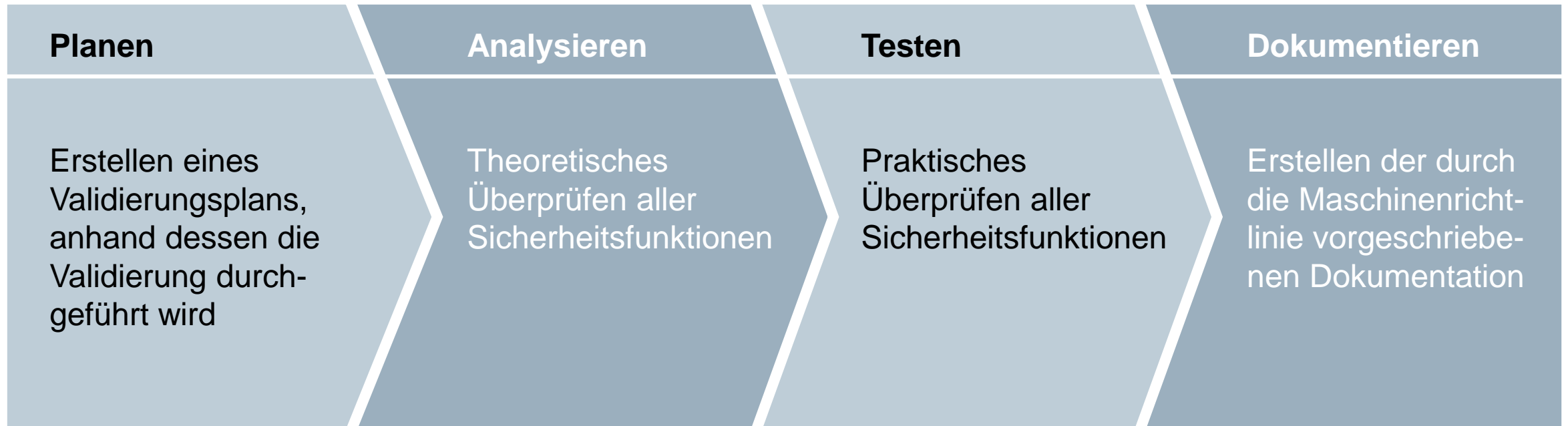
Die Maschinenrichtlinie, Anhang VII, schreibt dabei die relevanten Inhalte der technischen Unterlagen vor.

Die Dokumentation sollte unter anderem enthalten:

- Risikobeurteilung
- Projektdokumentation inklusive Lastenheft, Sicherheitsplan, Verifizierungsplan, Validierungsplan
- Entwicklungsdokumentation inklusive Prüfpläne und Prüfberichte
- Anleitungen

Dokumentation ist **essenziell** für die Klärung der Haftung bei Personenschäden!

Notwendige Maßnahmen



Nach **erfolgreicher Validierung** ist die Konformität bezüglich der Anforderungen der Maschinenrichtlinie erreicht.

Die europäischen und internationale Normen wie **EN ISO 13849**, **IEC 62061** und **IEC 61508** fordern die Validierung der Sicherheitssysteme einer Maschine.

