



# Risiken beurteilen und mindern

## Methode Suva für Maschinen

Eine Anleitung zur Risikobeurteilung und Risikominderung für Hersteller und Inverkehrbringer

**suva**

Diese Broschüre hilft Ihnen als Hersteller oder anderer Inverkehrbringer von Maschinen, zulässige sichere Produkte auf den Markt zu bringen.

Sie beschreibt ein praktisch anwendbares Verfahren für die Risikobeurteilung und Risikominderung. Die europäische Maschinenrichtlinie verlangt beides als Voraussetzung für das Inverkehrbringen neuer Maschinen.

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Sichere Maschinen in den Verkehr bringen</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>Risiko beurteilen</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>Wozu das Risiko beurteilen – und wann?</b>	<b>5</b>	8.1	Grenzen der Maschine festlegen	20
<b>3</b>	<b>Begriffe</b>	<b>6</b>	8.2	Identifizieren von Gefährdungen und Gefährdungssituationen, Schaden und Ursachen	24
3.1	Bestimmungsgemässe Verwendung	6	8.3	Risiko einschätzen	30
3.2	Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung	6	8.4	Risiko bewerten	43
3.3	Gefährdung	7	<b>9</b>	<b>Risiko mindern</b>	<b>45</b>
3.4	Gefährdungsbereich (Gefahrbereich)	7	9.1	Inhärent sichere Konstruktion (Stufe 1)	45
3.5	Gefährdungssituation	8	9.2	Technische Schutzmassnahmen und ergänzende Schutzmassnahmen (Stufe 2)	46
3.6	Gefährdungseignis	8	9.3	Benutzerinformation (Stufe 3)	47
3.7	Schaden	9	9.4	Ablauf des Drei-Stufen-Verfahrens	48
3.8	Ursachen	9	9.5	Dokumentation von Schutzmassnahmen	50
3.9	Risiko und Risikoelemente	9			
3.10	Restrisiko	10	<b>Anhang A</b>	Normen mit Angaben zur Risikobeurteilung für bestimmte Gefährdungen	67
3.11	Harmonisierte Normen, Konformitätsvermutung	10	<b>Anhang B</b>	Tabellen zur Dokumentation	68
<b>4</b>	<b>Wie entsteht ein Schaden?</b>	<b>11</b>	<b>Anhang C</b>	Beispiele für Gefährdungen	70
<b>5</b>	<b>Vorbereitungen</b>	<b>13</b>	<b>Anhang D</b>	Von der Risikobeurteilung zur Leistungsanforderung an Sicherheitsfunktionen bei Steuerungen (PLr oder SIL)	73
5.1	Organisation	13			
5.2	Informationsgrundlage	13			
<b>6</b>	<b>Dokumentationen und Hilfsmittel</b>	<b>15</b>			
<b>7</b>	<b>Überblick über das Verfahren</b>	<b>16</b>			
7.1	Verfahren ohne Berücksichtigung einer gelisteten Typ-C-Norm	16			
7.2	Verfahren mit Berücksichtigung einer gelisteten Typ-C-Norm	18			

---

# 1 Sichere Maschinen in den Verkehr bringen

Wer in der Europäischen Union, im Europäischen Wirtschaftsraum, in der Schweiz und weiteren Staaten wie der Türkei eine neue Maschine in den Verkehr bringen will, muss die **grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen** der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG, Anhang I) erfüllen.

Die Maschinenerichtlinie verlangt deshalb vom Hersteller **eine Risikobeurteilung und eine Risikominderung der zu bauenden Maschine**. Risikobeurteilung und Risikominderung müssen dokumentiert und die Dokumentation muss als Teil der technischen Unterlagen vom Hersteller verfügbar gehalten werden.

## Eine Anleitung zur Methode Suva

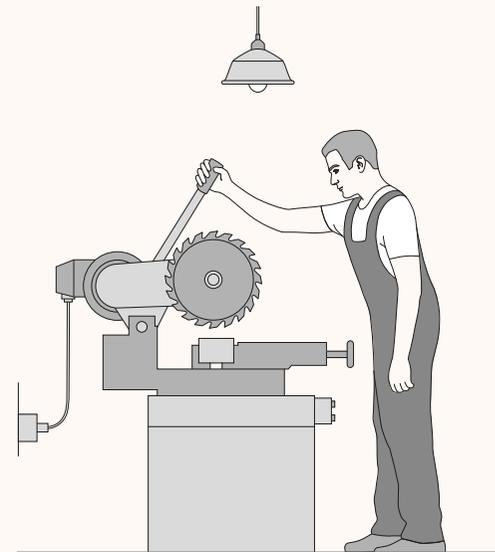
Diese Broschüre beantwortet die Frage, wie die Forderungen der Maschinenrichtlinie ganz konkret zu erfüllen sind. Sie können dazu das hier beschriebene Verfahren der Risikobeurteilung und Risikominderung anwenden. Es eignet sich für Maschinen sowie unvollständige Maschinen und kann auch bei der Entwicklung von technischen Produkten angewendet werden. Das Verfahren erfüllt die Anforderungen der folgenden Normen bzw. technischen Reports:

- EN ISO 12100:2010 Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
- ISO/TR 14121-2:2012 Sicherheit von Maschinen – Risikobeurteilung – Teil 2: Praktischer Leitfaden und Verfahrensbeispiele
- ISO/TR 22100-1:2015 Sicherheit von Maschinen – Beziehung zu ISO 12100 - Teil 1: Wie ISO 12100 und Typ-B- und Typ-C-Normen zusammenhängen

Um das Verfahren anzuwenden, ist die Kenntnis der Kapitel 1 bis 9 notwendig. Die Anhänge bieten weitergehende Informationen für die Risikobeurteilung und Risikominderung. Abhängig von den identifizierten Gefährdungen sind in weiteren Normen zusätzliche Angaben zur Risikobeurteilung zu beachten, auf die hier nicht eingegangen wird (Beispiele dazu siehe Anhang A).

## Praxisbeispiel zur Veranschaulichung

Das Praxisbeispiel der Risikobeurteilung einer Kreissäge für Metall in Schwenkopfausführung mit manuellem Vorschub veranschaulicht jeweils die Theorie in den verschiedenen Kapiteln. Die zur Dokumentation notwendigen Angaben für das Praxisbeispiel finden Sie in den mit «Dokumentation» gekennzeichneten Tabellen direkt beim jeweils betroffenen Schritt des Verfahrens.



**Abbildung 1**

Funktionsmodell einer Kreissäge ohne Schutzeinrichtungen

## 2 Wozu das Risiko beurteilen – und wann?

Im Anhang I der Maschinenrichtlinie steht zu den **grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen** Folgendes:

*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 der Maschine – Betrieb, Einrichten und Wartung erfolgen kann, ohne dass Personen einer Gefährdung ausgesetzt sind.*

*Die getroffenen Massnahmen müssen darauf abzielen, Risiken während der voraussichtlichen Lebensdauer der Maschine zu beseitigen, einschliesslich der Zeit, in der die Maschine transportiert, montiert, demontiert, außer Betrieb gesetzt und entsorgt wird.*

Damit der Hersteller diese grundlegenden Anforderungen erfüllen kann, ist eine systematische Beurteilung der Maschine während ihrer voraussichtlichen Lebensdauer erforderlich. Im Anhang I der Maschinenrichtlinie wird darum Folgendes verlangt:

*Der Hersteller einer Maschine oder sein Bevollmächtigter hat dafür zu sorgen, dass eine Risikobeurteilung und eine Risikominderung vorgenommen werden, um die für die Maschine geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu ermitteln. Die Maschine muss dann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Risikobeurteilung und -minderung konstruiert und gebaut werden.*

Der richtige Zeitpunkt für die Risikobeurteilung und Risikominderung ist die Entwurfsphase der Maschine, nachdem die Funktion entworfen ist. Zu diesem Zeitpunkt ist der Aufbau der Maschine bestimmt und erforderliche Schutzmassnahmen können noch kostengünstig in die Konstruktion der Maschine integriert werden.

In folgenden Fällen ist es sinnvoll die Risikobeurteilung und die Risikominderung später zu überprüfen:

- bei Serienmaschinen nach Erfahrungen mit der Anwendung der ersten Maschinen
- nach einem Unfall oder Störfall
- bei der Änderung der Maschine
- bei der Änderung der bestimmungsgemässen Verwendung der Maschine

# 3 Begriffe

Dieses Kapitel erklärt die für die Risikobeurteilung und Risikominderung wichtigen Begriffe, wie sie in den Normen definiert sind. Es ist zu beachten, dass diese Definitionen teilweise nicht dem allgemeinen Sprachgebrauch entsprechen.

## 3.1 Bestimmungsgemässe Verwendung

Die «bestimmungsgemässe Verwendung» (EN ISO 12100, 3.23) bedeutet die **Verwendung einer Maschine in Übereinstimmung mit der bereitgestellten Benutzerinformation.**

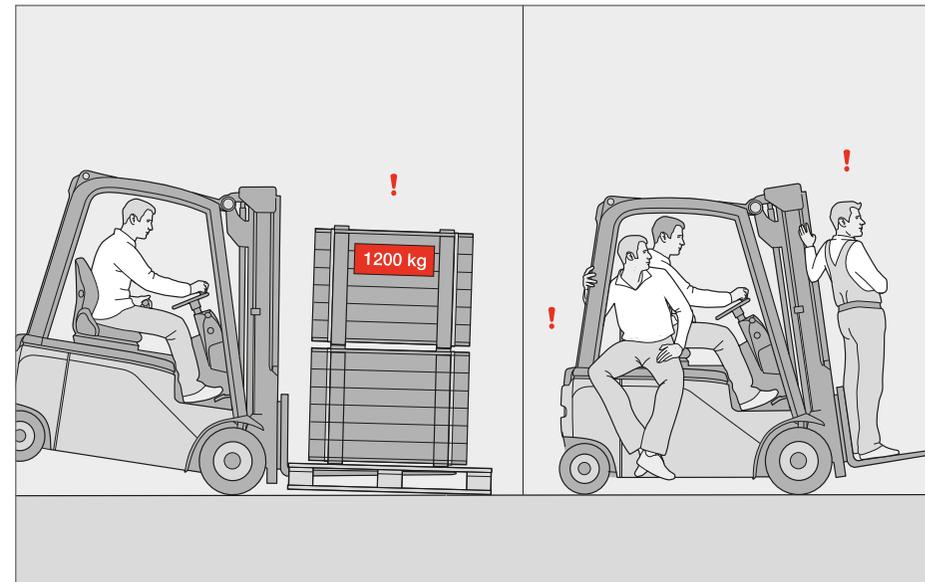


**Abbildung 2**

Die bestimmungsgemässe Verwendung eines Staplers ist das Heben und Transportieren von Lasten mit einer maximalen Grösse und einem maximalen Gewicht.

## 3.2 Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Eine «vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung» (EN ISO 12100, 3.24) ist die **Verwendung der Maschine in einer Weise, die vom Konstrukteur nicht vorgesehen ist, sich jedoch aus leicht vorhersehbarem menschlichen Verhalten ergeben kann.**

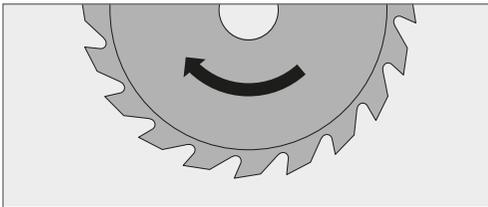


**Abbildung 3**

Beispiele für vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen eines Staplers: Überlastung, Personentransport

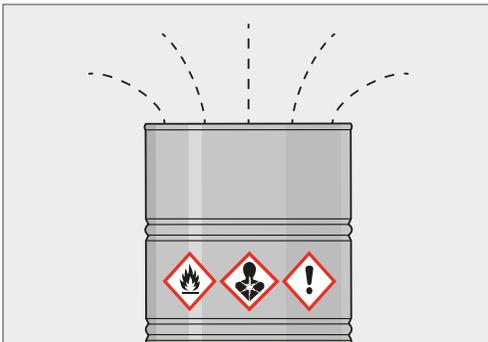
### 3.3 Gefährdung

Der zentrale Begriff der «Gefährdung» (EN ISO 12100, 3.6) steht für **eine potenzielle Schadensquelle** (im allgemeinen Sprachgebrauch Gefahr). Eine Gefährdung kann genauer bezeichnet werden nach dem Ursprung einer schädigenden Wirkung (z. B. mechanische Gefährdung, elektrische Gefährdung) oder der Art des erwarteten Schadens (z. B. Gefährdung durch Schneiden, Gefährdung durch elektrischen Schlag).



**Abbildung 4**

Gefährdung durch Schneiden aufgrund bewegter Sägezähne



**Abbildung 5**

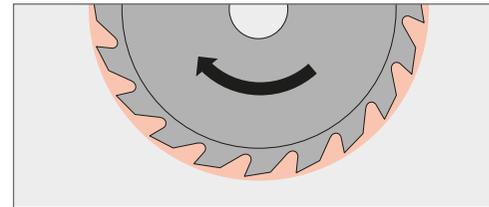
Gefährdung der Atemwege durch freigesetzte schädliche Dämpfe



Die Gefährdung ist entweder beim Verwenden der Maschine dauerhaft vorhanden (z. B. rotierendes Sägeblatt), oder kann unerwartet auftreten (z. B. Explosion).

### 3.4 Gefährdungsbereich (Gefahrbereich)

Der «Gefährdungsbereich» (EN ISO 12100, 3.11) ist derjenige **Bereich um eine Gefährdung, in dem eine Person der Gefährdung ausgesetzt ist.**



**Abbildung 6**

Gefährdungsbereich der bewegten Sägezähne

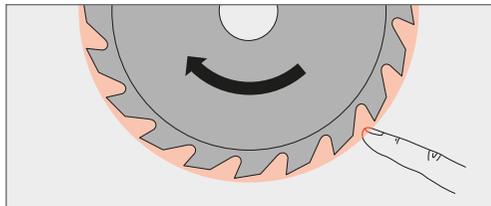


**Abbildung 7**

Gefährdungsbereich der freigesetzten Dämpfe

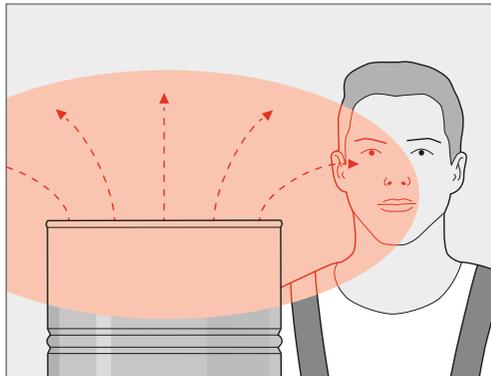
### 3.5 Gefährdungssituation

Eine «Gefährdungssituation» (EN ISO 12100, 3.10) besteht, **wenn eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist.** Diese Situation (Sachlage) kann unmittelbar oder über eine Zeitspanne hinweg zu einem Schaden führen.