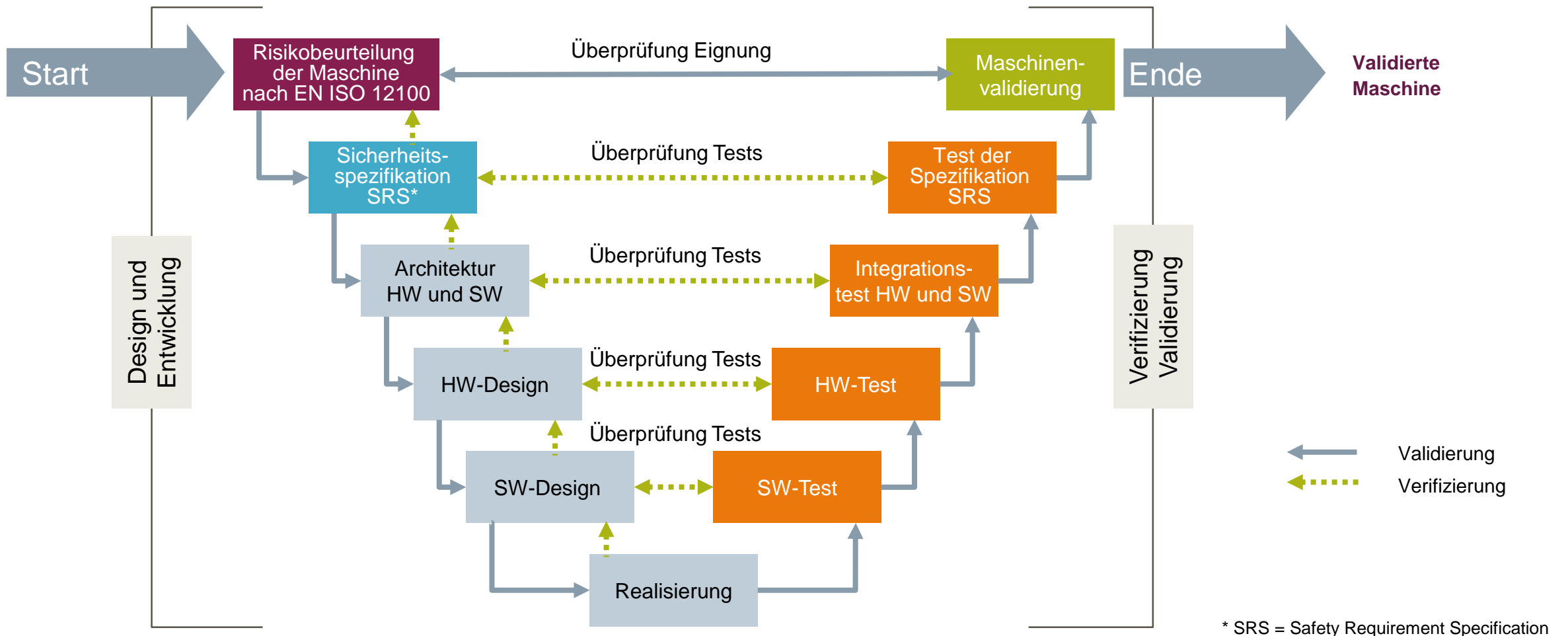


Gemäß EN ISO 13849-1,-2 und EN 62061 weist die Validierung nach:

- dass die **Spezifikation** der Sicherheitsanforderungen (SRS) **korrekt und wirksam umgesetzt** ist.
- dass die **implementierten** Sicherheitsfunktionen den erforderlichen **Beitrag zur Risikominderung leisten**, damit die Maschine sicher wird und bleibt.
- dass die **sicherheitsrelevanten Teile** des Steuerungssystems die **Anforderungen der Normen erfüllen**.

Verifizierung und Validierung von Maschinen




Das V-Model



Nachweis der Funktionalen Sicherheit

Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

Betrachtung der Subsysteme

Sensor	Sicherheits-SPS	Aktor
		
SILCL 3 oder PL e $PFH_{D1} = 2 \cdot 10^{-8}$	SILCL 3 oder PL e $PFH_{D2} = 1 \cdot 10^{-8}$	SILCL: 2 oder PL d $PFH_{D3} = 3 \cdot 10^{-8}$

SIL = Safety Integrity Level, SIL CL = SIL Claim Limit
 PL = Performance Level
 P_{TE} = Probability of Transmission Error
 (Kommunikation z.B. PROFIsafe)

Anmerkung:
 Werte sind nur beispielhaft

Ermittlung des SIL und PL des Systems

$$SIL\ CL_{SYS} \leq (SIL\ CL_{Sub-system})_{lowest} \rightarrow SILCL: \mathbf{2}$$

$$PL_{SYS} \leq (PL\ sub-system)_{lowest} \rightarrow PL \mathbf{d}$$

$$PFH_D = PFH_{D1} + \dots + PFH_{Dn} + P_{TE} \rightarrow PFH_D = (2+1+3) \cdot 10^{-8} < \mathbf{10^{-7}} \rightarrow SIL\mathbf{3} \text{ oder } PL \mathbf{e}$$