**Abbildung 8**

Gefährdungssituation: Der Finger ist der Gefährdung durch die bewegten Sägezähne ausgesetzt.

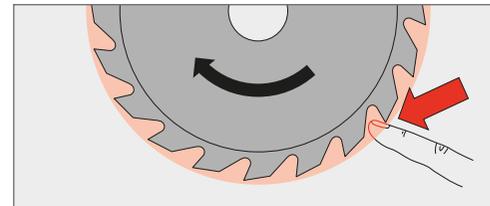


**Abbildung 9**

Gefährdungssituation: Die Atemwege sind der Gefährdung durch die gesundheitsschädigenden Dämpfe ausgesetzt.

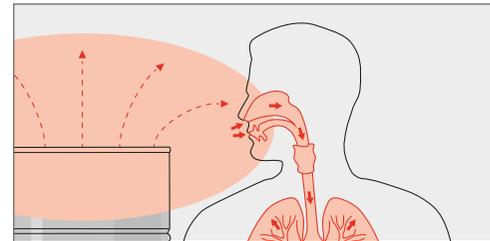
### 3.6 Gefährdungsereignis

Der Begriff «Gefährdungsereignis» (EN ISO 12100, 3.9) bezeichnet ein **Ereignis, das Schaden verursachen kann. Es kann kurzzeitig oder über eine lange Zeitspanne auftreten.**



**Abbildung 10**

Gefährdungsereignis: Ein bewegter Sägezahn trifft den Finger.

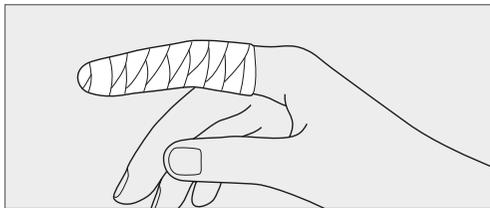


**Abbildung 11**

Gefährdungsereignis: Gesundheitsschädigende Dämpfe gelangen durch Einatmen in Atemwege und Lunge.

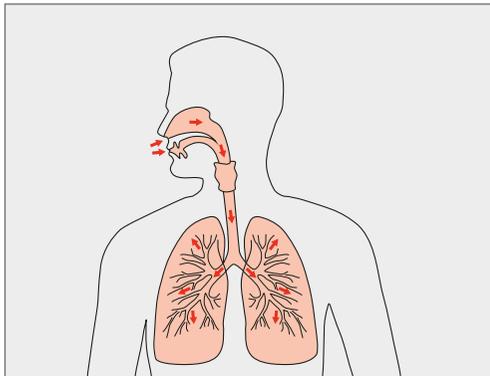
### 3.7 Schaden

Mit «Schaden» (EN ISO 12100, 3.5) ist stets eine **physische Verletzung oder eine Gesundheitsschädigung gemeint.**



**Abbildung 12**

Physische Verletzung: geschnittener Finger



**Abbildung 13**

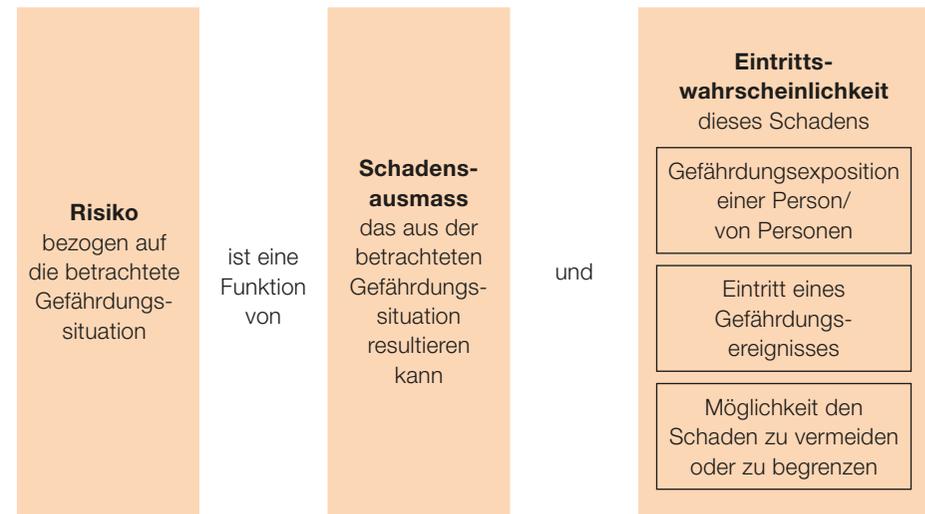
Gesundheitsschädigung von Atemwegen und Lunge

### 3.8 Ursachen

«Ursachen» sind (in Anlehnung an EN ISO 12100 Anhang B 4) **Gründe, warum eine Gefährdung auftritt, ein Gefährdungsbereich erreichbar ist und die Entstehung eines Schadens aus einem Gefährdungsereignis nicht verhindert werden kann.**

### 3.9 Risiko und Risikoelemente

Als «Risiko» (EN ISO 12100, 3.12) bezeichnet man **die Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und des Schadensausmasses** (die beiden Grössen nennt man auch die Risikoelemente).



**Abbildung 14**

Risikoelemente

### 3.10 Restrisiko

«Restrisiko» (EN ISO 12100, 3.13) nennt sich das **Risiko, das verbleibt, nachdem Schutzmassnahmen getroffen wurden.**

Es wird unterschieden zwischen:

- dem Restrisiko, nachdem Schutzmassnahmen durch den Konstrukteur getroffen wurden
- dem Restrisiko, welches verbleibt, nachdem sämtliche Schutzmassnahmen getroffen wurden

### 3.11 Harmonisierte Normen, Konformitätsvermutung

«Harmonisierte Normen» (Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Artikel 2 I, Artikel 7 Absatz 2) sind **nicht verbindliche technische Spezifikationen, die von einer europäischen Normenorganisation im Auftrag der Europäischen Kommission mit einem Konsensverfahren erarbeitet wurden.**

Wurde eine Maschine nach einer harmonisierten Norm hergestellt, deren Fundstelle im aktuellen Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht ist, so wird davon ausgegangen, dass die Maschine den von dieser harmonisierten Norm erfassten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entspricht (Konformitätsvermutung).

Die harmonisierten Normen können folgender Struktur zugeordnet werden:

#### Typ-A-Normen (EN ISO 12100)

«Typ-A-Normen» legen grundlegende Begriffe, die Terminologie und Gestaltungsleitsätze fest, die **für sämtliche Maschinenkategorien** anwendbar sind. Typ-A-Normen anzuwenden, reicht für sich allein jedoch nicht aus, um eine Übereinstimmung mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenrichtlinie zu gewährleisten.

#### Typ-B-Normen

«Typ-B-Normen» befassen sich mit bestimmten Aspekten der Maschinensicherheit, die **für ein breites Spektrum von Maschinenkategorien relevant** sind, beziehungsweise mit bestimmten Arten von Schutzeinrichtungen, die für viele Maschinenkategorien verwendet werden können.

Spezifikationen von Typ-B-Normen anzuwenden, begründet eine Konformitätsvermutung hinsichtlich der von ihnen abgedeckten grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie. Dies jedoch nur, wenn aus einer Typ-C-Norm oder der Risikobeurteilung des Herstellers hervorgeht, dass eine durch die Typ-B-Norm festgelegte technische Lösung für die betreffende Kategorie oder für das entsprechende Modell der Maschine angemessen ist.

Typ-B-Normen anzuwenden, die Spezifikationen für gesondert in Verkehr gebrachte Sicherheitsbauteile enthalten, führt nur für die betreffenden Sicherheitsbauteile zu einer Konformitätsvermutung.

#### Typ-C-Normen

«Typ-C-Normen» enthalten Spezifikationen für eine bestimmte Maschinenkategorie. Die unterschiedlichen Maschinenarten einer solchen Kategorie weisen einen gleichartigen Verwendungszweck und gleichartige Gefährdungen auf. Spezifikationen der Typ C-Normen haben Vorrang gegenüber Spezifikationen der Typ-A- und der Typ-B-Normen.

Wenn der Hersteller auf Grundlage der Risikobeurteilung Spezifikationen einer Typ-C-Norm anwendet, führt dies stets zu einer Konformitätsvermutung hinsichtlich der durch die Norm abgedeckten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenrichtlinie.

# 4 Wie entsteht ein Schaden?

**Tritt eine Gefährdung auf und hält sich eine Person ganz oder teilweise im Gefährdungsbereich auf, so entsteht eine Gefährdungssituation. Dabei ist die Person der Gefährdung ausgesetzt, was ein Gefährdungsereignis zur Folge hat. Ist die Person nicht in der Lage, das Gefährdungsereignis zu stoppen (die Gefährdung auszuschalten oder den Gefährdungsbereich zu verlassen), so kann ein Schaden (physische Verletzung) auftreten.**

Die Ursachen für den Schaden umfassen die Gründe für

- das Auftreten der Gefährdung
- die Erreichbarkeit des Gefährdungsbereichs
- die fehlende Möglichkeit, den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen

In einer Gefährdungssituation tritt ein bestimmtes Schadensausmass mit einer gewissen Eintrittswahrscheinlichkeit auf. Die Kombination von Schadensausmass und Eintrittswahrscheinlichkeit stellt das Risiko der Gefährdungssituation dar.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit wiederum ist abhängig von:

- der Gefährdungsexposition der Person (Person im Gefährdungsbereich)
- dem Auftreten der Gefährdung (Gefährdungsereignis)
- der Möglichkeit den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen

## Beispiel Kreissäge

### Schnittverletzung durch das rotierende Sägeblatt

Wird die Säge eingeschaltet, wenn sich ein Finger einer Person im Gefährdungsbereich der Sägezähne befindet, entsteht eine Gefährdungssituation.

In dieser Situation ist der Finger den bewegten Sägezähnen ausgesetzt, was ein Gefährdungsereignis zur Folge hat. Die Sägezähne berühren den Finger.

Kann die Person das Sägeblatt nicht rechtzeitig stoppen oder den Finger aus dem Gefährdungsbereich der Sägezähne nehmen, kann aus dem Gefährdungsereignis ein Schaden entstehen. Dazu müssen die Sägezähne den Finger nach dem Berühren schneiden. Die bewegten Sägezähne könnten den Finger jedoch auch nur am Nagel berühren und wegstossen, ohne ihn zu verletzen.

Die Ursachen für den Schaden können sein:

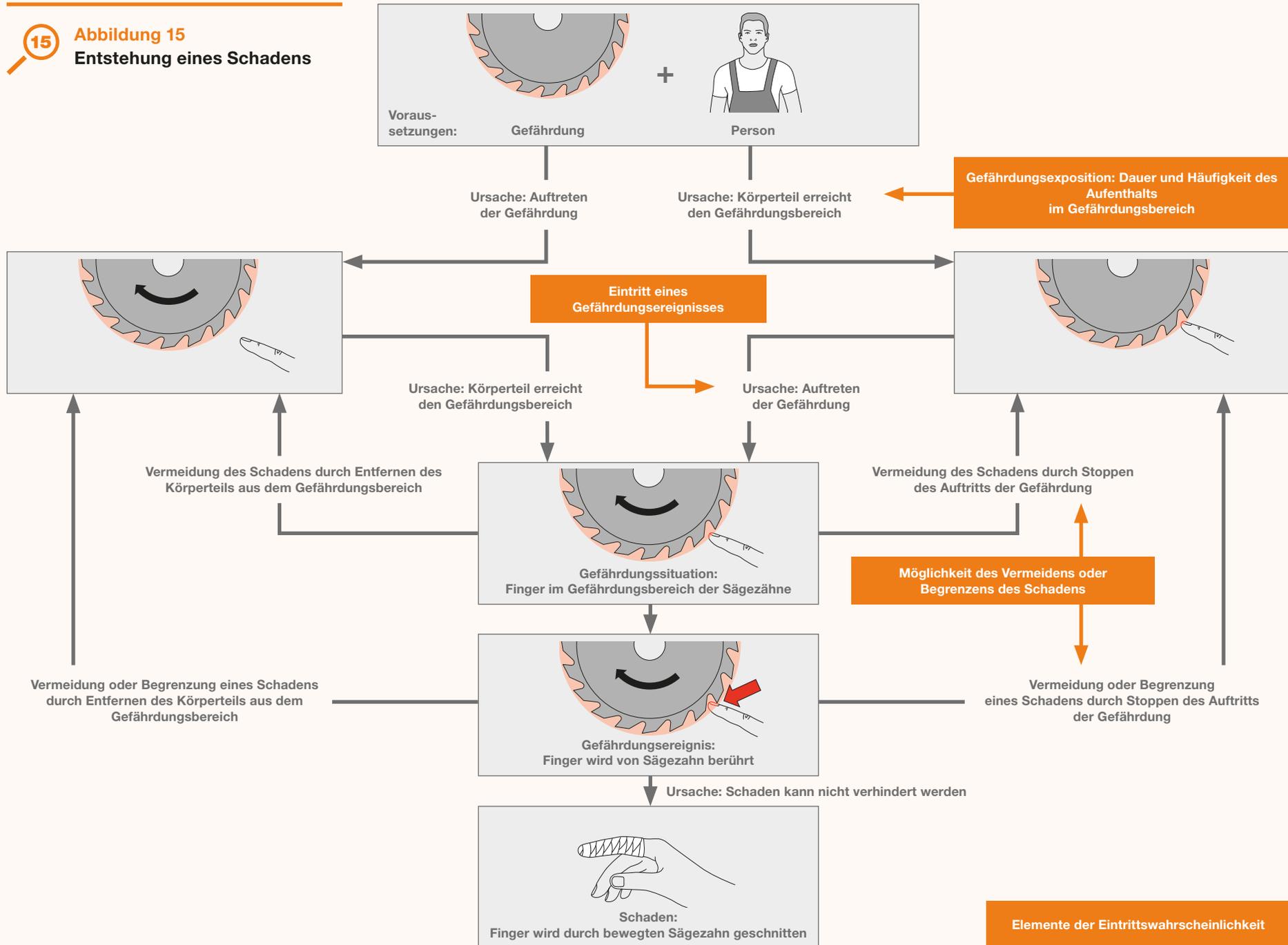
- unerwarteter Anlauf des Sägeantriebs (Grund für das Auftreten der Gefährdung)
- Entfernen eines Werkstücks aus dem Gefährdungsbereich des Sägeblattes (Grund für den Aufenthalt im Gefährdungsbereich)
- kurze Zeit zwischen dem Berühren des Fingers durch die Sägezähne und dem Schnitt des Fingers (fehlende Möglichkeit den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen)



### Entstehung eines Schadens

Abbildung 15, Seite 12

**15** **Abbildung 15**  
**Entstehung eines Schadens**



# 5 Vorbereitungen

## 5.1 Organisation

**In der Regel führen Gruppen die Risikobeurteilung und Risikominderung sorgfältiger und wirkungsvoller als als Einzelpersonen.** Bestimmen Sie einen verantwortlichen Gruppenleiter. Die Gruppe ist so zusammenzustellen, dass sie über Mitglieder mit Kompetenzen und Kenntnissen in diesen Punkten verfügt:

- Konstruktion und Funktion der Maschine
- für die Maschine relevante Vorschriften und Normen
- praktische Erfahrung mit der Maschine: Aufbau, Betrieb, Instandhaltung usw.
- Unfälle und Gesundheitsschädigungen im Zusammenhang mit dem Maschinentyp
- Verständnis für menschliche Faktoren (Wechselwirkung zwischen Person und Maschine, stressbezogene Aspekte, ergonomische Aspekte usw.)

Die Zusammensetzung der Gruppe kann sich im Laufe des Verfahrens verändern.

## 5.2 Informationsgrundlage

Folgende Informationen sind für das Verfahren der Risikobeurteilung und der Risikominderung zu beschaffen:

### Angaben zur Beschreibung der Maschine

- Konstruktionszeichnungen (Funktionsentwurf), Schemata (Elektrik, Pneumatik, Hydraulik usw.)
- Energiequellen und deren Versorgung
- Beschreibung der Lebensphasen der gesamten Lebensdauer der Maschine
- Benutzerspezifikation
- weitere Informationen zur Maschine (siehe Kapitel 8.1)

Die technischen Unterlagen von ähnlichen Maschinen können Informationsquellen für die Risikobeurteilung und Risikominderung sein.

### Relevante Bestimmungen

Abhängig vom Aufbau der Maschine und den eingesetzten Stoffen sind die anwendbaren Vorschriften (europäische Richtlinien, Sicherheitsdatenblätter usw.) zu bestimmen. Untersuchen Sie, ob die Maschine im Anwendungsbereich möglicher Vorschriften liegt.

Liegt die Maschine im Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, ist zu bestimmen, ob die zusätzlichen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen in den Kapiteln 2 bis 6 von Anhang I der Maschinenrichtlinie für bestimmte Maschinengattungen bzw. Gefährdungen ebenfalls beachtet werden müssen.

Anschliessend suchen Sie die Normen, die die Anforderungen der anwendbaren Vorschriften für die Maschine konkretisieren. Die Titel dieser Normen sind im Europäischen Amtsblatt aufgelistet. Den Zugriff darauf finden Sie auf der Suva-Website unter:

**[www.suva.ch/certification](http://www.suva.ch/certification)**

> «Beispiele für Baumusterprüfungen» > «Maschinen» > «Nützliche Links»

> «Liste harmonisierter Normen mit Konformitätsvermutung unter der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG»

Zuerst untersuchen Sie, ob eine **Typ-C-Norm** für die zu bauende Maschine vorhanden ist. Wenn nicht, sind im Verfahren der Risikominderung Schutzmassnahmen gemäss der Norm EN ISO 12100 auszuwählen. Sind die Schutzmassnahmen bestimmt, werden die für die Schutzmassnahmen relevanten **Typ-B-Normen** verwendet. Beachten Sie, dass Normen nicht bindend sind. Sie geben jedoch Hinweise auf den **Stand der Technik**. Dies sind die zurzeit verfügbaren technischen Möglichkeiten, die beim Bau der Maschine zu beachten sind (Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Anhang I, Allgemeine Grundsätze Punkt 3).

Normen erhalten Sie von Ihrem nationalen Normeninstitut, in der Schweiz von der Schweizerischen Normenvereinigung ([www.snv.ch](http://www.snv.ch)).

## Erfahrungen mit ähnlichen Maschinen

Gefragt sind Erfahrungen über den Einsatz ähnlicher Maschinen (z. B. Unfälle, Krankheiten, ergonomische Probleme, Zwischenfälle, Fehlfunktionen).

### Beispiel Kreissäge

#### Anwendbare Vorschriften

Die Kreissäge besteht aus einer Gesamtheit miteinander verbundener Teile mit beweglichen Teilen, die motorisch angetrieben werden. Sie ist zudem für eine bestimmte Anwendung, das Sägen von Metallen, vorgesehen. Die Maschine fällt deshalb in den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (siehe Artikel 2 derselben).

Aufgrund des Aufbaus der Kreissäge und des damit zu bearbeiteten Werkstoffs müssen die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen in den Kapiteln 2 bis 6 im Anhang I der Maschinenrichtlinie nicht beachtet werden.

Die elektrische Ausrüstung der Kreissäge umfasst den Antrieb mit einer Bemessungsspannung von 400 V und die Steuerung (Bemessungsspannung 24 V). Die Maschinenrichtlinie verlangt bezüglich der elektrischen Ausrüstung im Anhang I Punkt 1.5.1, dass diese die Anforderungen der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU erfüllt. Deren Geltungsbereich liegt bei 50 bis 1000 V.

Aufgrund der Bemessungsspannung des Antriebs fällt die elektrische Ausrüstung der Kreissäge deshalb in den Geltungsbereich der Niederspannungsrichtlinie.

Weil die Ströme in der elektrischen Ausrüstung elektromagnetische Störungen verursachen können, fällt die Kreissäge auch in den Anwendungsbereich der Verordnung über elektromagnetische Verträglichkeit (siehe Artikel 1 derselben). Im Europäischen Wirtschaftsraum sind zudem die Anforderungen der europäischen Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit 2014/30/EU zu beachten.

#### Relevante Normen

Gemäss dem Auszug aus dem Amtsblatt der Europäischen Union<sup>1</sup> existiert für Kreissägen, mit denen Metall bearbeitet wird, die Typ-C-Norm EN 13898:2003 + A1:2009 «Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Sägemaschinen für die Kaltbearbeitung von Metall»<sup>2</sup>. Aufgrund der Angaben für den Anwendungsbereich kann festgestellt werden, dass die zu bauende Kreissäge in dieser Norm enthalten ist. In der Norm wird zudem auf weitere relevante Normen verwiesen.

Bei der Verfassung dieser Publikation war absehbar, dass die Norm EN 13898 in einigen Monaten durch die neue Norm EN ISO 16093 ersetzt wird. Um für die Kreissäge möglichst aktuelle Angaben zu machen, wurde die Norm EN ISO 16093 berücksichtigt.

Für das vorgesehene Kühlschmiermittel liegt das Sicherheitsdatenblatt des Produktlieferanten vor, entsprechend der Chemikalienverordnung.

**1 Dieser Auszug aus dem Amtsblatt der Europäischen Union war zur Zeit der Drucklegung aktuell. Damit gewährleistet ist, dass die aktuellen Normen verwendet werden, muss stets der aktuelle Auszug beachtet werden.**

**2 und das Corrigendum EN 13898:2003 + A1:2009/AC:2010**

# 6 Dokumentation und Hilfsmittel

Die Risikobeurteilung und Risikominderung bildet einen wichtigen Teil des Nachweises, dass die Maschine den relevanten Sicherheitsbestimmungen entspricht. Anhang VII der Maschinenrichtlinie verlangt deshalb vom Hersteller, dass die Dokumentation der Risikobeurteilung und –minderung als Teil der technischen Unterlagen aufzubewahren ist. Diese Unterlagen sind auf begründetes Verlangen einer für die Marktüberwachung zuständigen nationalen Stelle zur Verfügung zu stellen.

Zu dokumentieren sind:

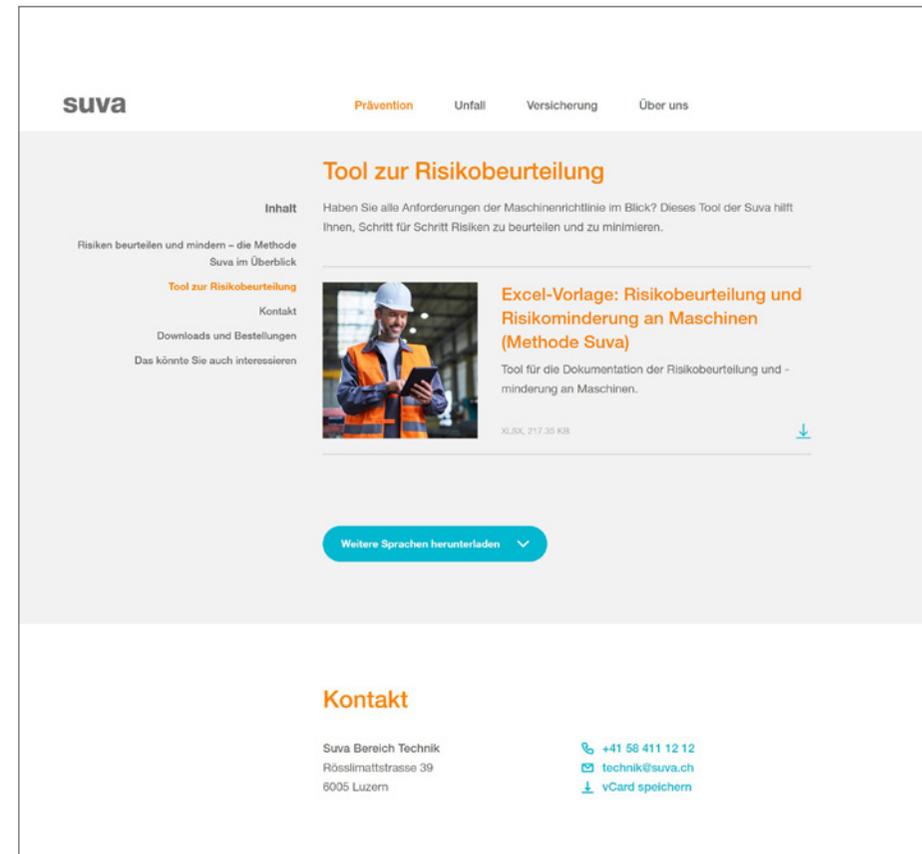
- Annahmen (relevante Bestimmungen, Grenzen der Maschine, Beschreibung der Lebensphasen und Betriebsarten)
- Verfahren (identifizierte Gefährdungen, Schäden, Risiken)
- Resultate (relevante Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, Schutzmassnahmen, Fundstellen der Schutzmassnahmen).

In der Regel werden die Resultate in Tabellen dargestellt. Im Anhang B finden Sie Kopiervorlagen von Tabellen zur Dokumentation der Risikobeurteilung und der Risikominderung.

Als Hilfe für die Dokumentation können Sie auch kostenlos eine Excel-Vorlage der Suva verwenden unter: **[www.suva.ch/risikobeurteilung](http://www.suva.ch/risikobeurteilung)**.

Es gibt auf dem Markt viele andere Computeranwendungen zur Dokumentation von Risikobeurteilungen. Achten sie bei deren Einsatz darauf, dass klar ist, welche Annahmen die Anwendung macht, und dass diese alle Schritte des Verfahrens abbildet.

Es kann die Nachvollziehbarkeit der Risikobeurteilung und -minderung erleichtern, wenn Sie die Gefährdungen oder den Gefährdungsbereich zusätzlich in Entwurfszeichnungen oder Zusammenstellungszeichnungen darstellen.



The screenshot shows the Suva website's 'Tool zur Risikobeurteilung' page. The navigation bar includes 'suva', 'Prävention', 'Unfall', 'Versicherung', and 'Über uns'. The main heading is 'Tool zur Risikobeurteilung'. Below it, there is a brief description: 'Haben Sie alle Anforderungen der Maschinenrichtlinie im Blick? Dieses Tool der Suva hilft Ihnen, Schritt für Schritt Risiken zu beurteilen und zu minimieren.' A table of contents (Inhalt) lists: 'Risiken beurteilen und mindern – die Methode Suva im Überblick', 'Tool zur Risikobeurteilung', 'Kontakt', and 'Downloads und Bestellungen'. A featured section highlights the 'Excel-Vorlage: Risikobeurteilung und Risikominderung an Maschinen (Methode Suva)' with a download button and file size 'XLSX, 217,95 KB'. A 'Weitere Sprachen herunterladen' button is also present. The footer contains contact information for 'Suva Bereich Technik' at 'Röselimattstrasse 39, 6005 Luzern', along with phone number '+41 58 411 12 12', email 'technik@suva.ch', and a 'vCard speichern' option.

**Abbildung 16**

Excel-Vorlage für das Erstellen der Risikobeurteilung und -minderung.

# 7 Überblick über das Verfahren

Bei der Risikobeurteilung und Risikominderung ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen dem Verfahren mit und dem Verfahren ohne Berücksichtigung einer gelisteten<sup>3</sup> Typ-C-Norm.

## 7.1 Verfahren ohne Berücksichtigung einer gelisteten Typ-C-Norm

Das Verfahren ist in diese einzelnen Schritte zu unterteilen:

### 1. Grenzen festlegen:

Die Grenzen der Maschine legen den Bereich fest, in dem die Risiken betrachtet werden müssen.

### 2. Gefährdungen identifizieren:

Im Produktleben der Maschine sind alle auftretenden Situationen zu ermitteln und die Gefährdungen in diesen Situationen zu identifizieren.

---

**3** Der Begriff «gelistete Norm» wird in dieser Publikation als Kurzform verwendet für eine aktuell im Europäischen Amtsblatt veröffentlichte harmonisierte Norm.

### 3. Risiko einschätzen:

Durch Bestimmen des Schadensausmasses und der Eintrittswahrscheinlichkeit wird das Risiko aller Gefährdungssituationen eingeschätzt.

### 4. Risiko bewerten:

Es wird überprüft, ob eine Minderung der vorliegenden Risiken notwendig ist.