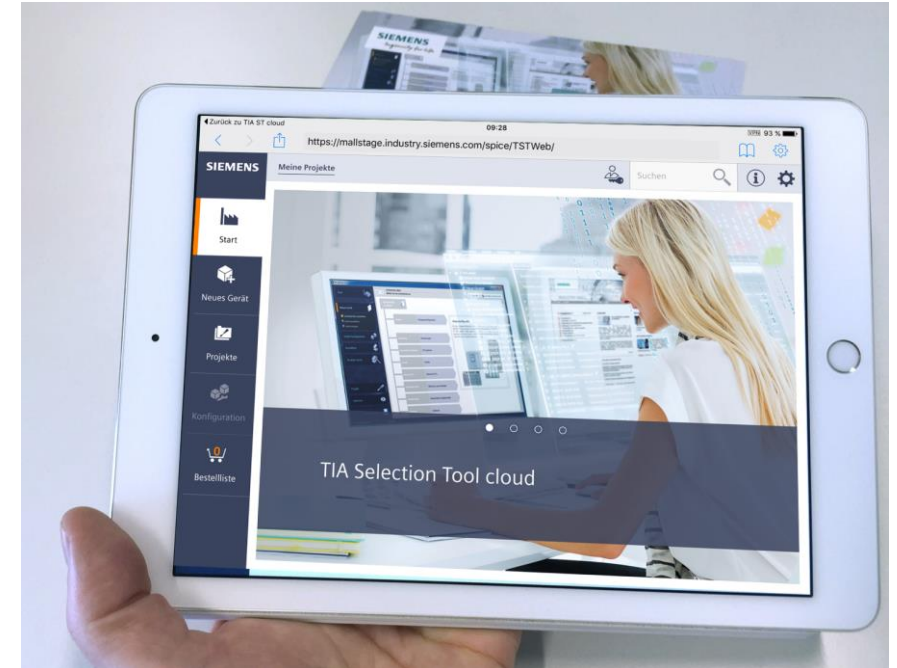
System erreicht SIL 2 oder PL d

Nachweis der Funktionalen Sicherheit Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

Das Überprüfen der Sicherheitsfunktionen ist ein MUSS!

- Vorgeschrieben durch die Normen EN ISO 13849 und EN 62061
- Sicherheitskonzept muss über die Ausfallwahrscheinlichkeitsberechnung bewertet und dokumentiert werden
- Bewertung möglich mit TST: TIA Selection Tool
- Kostenfreie Nutzung

<https://www.siemens.de/TIA-Selection-Tool>





Die abschließende Validierung ersetzt nicht das iterative Prüfen und Dokumentieren der einzelnen Arbeitsschritte sondern basiert besonders auf diesen, z.B. während der Planungsphase oder der Konstruktion der Maschine.

EG-Konformitätserklärung

Der Hersteller: Muster GmbH,
Musterstraße 65
D-27635 Musterstadt
Tel.: +49(0)48763/57647-0

erklärt hiermit, dass folgendes Produkt:

Produktbezeichnung: Beispielmaschine
Typenbezeichnung: K380
Seriennummer: 830489980
Baujahr: 2012

allen einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie Maschinen (2006/42/EG) entspricht.
Die Maschine entspricht weiterhin allen Bestimmungen der Richtlinie Elektromagnetische Verträglichkeit (2004/108/EG).

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:

DIN EN ISO 12100	Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsgrundsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung
DIN EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstungen von Maschinen, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN ...	
...	

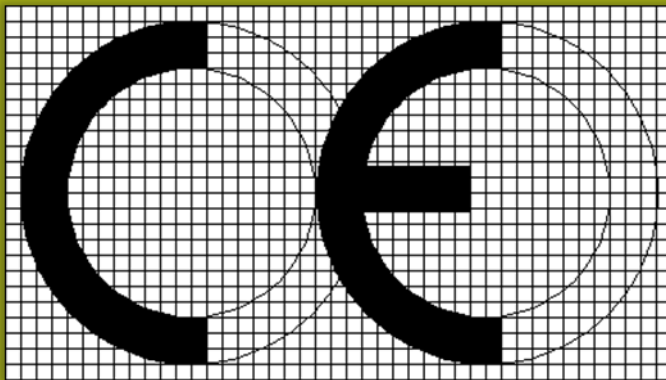
Name des Dokumentationsbevollmächtigten: Hans Muster
Adresse des Dokumentationsbevollmächtigten: siehe Adresse des Herstellers
Musterstadt,

Datum Unterzeichner und Angaben zum Unterzeichner Unterschrift

Um die Übereinstimmung der Maschine mit den Bestimmungen aller relevanten Richtlinien nachzuweisen, muss der Hersteller ein Konformitätsbewertungsverfahren durchführen. Dieses besteht aus einer der folgenden Maßnahmen:

- Interne Fertigungskontrolle
- Baumusterprüfung und Fertigungskontrolle
- Qualitätssicherungssystem

Mit der Konformitätserklärung bestätigt der Hersteller die Einhaltung der Maschinenrichtlinie.