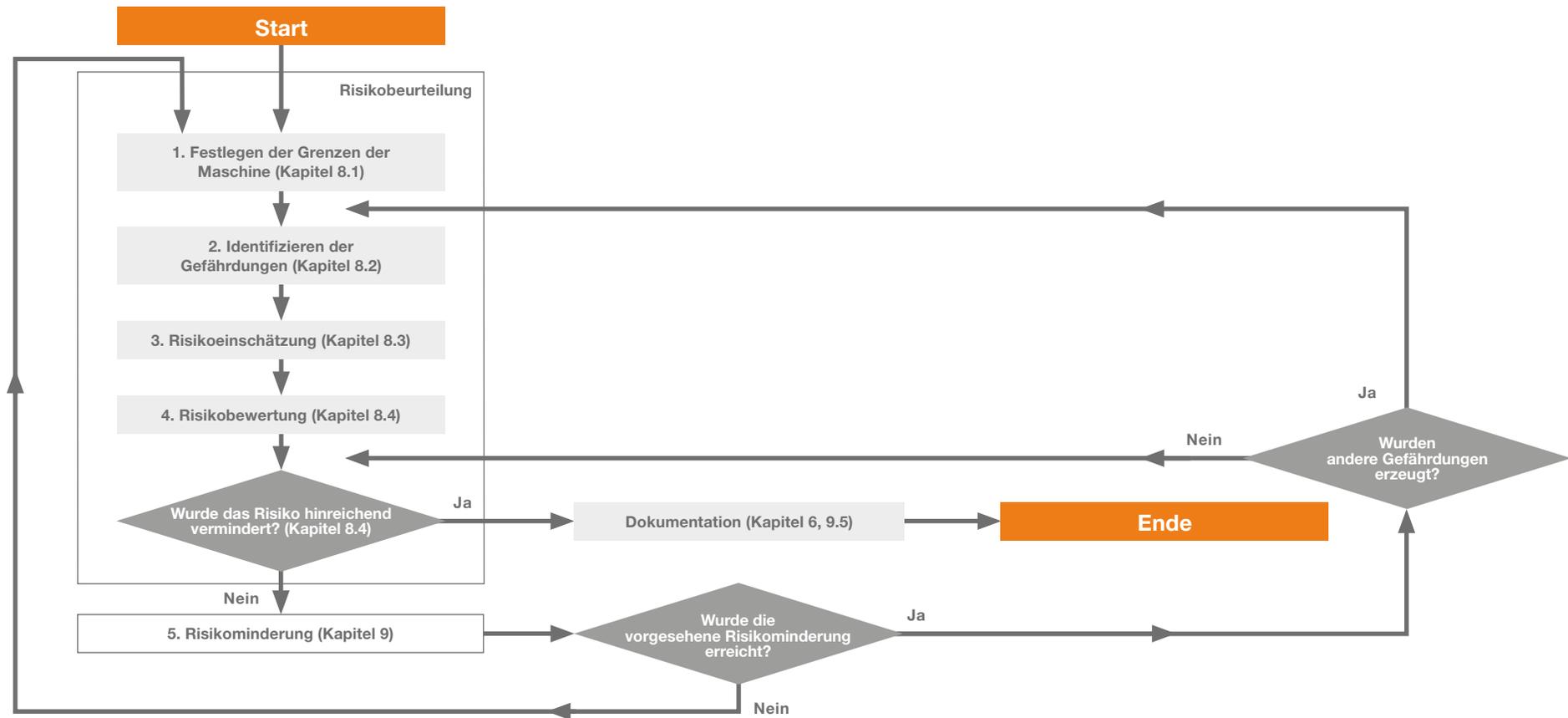
### 5. Risiko mindern:

Mithilfe von Schutzmassnahmen werden Gefährdungen wenn möglich eliminiert oder vorhandene Risiken gemindert. Anschliessend wird überprüft, ob damit die vorgesehene Risikominderung erreicht wurde und ob durch die Schutzmassnahmen keine neuen Gefährdungen erzeugt wurden.



## Ablaufschema ohne Berücksichtigung einer gelisteten C-Norm

Abbildung 17, Seite 17



**Abbildung 17**

Schematische Darstellung des Verfahrens mit den einzelnen Schritten der Risikobeurteilung und den Schnittstellen zur Risikominderung. Detaillierte Darstellung der Risikominderung siehe Kapitel 9.

## 7.2 Verfahren mit Berücksichtigung einer gelisteten Typ-C-Norm

Grundsätzlich ist der Ablauf derselbe wie beim Verfahren ohne Berücksichtigung einer Typ-C-Norm. Die Unterschiede sind bei den einzelnen Schritten vermerkt.

### 1. Grenzen festlegen:

Zusätzlich ist zu untersuchen, ob die zu bauende Maschinen vollständig in den Anwendungsbereich der Typ-C-Norm fällt.

### 2. Gefährdungen identifizieren

### 3. Risiko einschätzen:

Es ist das Risiko aller Gefährdungssituationen zu ermitteln, für welche die Typ-C-Norm keine Schutzmassnahmen vorschlägt.

### 4. Risiko bewerten:

Auf eine Bewertung kann verzichtet werden, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Maschine fällt vollständig in den Anwendungsbereich der Typ-C-Norm.
- Die an der Maschine identifizierte Gefährdung als signifikante Gefährdung ist in der Typ-C-Norm erwähnt.
- Die Typ-C-Norm ordnet der signifikanten Gefährdung eine spezifische Schutzmassnahme oder eine Schutzmassnahmenauswahl mit Wahlkriterien zu.

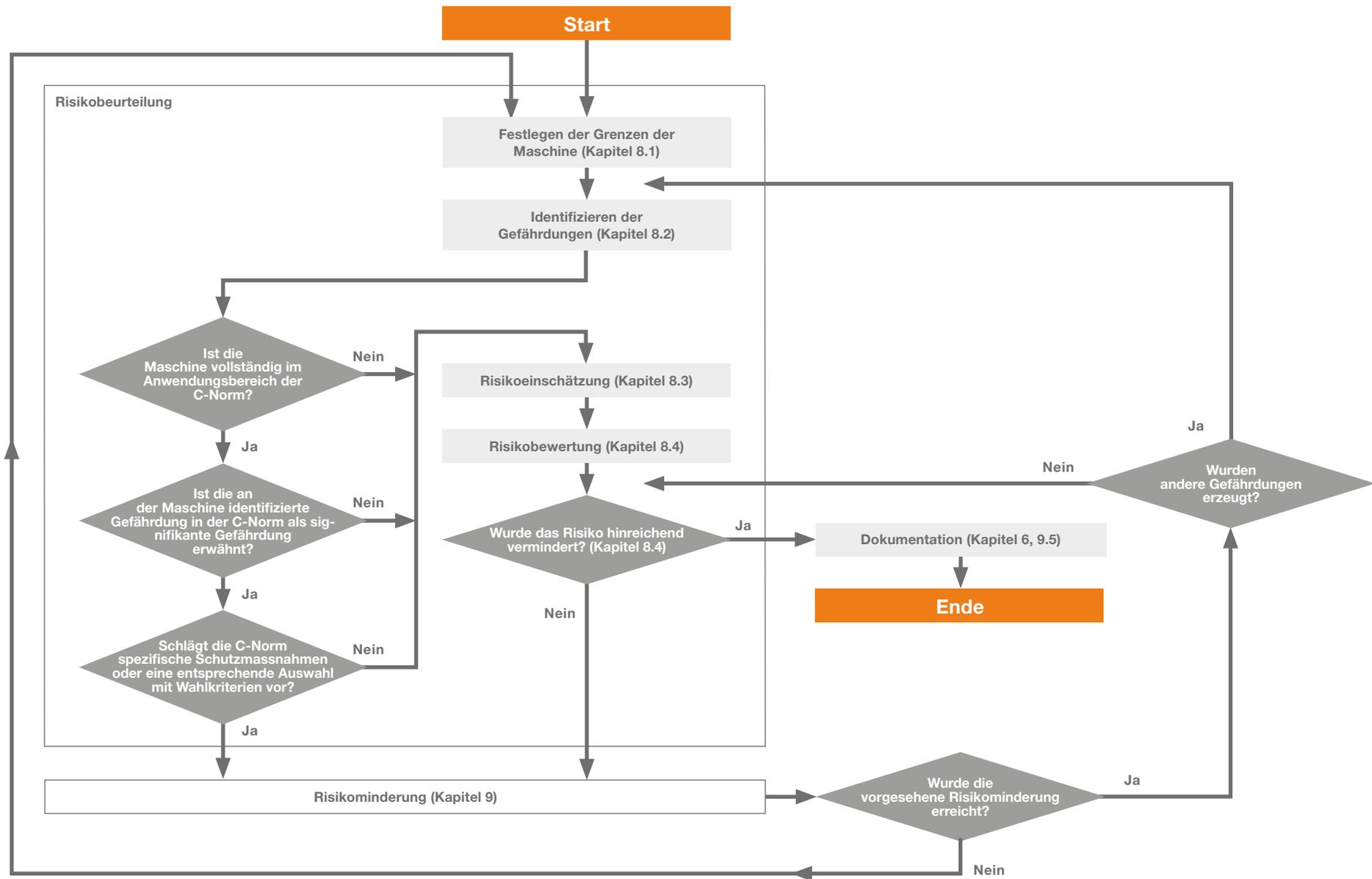
### 5. Risiko mindern:

Wenn nach einer Typ-C-Norm gebaut werden soll, ist zu beachten, dass die der signifikanten Gefährdung zugeordneten Schutzmassnahmen vollständig realisiert werden.



## Ablaufschema mit Berücksichtigung einer gelisteten C-Norm

Abbildung 18, Seite 19



**Abbildung 18**

Schematische Darstellung des Verfahrens bei Vorliegen einer gelisteten Typ-C-Norm.  
 Detaillierte Darstellung der Risikominderung siehe Kapitel 9.

# 8 Risiko beurteilen

## 8.1 Grenzen der Maschine festlegen

Um die Risikobeurteilung durchzuführen, bestimmen Sie zuerst die Grenzen, innerhalb derer sich das Produktleben der Maschine abspielt.

Dafür sind sämtliche Lebensphasen wie Transport, Inbetriebnahme, Verwendung, Ausserbetriebnahmen und Entsorgung, sowie alle für die bestimmungsgemässe Verwendung erforderlichen Betriebsarten wie Einrichten, Reinigung, Instandhaltung aufzulisten.

### Verwendungsgrenzen

Bei der Verwendung umfassen die Grenzen sowohl die bestimmungsgemässe Verwendung als auch die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung<sup>4</sup>.

Anschliessend erfassen Sie alle Personen, die in den einzelnen Lebensphasen oder Betriebsarten Eingriffe in die Maschine vornehmen oder mit der Maschine in Kontakt kommen. Festzuhalten sind relevante Merkmale wie Geschlecht, Alter, Rechts- oder Linkshändigkeit, begrenzte physische Fähigkeiten wie Seh- oder Hörbeeinträchtigung, Körpergrösse, Kraft. Die erforderliche Ausbildung der Bediener und allenfalls benötigter Spezialisten sind festzulegen.

Berücksichtigen Sie, dass auch Personen, die mit der Maschine nichts zu tun haben (Drittpersonen), betroffen werden können, zum Beispiel von Maschinenlärm in einer Produktionshalle.

Bestimmen Sie den Einsatzbereich der Maschine. Dieser legt fest, wo die Verwendung der Maschine vorgesehen ist, ob in Industrie, Gewerbe oder privaten Haushalten.

<sup>4</sup> Begriffserklärungen siehe Kapitel 3



**Abbildung 19**

Beispiele für Lebensphasen und Betriebsarten einer stationären Produktionsmaschine

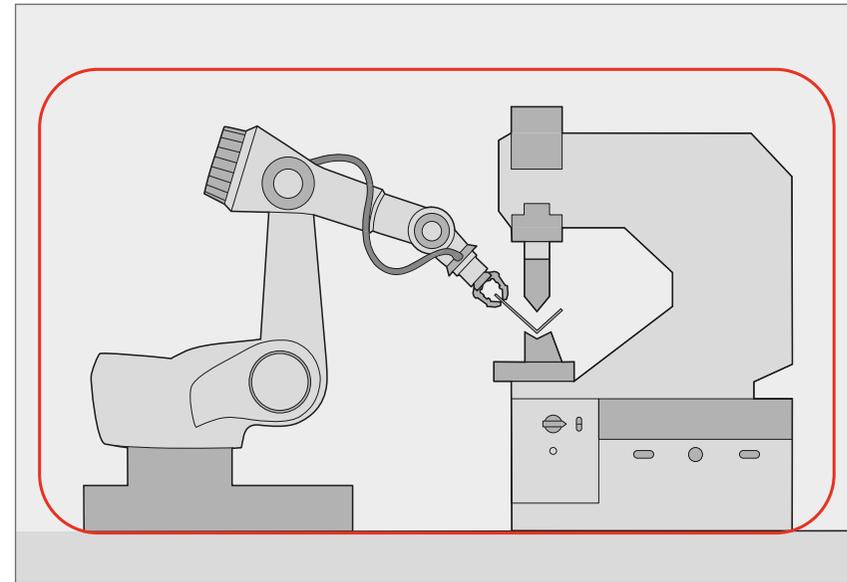
### Räumliche Grenzen

Tragen Sie in einer Entwurfszeichnung die räumlichen Grenzen ein.

Dabei sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Raumbedarf der Maschinenbewegungen
- Platzbedarf von Personen, die mit der Maschine umgehen, etwa während des Betriebs und der Instandhaltung
- Wechselwirkungen zwischen Mensch und Maschine, etwa die Schnittstelle «Mensch/Maschine»
- Schnittstellen der Maschine zu Energie- und anderen Versorgungen, wie Warmwasser

Mehrere Maschinen, deren Funktionen sich gegenseitig unmittelbar beeinflussen, sind sinnvollerweise in einer einzigen Risikobeurteilung zu betrachten. Das heisst, es ist eine einzige Grenze um diese Maschinen festzulegen.



**Abbildung 20**

Systemgrenze um eine Kombination von zwei Maschinen, Roboter und Abkantpresse

### Zeitliche Grenzen

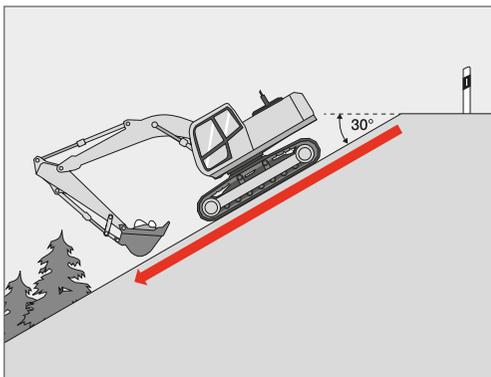
Legen Sie zuerst die «Grenze der Lebensdauer» der Maschine fest. Bestimmen Sie anschliessend die Lebensdauer derjenigen Teile, welche die Lebensdauer der Maschine nicht erreichen, wie Werkzeuge, Verschleissteile, elektrische Bauteile. Zu berücksichtigen ist auch hier die bestimmungsgemässe Verwendung und eine vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung.

Auf dieser Grundlage sind die empfohlenen Wartungsintervalle festzulegen.

Daraus geht hervor, welche Teile im Rahmen der Instandhaltung ersetzt werden müssen, damit die Maschine während ihrer Lebensdauer in einem funktionsfähigen und sicheren Zustand bleibt.

### Weitere Grenzen (Beispiele)

- Eigenschaften der zu verarbeitenden Materialien (Stäube, Dämpfe, Splitter usw.)
- erforderlicher Reinlichkeitsgrad (zum Beispiel in der Verarbeitung von Lebensmitteln und pharmazeutischen Stoffen)
- Einflüsse der Umgebung: Innenräume (Hitze, Lärm, Staub usw.), Betrieb im Freien (Regen, herabfallende Steine, Frost usw.)

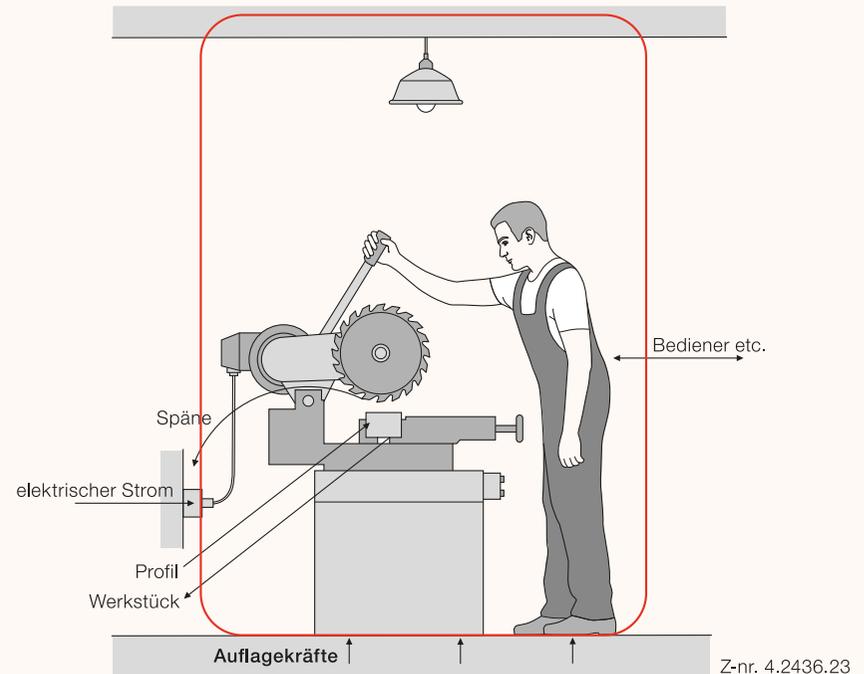


**Abbildung 21**

Beispiel für einen Einfluss der Umgebung: Bagger im steilen Gelände

### Beispiel Kreissäge

#### Festlegen der Grenzen der Maschine



**Abbildung 22**

Darstellung der räumlichen Grenzen in der Entwurfszeichnung des Funktionsmodells der Kreissäge. Eingezeichnet sind die räumlichen Grenzen sowie Einflüsse, die über die Grenzen hinweg wirken.



Dokumentation: Grenzen der Maschine  
Tabelle 1, Seite 23



**Tabelle 1**  
**Dokumentation: Grenzen der Maschine**

<b>Maschinenbezeichnung</b>	Kreissäge	
<b>Bestimmungsgemäße Verwendung, Verwendungsgrenzen</b>	Sägen von Eisen- und Nichteisenmetallen, die bei der Bearbeitung keine gesundheitsschädigenden Stoffe freisetzen	
<b>Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung</b>	Sägen von Blei und anderen Stoffen, welche bei der Bearbeitung gesundheitsschädigende Stoffe freisetzen	
<b>Zeitliche Grenzen, Lebensdauer</b>	20 Jahre	
<b>Lebensdauer Verschleissteile</b>	Antriebsriemen	5 Jahre
	Kreissägeblatt aus Schnellschnittstahl	20 Stunden
	Kreissägeblatt mit Hartmetallzähnen	60 Stunden
<b>Räumliche Grenzen</b>	Zeichnung 4.2436.23	
<b>Teilsysteme</b>	ganze Maschine	

<b>Lebensphase, Betriebsart</b>	<b>Betroffene Personen</b>							
	Anwender	Dritte	Mechaniker	Elektriker	Transportfachmann	Entsorger		
Transport		•			•			
Inbetriebnahme		•	•	•				
Betrieb (Produktion)	•	•						
Produktionsstörung	•	•						
Maschinenstörung		•	•	•				
Reinigung	•	•						
Instandhaltung		•	•					
Ausserbetriebnahme		•						
Entsorgung		•	•			•		

<b>Ausbildung des Anwenders</b>	keine Berufsausbildung erforderlich, kennen der Angaben für den Benutzer in der Betriebsanleitung
<b>Einsatzbereich</b>	Innenräume von Gewerbe oder Industrie
<b>Zusätzlich grundlegende Anforderungen</b>	keine
<b>Datum</b>	15.11.2016
<b>Ersteller</b>	Hans Muster

## 8.2 Identifizieren von Gefährdungen und Gefährdungssituationen, Schaden und Ursachen

Identifizieren Sie systematisch alle Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse während allen Lebensphasen der Maschine. Dies ist die Voraussetzung, um alle damit verbundenen Risiken mindern zu können.

Zunächst müssen also alle während der Lebensdauer der Maschine überhaupt auftretenden Situationen ermittelt werden. Beschreiben Sie dafür alle Lebensphasen und Betriebsarten der Maschine, indem Sie die Abfolge der dabei von Mensch oder Maschine ausgeführten einzelnen Tätigkeiten und Arbeitsschritte genau festhalten.

Verwenden Sie diese Arbeit gleichzeitig als Grundlage für die Betriebsanleitung. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass an der Maschine später so gearbeitet wird, wie dies bei der Beurteilung und der Minderung der Risiken angenommen wurde.

### Beispiel Kreissäge



#### Beschreibung der Lebensphasen und Betriebsarten

Dokumentation: Beschreibung der Lebensphase «Transport» und der Betriebsart «Produktion»

Tabelle 2, Seite 25

Treten in bestimmten Situationen Gefährdungen auf, sind diese zu erfassen, indem sie dem zugehörigen Arbeitsschritt zugeordnet werden. Treten dieselben Gefährdungen im Zusammenhang mit weiteren Arbeitsschritten der gleichen Betriebsart auf, müssen sie kein zweites Mal erfasst werden, sofern die Gefährdungssituation identisch ist. Eine Gefährdung kann grundsätzlich erfasst werden, indem der Ursprung der Gefährdung beschrieben wird (z. B. rotierendes Sägeblatt) und/oder der Schaden (z. B. Gefährdung durch Schneiden).

Als Hilfe für das Identifizieren der Gefährdungen kann die Auflistung von möglichen Gefährdungen im Anhang C dienen.

#### Zitat aus EN ISO 12100:

*Es wird davon ausgegangen, dass eine an einer Maschine vorhandene Gefährdung früher oder später zu einem Schaden führt, falls keine Schutzmassnahmen getroffen werden.*

#### Bestimmen des Schadens

Im nächsten Schritt beschreiben Sie den jeweils schlimmsten Schaden, der aus jeder ermittelten Gefährdungssituation resultieren kann.

### Beispiel Kreissäge



#### Identifizieren der Gefährdungen, Bestimmen der Schäden

Dokumentation: Gefährdungen und Schäden bei den Tätigkeiten «Heben der Maschine» und «Profil auf Auflage legen»

Tabelle 3, Seite 26



**Tabelle 2**

**Dokumentation: Beschreibung der Lebensphase «Transport» und der Betriebsart «Produktion»**

<b>Maschine:</b> Kreissäge	<b>Serie/Typ:</b> KS 250	<b>Seriennummer:</b> 001	<b>Räumliche Grenzen in Zeichnung-Nr.:</b> 4.2436.23	<b>Ersteller:</b> Hans Muster
				<b>Datum:</b> 15.11.2016

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Transport								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Kreissäge mittels Anschlagmittel mit Hebezeug verbinden														
2	Kreissäge heben														
3	Kreissäge verschieben														
4	Kreissäge auf Boden setzen														
5	Anschlagmittel entfernen														
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Betrieb (Produktion)								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Profil auf Auflage legen														
2	Profil positionieren														
3	Profil festspannen														
4	Säge einschalten														
5	Antriebsmotor wird mit der Stromversorgung verbunden														
6	Antriebsmotor dreht das Sägeblatts														
7	Motor der Kühlschmiermittelpumpe wird mit Stromversorgung verbunden														
8	Kühlschmiermittel wird zum Sägeblatt gefördert														
9	...														



**Tabelle 3**

**Dokumentation: Gefährdungen und Schäden bei den Tätigkeiten «Heben der Maschine» und «Profil auf Auflage legen»**

<b>Maschine:</b> Kreissäge	<b>Serie / Typ:</b> KS 250	<b>Seriennummer:</b> 001	<b>Räumliche Grenzen in Zeichnung-Nr.:</b> 4.2436.23	<b>Ersteller:</b> Hans Muster
				<b>Datum:</b> 15.11.2016

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Transport								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Kreissäge mittels Anschlagmittel mit Hebezeug verbinden														
2	Kreissäge heben	2.1	herabfallende Gegenstände	Rumpferletzung											
		2.2	fehlende Standfestigkeit	Beinverletzung											
3	...														
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Betrieb (Produktion)								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Profil auf Auflage legen	1.1	schneidende Teile	Handverletzung											
		1.2	Stromschlag	Tod											
		1.3	Anstrengung	Rückenverletzung											
2	...														

### Ursachen der Gefährdung und des Schadens

Die Norm EN ISO 12100 fordert nicht, dass im Rahmen der Risikobeurteilung die Ursachen einer Gefährdung zu bestimmen sind. Es ist jedoch empfehlenswert, die Ursachen der Gefährdung und des Schadens zu ermitteln. Denn dies hilft, das Risiko einzuschätzen und die erforderlichen Schutzmassnahmen zu bestimmen.

Mit folgenden Fragen können Sie die Ursachen ermitteln:

- a) Warum befindet sich eine Person im Gefährdungsbereich?
- b) Warum tritt ein Gefährdungsereignis auf?
- c) Warum kann der Schaden nicht verhindert werden?

#### Beispiel Kreissäge

##### Ursachen für die Schnittverletzung der Hand durch die Gefährdungssituation «Berühren des rotierenden Sägeblatts»

- a) Warum befindet sich eine Person im Gefährdungsbereich?
  - Der Gefährdungsbereich ist erreichbar.
  - Das Sägeblatt hat die Kleider der Person erfasst.
- b) Warum tritt ein Gefährdungsereignis auf?
  - Der Antrieb der Säge wurde eingeschaltet.
  - Das Sägeblatt stoppt beim Ausschalten nicht sofort, sondern läuft aus.
- c) Warum kann der Schaden nicht verhindert werden?
  - Das Köperteil wird sofort nach dem Berühren des Sägeblatts geschnitten.

Eine andere Möglichkeit, die Ursachen zu bestimmen, ist die Fehlerbaumanalyse<sup>5</sup>. Ist der Schaden, der aus einer Gefährdungssituation hervorgeht, bekannt, können die Fakten, welche die Voraussetzung dafür bilden, systematisch ermittelt werden. Sind mehrere Fakten für das Eintreten der Gefährdungssituation erforderlich, werden sie mit einem «Und» verknüpft. Wenn einer von mehreren Fakten die alleinige Voraussetzung bilden kann, verbindet diese Fakten ein »Oder«.

**5 nach der Norm DIN 25424-1 «Fehlerbaumanalyse; Handrechenverfahren zur Auswertung eines Fehlerbaumes»**

#### Beispiel Kreissäge

##### Bestimmen der Ursachen



Fehlerbaumanalyse zur Handverletzung durch das rotierende Sägeblatt  
Abbildung 23, Seite 28

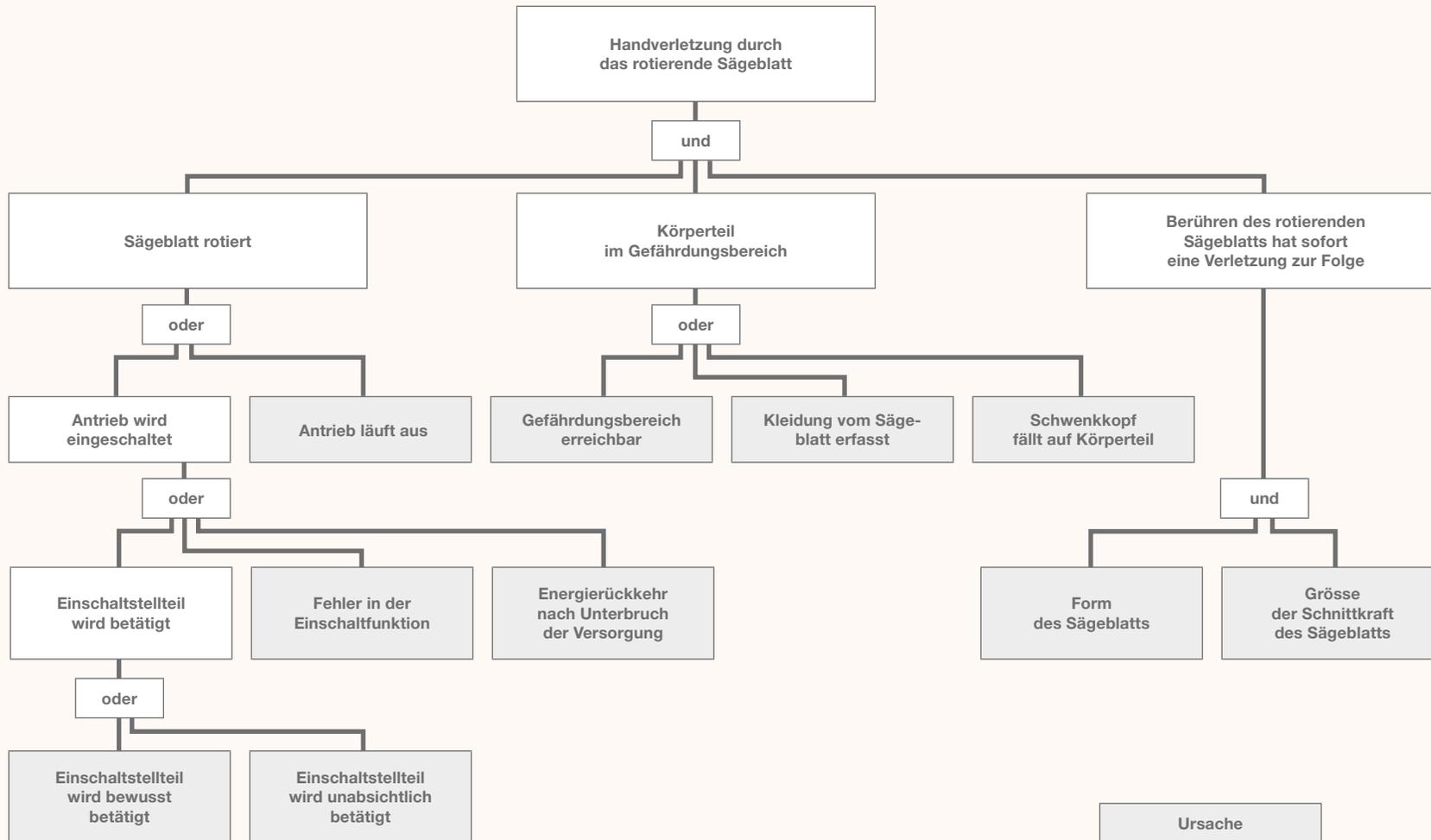


Dokumentation: Ursachen für die Gefährdungsereignisse «herabfallende Kreissäge» und «Schneiden durch das rotierende Sägeblatt»  
Tabelle 4, Seite 29