Die CE-Kennzeichnung muss gemäß der Maschinenrichtlinie erfolgen:

- Nur mit vorgegebenem Schriftbild
- Gut sichtbar und dauerhaft
- Neben dem Typenschild

Mit der CE-Kennzeichnung bestätigt der Hersteller, dass er **alle relevanten Richtlinien eingehalten hat.**

Herausforderungen

CE Kennzeichnung
anbringen

Passende Richtlinien
finden

Risikobeurteilung
und FSM

Siemens Consulting Angebot



CE Prozess

- Optimierung bestehender Prozesse zur Risikobewertung
- Führung durch den gesamten Prozess der CE-Kennzeichnung als Moderator
- Wir helfen Ihnen dabei:
 - Gefahren zu identifizieren,
 - Risiken evaluieren
 - Geeignete Maßnahmen finden

Ihr Nutzen

- Vorab-Auswertung mit CAD - Daten möglich
- Erfahrene Sicherheitsingenieure unterstützen Sie vor Ort
- Frühzeitiger Kontakt mit dem Sicherheitsexperten vermeidet teure Nacharbeit

Basic

- Vorab-Auswertung durch CAD-Daten / Bilder
- Template für Risikobeurteilungen in Excel

Advanced (incl. Basic)

- Vor Ort Unterstützung möglich
- Toolgestützte Moderation der Risikobewertungen (Safexpert)
- Export als Excel aus Safexpert

Professional (incl. Adv.)

- Vollständige Unterstützung während des CE-Prozesses
- Zugang zu Safexpert inklusive
- Zusätzliche maßgeschneiderte Schulungen möglich

www.siemens.de/safety-consulting

Hinweise und Tipps Safety Experten Know-how

Referenzen

Menz & Geiser | Italien
Sicher den Deckel drauf!

- Im italienischen Parma setzt ein Traditionsunternehmen auf Sicherheitstechnik von Siemens und erreicht bei Entwicklung und Inbetriebnahme eine Arbeitszeiteinsparung in Höhe von 30%!

> Erfolgstory lesen

Rosendahl Nextrom | Österreich
Sicherheit auf ganzer Linie

- Der österreichische Maschinenbauer Rosendahl Nextrom startet seine Maschinen mit einer integrierten und gleichzeitig modularen und vielseitigen Sicherheitslösung aus
- Vorteile: weniger Verkabelungsaufwand, einfache Umsetzung auch komplexer Abschaltfunktionen, und ein einheitliches Tool für die Programmierung

> Erfolgstory lesen

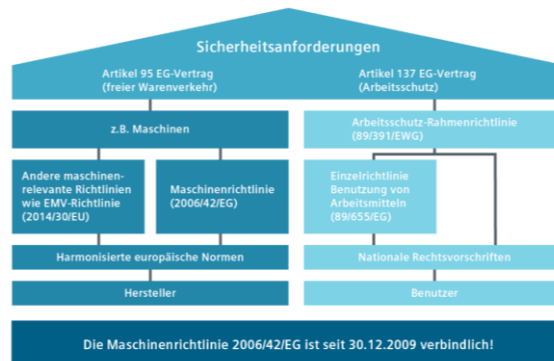
Leitner ropeways | Österreich
Sicher durch Schnee und Eis

- Leitner ropeways setzt auf Safety Integrated
- Im größten Gletscher-Skigebiet Österreichs bringt die Stubai Gletscherbahn bis zu 3.000 Fahrgäste pro Stunde sicher und komfortabel bis auf den Gipfel. Dabei setzt Leitner ropeways, einer der weltweit führenden Hersteller von Seilförderanlagen, auf sichere Steuerungstechnik.

> Erfolgstory lesen



- Produktinformationen rund um die Maschinensicherheit
- Normen und Richtlinien
- Safety Consulting
- Spannende Referenzen
- Applikationsbeispiele
- Auf dem Laufenden bleiben mit dem Safety-Newsletter
- Umfassendes Trainingsangebot



Übersicht Maschinensicherheit: www.siemens.de/maschinensicherheit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

SIEMENS
Ingenuity for Life



Kontakt

Norman Kroll
Promotor Safety Integrated und Dezentrale Peripherie
norman.kroll@siemens.com
Leipzig



#askmeanything