Abbildung 23

Fehlerbaumanalyse zur Handverletzung durch das rotierende Sägeblatt





**Tabelle 4**

**Dokumentation: Ursachen für die Gefährdungsereignisse «herabfallende Kreissäge» und «Schneiden durch das rotierende Sägeblatt»**

<b>Maschine:</b> Kreissäge	<b>Serie / Typ:</b> KS 250	<b>Seriennummer:</b> 001	<b>Räumliche Grenzen in Zeichnung-Nr.:</b> 4.2436.23	<b>Ersteller:</b> Hans Muster
				<b>Datum:</b> 15.11.2016

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Transport								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Kreissäge mittels Anschlagmittel mit Hebezeug verbinden														
2	Kreissäge heben	2.1	herabfallende Gegenstände	Rumpferletzung				<ul style="list-style-type: none"> <li>• ungenügende Festigkeit der Anschlagpunkte</li> <li>• ungeeignete Anschlagpunkte</li> <li>• ungenügende Festigkeit des Anschlagmittels</li> <li>• ungenügende Festigkeit des Hebemittels</li> </ul>							
		2.2	fehlende Standfestigkeit	Beinverletzung				...							
3	...														
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Betrieb (Produktion)								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Profil auf Auflage legen	1.1	schneidende Teile	Handverletzung				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berühren des rotierenden Sägeblatts hat sofort Verletzung zur Folge (Form, Schnittkraft)</li> <li>• Schwenkkopf fällt auf Körperteil</li> <li>• unerwarteter Anlauf infolge Energierückkehr nach Unterbruch</li> <li>• unerwarteter Anlauf infolge Fehler in der Einschaltfunktion</li> <li>• unerwarteter Anlauf durch unbeabsichtigtes Betätigen des Einschaltstellteils</li> <li>• Kleidung von Sägeblatt erfasst</li> <li>• ausgeschalteter Antrieb läuft aus</li> <li>• Gefährdungsbereich des Sägeblatts erreichbar</li> </ul>							

### 8.3 Risiko einschätzen

Bei der Risikoeinschätzung geht es darum, **das grösste Risiko jeder einzelnen Gefährdungssituation** zu ermitteln. Dazu ist jeweils das Schadensausmass und die Eintrittswahrscheinlichkeit zu bestimmen. Mit zu berücksichtigen sind die unterschiedlichen Verlaufsmöglichkeiten eines Schadens. Aus einer Gefährdungssituation kann ein Schaden entstehen in Form einer Verletzung (akuter Verlauf) oder in Form einer Gesundheitsschädigung (chronischer Verlauf).

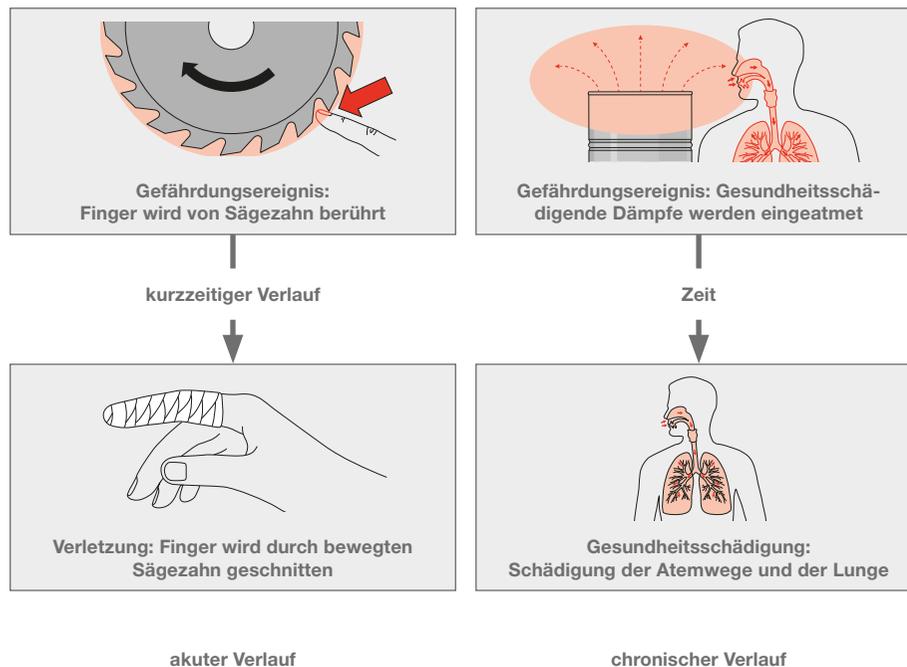


Abbildung 24

Eintrittsbedingungen eines Schadens

Eine Gesundheitsschädigung (z. B. Hörverlust) entsteht durch eine kumulative Exposition oberhalb eines schädigenden Pegels während eines bestimmten Zeitraums. Schadensausmass und Eintrittswahrscheinlichkeit sind von der Gesamtdosis im Verlauf der Zeit abhängig. Angaben zur Einschätzung von Risiken, die mit Gesundheitsschädigungen verbunden sind, finden Sie in den relevanten Typ-B-Normen (siehe Anhang A).

Wie im Kapitel 7.2 beschrieben, ist eine Risikoeinschätzung nicht notwendig, wenn die Maschine entsprechend einer gelisteten Typ-C-Norm gebaut wird.

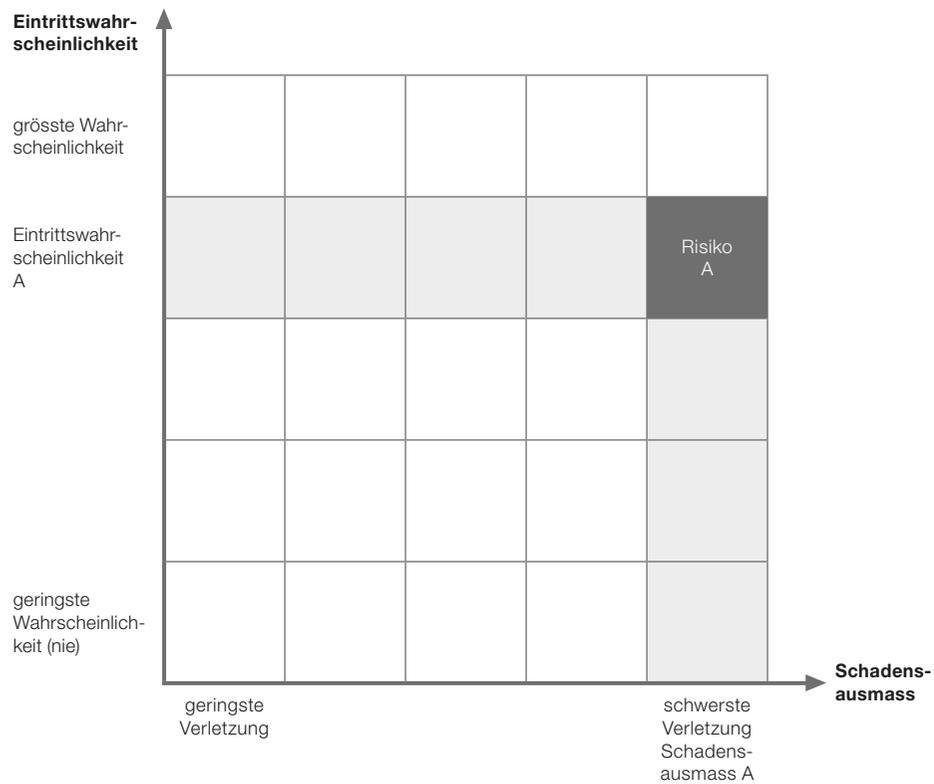
#### Beispiel Kreissäge

##### Risikoeinschätzung notwendig oder nicht?

Wie bereits bei den Vorbereitungen zur Risikobeurteilung und Risikominderung erwähnt, wird in dieser Publikation die Norm EN ISO 16093:2017 beachtet. Es ist deshalb das Risikobeurteilungsverfahren aus Kapitel 7.2 anzuwenden. Aufgrund der bestimmungsgemässen Verwendung der Maschine und ihres Aufbaus (siehe Festlegen der Grenzen) kann festgestellt werden, dass die Kreissäge vollständig im Anwendungsbereich der Norm EN ISO 16093 liegt.

EN ISO 16093 klassifiziert die Gefährdung mit dem rotierenden Sägeblatt als Ursprung als signifikant und ordnet ihr bestimmte Schutzmassnahmen zu. Werden diese Schutzmassnahmen an der Maschine vollständig realisiert, kann vermutet werden, dass die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenrichtlinie erfüllt sind. Auf eine Risikoeinschätzung kann so verzichtet werden. Die Gefährdung mit Ursprung «Herabfallen der Kreissäge beim Heben während des Transports» wird in der Norm EN ISO 16093 als nicht signifikant erfasst. Zur Minderung des Risikos dieser Gefährdung muss das Risiko zuerst eingeschätzt werden.

Es gibt verschiedene Ansätze zur Risikoeinschätzung. Bei der Methode Suva wird das Verfahren mit einer Risikomatrix verwendet. Für jede Gefährdungssituation wird das Risiko anhand des Schadensausmasses und der Eintrittswahrscheinlichkeit in einer übersichtlichen groben Abstufung eingeordnet. Die Kenntnis der Ursachen hilft Ihnen beim Einschätzen des Risikos.



**Abbildung 25**

Risikomatrix mit Abstufungen von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmass

## Schätzen des Schadensausmasses

Die Methode Suva unterteilt das Schadensausmass in folgende Stufen:

### I Tod

**II schwerer bleibender Schaden** = stark beeinträchtigende(r) Verletzung/  
Gesundheitsschaden, die/der zu Berufsunfähigkeit führt

**III leichter bleibender Schaden** = erhebliche(r) Verletzung/Gesundheits-  
schaden, es kann nach der Heilung an denselben Arbeitsplatz  
zurückgekehrt werden

**IV heilbarer Schaden mit Arbeitsausfall** = mehr als nur Erste Hilfe erforderlich

**V heilbarer Schaden ohne Arbeitsausfall** = erste Hilfe ist ausreichend

Das Ausmass des Schadens hängt in der Regel ab von der Energie, die durch die Gefährdung auf das betroffene Körperteil wirkt, und von dessen Empfindlichkeit. Wird beispielsweise beim Sägen das nicht korrekt eingespannte Profil weggeschleudert, kann durch die kinetischen Energie ein grösseres Schadensausmass entstehen, als wenn nur ein Span weggeschleudert wird. Trifft der Span jedoch ein Auge, ist trotz der geringen kinetischen Energie aufgrund der Empfindlichkeit des Auges ein erhebliches Schadensausmass möglich.

Generell gilt: Wird die zulässige Einwirkung einer Gefährdung auf ein Körperteil (Kraft, Flächenpressung, Vibration usw.) überschritten, tritt eine Schädigung auf. Werte für die zulässige Einwirkung können beispielsweise aus Normen oder Sicherheitsdatenblättern übernommen werden.

Das mögliche Schadensausmass kann für die jeweils gleiche Gefährdungssituation stark variieren. Es kann deshalb hilfreich sein, das Risiko für einen Bereich repräsentativer Ausmasse einzuschätzen. Danach ist der schwerwiegendste Schaden zu betrachten, der wirklichkeitsnah auftreten kann (schlimmste wahrscheinliche Schadensauswirkung).

## Beispiel Kreissäge – Gefährdungssituation «angehobene Maschine»

### Schätzen des Schadensausmasses

Fällt die angehobene Kreissäge während des Transports auf den Boden, kann ein Körperteil verletzt werden. Die Wahrscheinlichkeit durch den Fall der Kreissäge getötet zu werden, ist wohl geringer, kann jedoch wirklichkeitsnah auftreten. Aus diesem Grund wird der Tod als schlimmstes Schadensausmass der Gefährdungssituation «angehobene Maschine» angenommen.

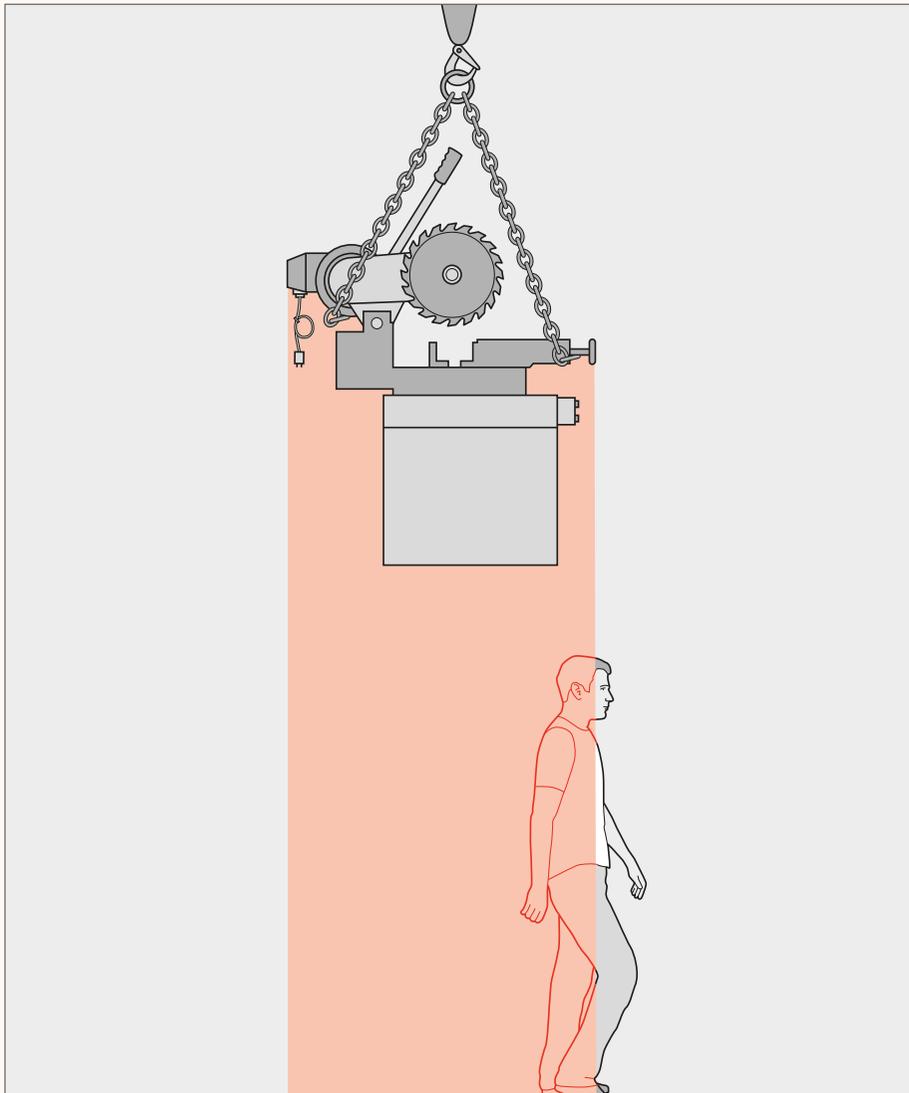


Person im Gefährdungsbereich der angehobenen Kreissäge  
Abbildung 26, Seite 33



Verortung des Schadensausmasses in der Risikomatrix  
Abbildung 27, Seite 33

**26** **Abbildung 26**  
**Person im Gefährdungsbereich der angehobenen Kreissäge**



**27** **Abbildung 27**  
**Verortung des Schadensausmasses in der Risikomatrix**



### Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens

Nach der Methode Suva wird die Eintrittswahrscheinlichkeit in folgende Stufen unterteilt:

- A häufig** = sicheres Eintreten in kurzer Zeit
- B gelegentlich** = sicheres Eintreten nach einiger Zeit
- C selten** = Eintreten möglich
- D unwahrscheinlich** = nicht wahrscheinliches Eintreten
- E praktisch unmöglich** = so unwahrscheinlich, dass die Wahrscheinlichkeit nahezu null beträgt

Die Wahrscheinlichkeit bezieht sich immer auf eine Zeiteinheit, in der Regel die Lebensdauer der Maschine. Anhaltspunkte für die Schätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit liefern zum einen die Erfahrungen mit bereits in Betrieb stehenden ähnlichen Maschinen (Geschichten von Unfällen und Zwischenfällen). Zum anderen kann die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens geschätzt werden durch die Bestimmung ihrer drei Elemente:

- Gefährdungsexposition von Personen (E)
- Eintrittswahrscheinlichkeit von Gefährdungsereignissen (G)
- Möglichkeit den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen (V)

### Gefährdungsexposition von Personen (E)

Sie ermitteln die Gefährdungsexposition, indem Sie die Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts von Personen im Gefährdungsbereich bestimmen. Konkret wird die mittlere Zeitspanne  $t$  zwischen den einzelnen Gefährdungsexpositionen betrachtet und in fünf Stufen kategorisiert. Jeder Stufe ist ein Gewichtungswert zugeordnet, der für die spätere Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit benötigt wird.

Aufenthalt eines Körperteils

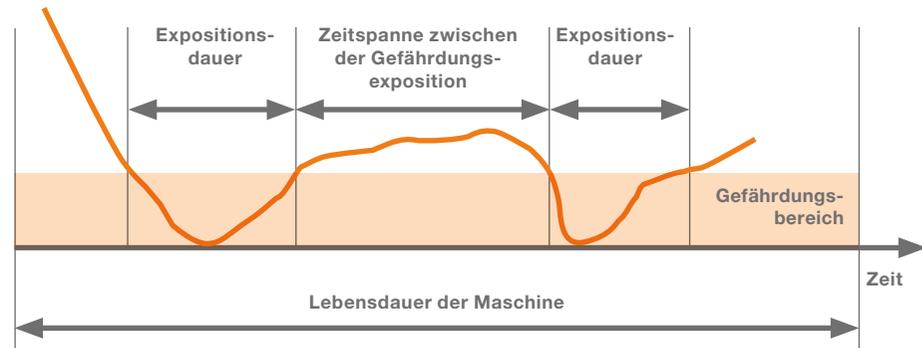


Abbildung 28

Veranschaulichung der für die Betrachtung relevanten mittleren Zeitspanne  $t$  zwischen der Exposition

Mittlere Zeitspanne $t$ zwischen der Gefährdungsexposition	Gewichtung der Stufe
$t \leq 1$ Stunde	5
1 Stunde $< t \leq 1$ Tag	5
1 Tag $< t \leq 2$ Wochen	4
2 Wochen $< t \leq 1$ Jahr	3
$t > 1$ Jahr	2

Wenn die Expositionsdauer kürzer ist als 10 Minuten, darf die Gewichtung der nächstunteren Stufe verwendet werden.

Tabelle 5

Stufen und zugeordnete Gewichtung der Gefährdungsexposition von Personen

Folgende Faktoren sind für die Ermittlung der Gefährdungsexposition zu beachten:

- Notwendigkeit des Zugangs zum Gefährdungsbereich (Normalbetrieb, Korrektur einer Fehlfunktion, Instandhaltung, Reparatur usw.)
- Art des Zugangs (manuelle Materialzuführung, Prozessbeobachtung, Korrektur von Fehlfunktionen usw.)
- Anzahl Personen, für die ein Zugang erforderlich ist
- Zuverlässigkeit von Schutzmassnahmen
- Möglichkeit die Schutzmassnahmen wirkungslos zu machen oder zu umgehen (Anreiz, wenn Schutzmassnahmen die Funktion oder die Bedienungsfreundlichkeit der Maschine übermässig beeinträchtigen)
- Benutzerinformation bezüglich der Lage der Gefährdungsbereiche, Art der Gefährdung und die Konsequenzen der Restrisiken

### Eintrittswahrscheinlichkeit von Gefährdungseignissen (G)

Sie ermitteln die Eintrittswahrscheinlichkeit von Gefährdungseignissen, indem Sie die Häufigkeit und Dauer bestimmen, während der die Gefährdung aktiv ist. Eine Gefährdung kann zum Beispiel dauernd (Gefahrstoff) oder häufig (für die Funktion erforderlich, zum Beispiel Strom für den Antriebsmotor) auftreten. Die Gefährdung kann aber auch nur im Fehlerfall aktiv sein (Bruch eines Schleifkörpers, unerwarteter Anlauf infolge Fehler in der Startfunktion).

Weiter ist zu beurteilen, ob die Aktivität der Gefährdung mit der Anwesenheit einer Person in ihrem Gefährdungsbereich zusammenfällt. Besonders technische und ergänzende Schutzmassnahmen verhindern, dass sich eine Person oder etwa ein Körperteil im Bereich einer aktiven Gefährdung befinden kann (siehe auch Kapitel 9.2).

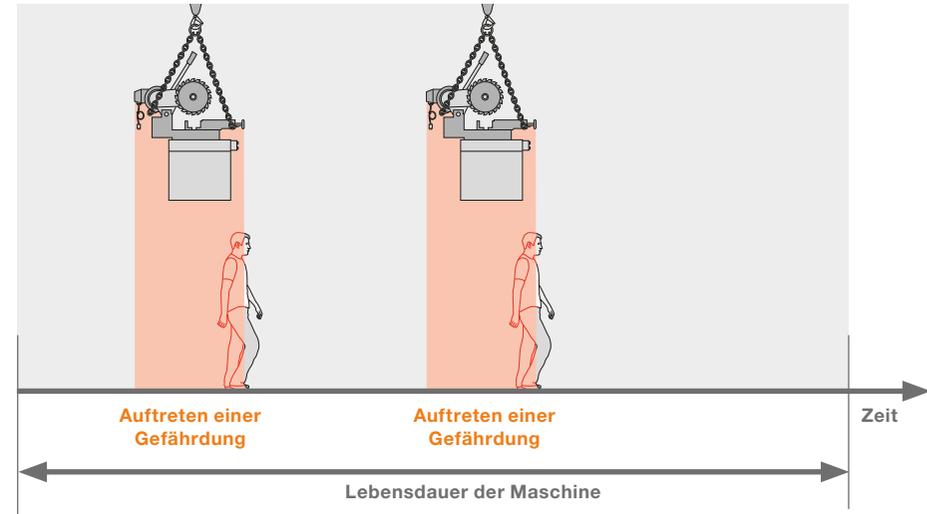


Abbildung 29

Auftreten einer nicht dauernd aktiven Gefährdung während der Lebensdauer einer Maschine

Die Methode Suva teilt die Wahrscheinlichkeit eines Gefährdungseignisses in fünf Stufen auf. Die Stufe entspricht hier dem zur Bestimmung der Schadenseintrittswahrscheinlichkeit benötigten Gewichtungswert.

<b>Wahrscheinlichkeit des Gefährdungseignisses</b>	vernachlässigbar	selten	möglich	wahrscheinlich	sehr wahrscheinlich
<b>Gewichtung der Stufe</b>	1	2	3	4	5

Tabelle 6

Die fünf Stufen der Wahrscheinlichkeit eines Gefährdungseignisses mit der zugehörigen Gewichtung

Bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines Gefährdungsereignisses sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- ergonomische Gestaltung der Maschine (Einfluss auf Tätigkeiten wie Beschickung, Bedienung, Eingriffe in die Maschine unter Berücksichtigung von Belastungen durch die Persönliche Schutzausrüstung)
- Eigenschaften der Bedienpersonen, die Einfluss auf deren Ermüdung haben (Geschlecht, Alter, Behinderungen usw.)
- Unfallgeschichten, bekannte Gefährdungsereignisse von Maschinen mit Gefährdungssituationen, die ein vergleichbares Risiko aufweisen

#### Möglichkeit den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen (V)

Die Methode Suva unterscheidet hier drei Stufen, denen Gewichtungswerte gemäss Tabelle 7 zugeordnet werden.

Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens	Gewichtung der Stufe
unmöglich	5
möglich	3
wahrscheinlich	1

**Tabelle 7**

Stufen und Gewichtung der Möglichkeit, einen Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen

Folgende Faktoren sind zu beachten:

- wie schnell eine Gefährdungssituation zu einem Schaden führen kann (plötzlich, rasch, langsam)
- Ausbildung der Personen, die den Gefährdungen ausgesetzt sein können (qualifiziert, unqualifiziert)
- Risikobewusstsein (Benutzerinformationen, direkte Wahrnehmung, Warnzeichen und Anzeigergeräte an der Maschine)

- menschliche Fähigkeiten den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen (Reflexe, Beweglichkeit, Möglichkeit des Entkommens)
- praktische Erfahrungen und Kenntnisse (zum Beispiel in Bezug auf die Maschine oder die Gefährdung)

**Wenn Unfalldaten fehlen, garantiert dies weder eine geringe Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Unfällen noch ein geringes Ausmass nötiger Schutzmassnahmen.**

#### Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens bestimmen

Die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens wird nun mit Hilfe von Tabelle 10 ermittelt. Die Gewichtungswerte der zuvor bestimmten Stufen der einzelnen Elemente E, G und V müssen dazu einfach zusammengezählt werden. Die Zuordnung kann auch in einer Matrix (Abbildung 30) dargestellt werden.

Stufen der Wahrscheinlichkeit	Summer der Gewichtungen
<b>A häufig</b> = sicheres Eintreten in kurzer Zeit	14 – 15
<b>B gelegentlich</b> = sicheres Eintreten nach einiger Zeit	11 – 13
<b>C selten</b> = Eintreten möglich	8 – 10
<b>D unwahrscheinlich</b> = unwahrscheinliches Eintreten	5 – 7
<b>E praktisch unmöglich</b> = so unwahrscheinlich, dass die Wahrscheinlichkeit nahezu null beträgt	4

**Tabelle 8**

Zuordnung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens zur Summe der Gewichtungen von Gefährdungsexposition, Wahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses und Möglichkeit zur Begrenzung oder Vermeidung des Schadens.

**Gefährdungsexposition von Personen (Zeitspanne zwischen der Exposition t)**

t ≤ 1 Stunde	5	B	B	B	A	A
		C	C	B	B	B
		D	C	C	C	B
1 Stunde < t ≤ 1 Tag	5	B	B	B	A	A
		C	C	B	B	B
		D	C	C	C	B
1 Tag < t ≤ 2 Wochen	4	C	B	B	B	A
		C	C	C	B	B
		D	D	C	C	C
2 Wochen < t ≤ 1 Jahr	3	C	C	B	B	B
		D	C	C	C	B
		D	D	D	C	C
t > 1 Jahr	2	C	C	C	B	B
		D	D	C	C	C
		E	D	D	D	C
		1	2	3	4	5
		vernachlässigbar	selten	möglich	wahrscheinlich	sehr wahrscheinlich
		<b>Eintritt von Gefährdungsereignissen</b>				

**Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens:**

- 5 unmöglich
- 3 möglich
- 1 wahrscheinlich

**Abbildung 30**

Matrix zur Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens aus der Gefährdungsexposition, der Wahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses und der Möglichkeit zur Begrenzung oder Vermeidung des Schadens.

### Beispiel Kreissäge – Gefährdungssituation «angehobene Maschine»

#### Schätzen der Eintrittswahrscheinlichkeit

Die folgenden Tabellen und Matrizes veranschaulichen das Vorgehen in diesem Fall. Für die Dokumentation der Risikobeurteilung ist Tabelle 9 nicht erforderlich.



Ermittlung Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens, Gefährdungssituation «angehobene Maschine», ohne Schutzmassnahmen  
Tabelle 9, Seiten 38-39



Matrix zur Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens für die Gefährdungssituation «angehobene Maschine»  
Abbildung 31, Seite 40



Verortung des Risikos für die Gefährdungssituation «angehobene Maschine» in der Risikomatrix  
Abbildung 32, Seite 41



Dokumentation: Risiko der Gefährdungssituation, in der sich eine Person unter der angehobenen Kreissäge befindet  
Tabelle 10, Seite 42

**Tabelle 9****Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens für die Gefährdungssituation «angehobene Maschine» ohne Schutzmassnahmen**

<b>Gefährdungsexposition von Personen</b>		
Notwendigkeit des Zugangs zum Gefährdungsbereich (Normalbetrieb, Korrektur einer Fehlfunktion, Instandhaltung, Reparatur etc.)	kein Zugang erforderlich	
Art des Zugangs (manuelle Materialzuführung, Prozessbeobachtung, Korrektur von Fehlfunktionen etc.)	unbeabsichtigter Zugang unterhalb der hängenden Kreissäge	
Anzahl Personen, für die ein Zugang erforderlich ist	0	
Zuverlässigkeit von Schutzmassnahmen	–	
Möglichkeit die Schutzmassnahmen wirkungslos zu machen oder zu umgehen (Anreiz, wenn Schutzmassnahmen die Funktion oder die Bedienungsfreundlichkeit der Maschine übermässig beeinflussen)	–	
Benutzerinformation bezüglich der Lage der Gefährdungsbereiche, Art der Gefährdung und die Konsequenzen der Restrisiken	–	
<b>Stufen der Zeitspanne zwischen der Gefährdungsexposition</b>		<b>Gewichtung der Stufe</b>
$t \leq 1$ Stunde		5
1 Stunde $< t \leq 1$ Tag	Wenn die Expositionsdauer kürzer als 10 Minuten ist, darf die Gewichtung der nächstunteren Stufe verwendet werden.	5
1 Tag $< t \leq 2$ Wochen		4
2 Wochen $< t \leq 1$ Jahr		3
$t > 1$ Jahr		2

### Eintritt von Gefährdungsereignissen

Aktivität der Gefährdung ist dauernd vorhanden (Gefahrstoff) oder häufig vorhanden (für Funktion erforderlich, wie z.B. Strom für den Antriebsmotor)	Aktivität ist weder häufig noch dauernd vorhanden
Aktivität der Gefährdung ist nur im Fehlerfall vorhanden (Bruch eines Schleifkörpers, unerwarteter Anlauf infolge Fehler in der Startfunktion) und erreichbar (Defekt einer Schutzeinrichtung oder einer Energietrenneinrichtung etc.)	Aktivität ist im Fehlerfall kurz vorhanden, Festigkeit der Anschlagpunkte sind nicht überprüft
Ergonomische Gestaltung (Beschickung, Bedienung, Eingriffe in die Maschine unter Berücksichtigung der Belastungen infolge persönlicher Schutzausrüstungen)	–
Ermüdungsbezogene Aspekte der betroffenen Personen (Geschlecht, Alter, Behinderung etc.)	–
Unfallgeschichten, bekannte Gefährdungsereignisse von Maschinen mit Gefährdungssituationen, welche eine vergleichbares Risiko aufweisen	bekannt
<b>Stufen der Wahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses</b>	<b>Gewichtung der Stufe</b>
sehr wahrscheinlich	5
wahrscheinlich	4
möglich	3
selten	2
vernachlässigbar	1

### Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens

Wie schnell eine Gefährdungssituation zu einem Schaden führen kann (plötzlich, rasch, langsam)	plötzlich
Ausbildung der Personen, die den Gefährdungen ausgesetzt sein können (qualifiziert, unqualifiziert)	unqualifiziert
Risikobewusstsein (Benutzerinformationen, direkte Wahrnehmung, Warnzeichen und Anzeigegegeräte an der Maschine)	keine direkte Wahrnehmung
Menschliche Fähigkeiten den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen (z.B. Reflexe, Beweglichkeit, Möglichkeit des Entkommens)	betroffene Person hat keine Möglichkeit zu entkommen
Praktische Erfahrungen und Kenntnisse (z.B. in Bezug auf die Maschine oder der Gefährdung, keine Erfahrungen)	bekannt
<b>Stufen der Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens</b>	<b>Gewichtung der Stufe</b>
unmöglich	5
möglich	3
wahrscheinlich	1



**Abbildung 31**

**Matrix zur Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens für die Gefährdungssituation «angehobene Maschine»**

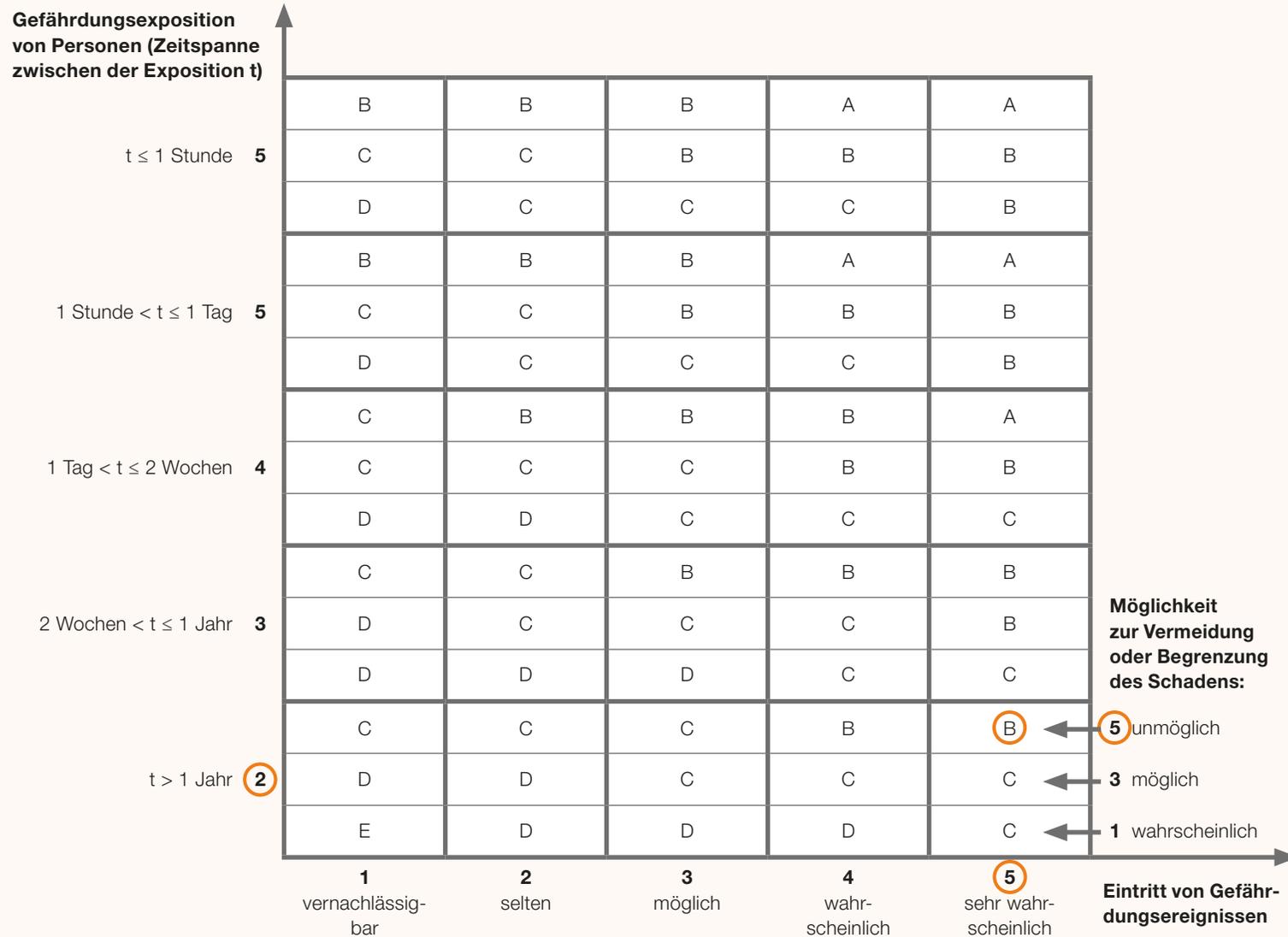
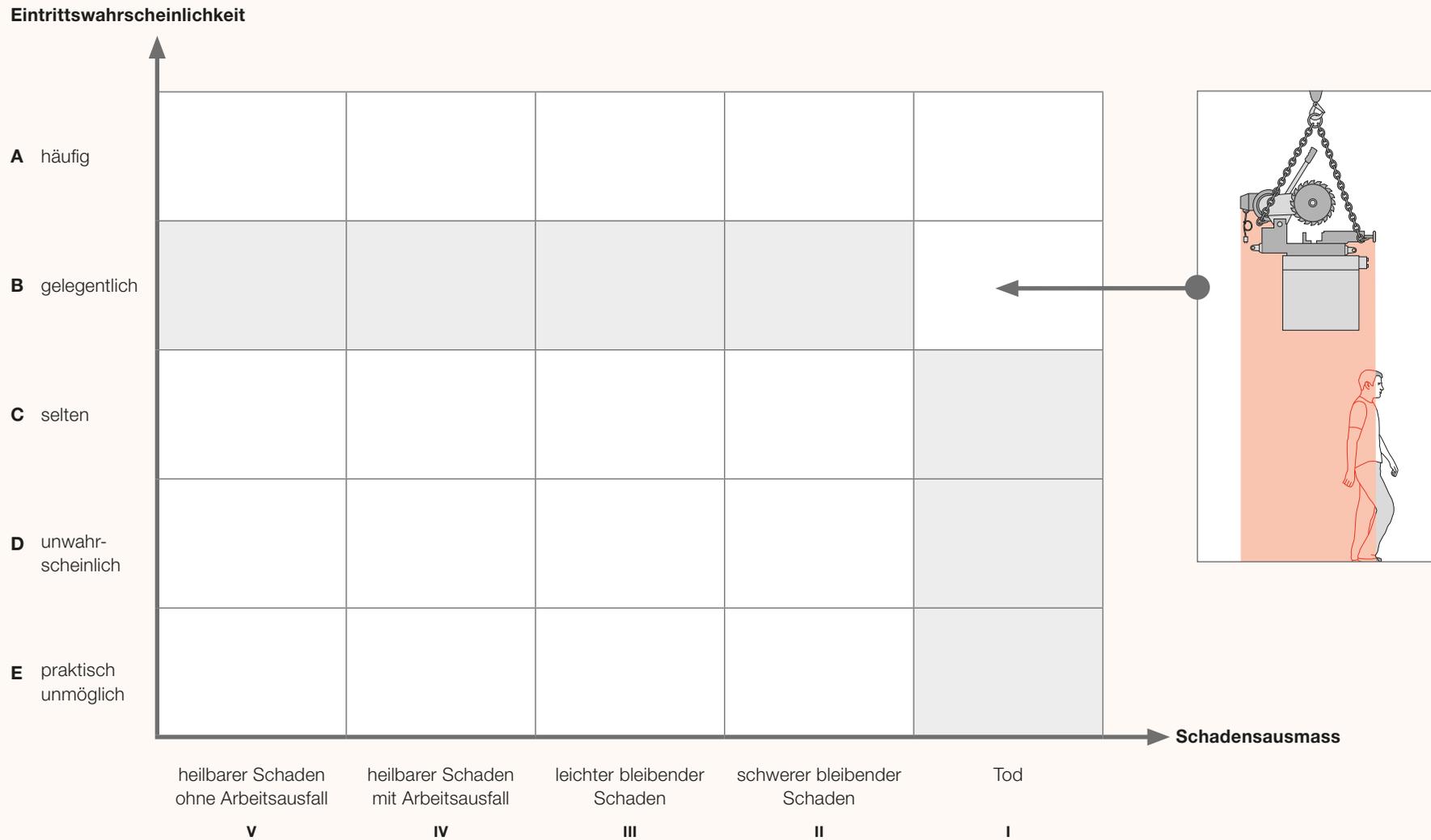




Abbildung 32

Verortung des Risikos für die Gefährdungssituation «angehobene Maschine» in der Risikomatrix





**Tabelle 10**

**Dokumentation: Risiko der Gefährdungssituation, in der sich eine Person unter der angehobenen Kreissäge befindet**

<b>Maschine:</b> Kreissäge	<b>Serie / Typ:</b> KS 250	<b>Seriennummer:</b> 001	<b>Räumliche Grenzen in Zeichnung-Nr.:</b> 4.2436.23	<b>Ersteller:</b> Hans Muster
				<b>Datum:</b> 15.11.2016

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Transport								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Kreissäge mittels Anschlagmittel mit Hebezeug verbinden														
2	Kreissäge heben	2.1	herabfallende Gegenstände	Rumpferletzung	I	B	2 5 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ungenügende Festigkeit der Anschlagpunkte</li> <li>• ungeeignete Anschlagpunkte</li> <li>• ungenügende Festigkeit des Anschlagmittels</li> <li>• ungenügende Festigkeit des Hebemittels</li> </ul>							

**Legende**

**Schadensausmass S**

- I Tod
- II schwerer bleibender Gesundheitsschaden
- III leichter bleibender Gesundheitsschaden
- IV heilbarer Gesundheitsschaden mit Arbeitsausfall
- V heilbarer Gesundheitsschaden ohne Arbeitsausfall

**Wahrscheinlichkeit W (E+G+V)**

- A häufig (14, 15)
- B gelegentlich (11 – 13)
- C selten (8 – 10)
- D unwahrscheinlich (5 – 7)
- E praktisch unmöglich (4)

**Gefährdungsexposition E**

- 5 t ≤ 1 Stunde
- 5 1 Stunde < t ≤ 1 Tag
- 4 1 Tag < t ≤ 2 Wochen
- 3 2 Wochen < t ≤ 1 Jahr
- 2 t > 1 Jahr
- t: Zeitspanne zwischen der Exposition

**Eintritt des Gefährdungereignisses G**

- 1 vernachlässigbar
- 2 selten
- 3 möglich
- 4 wahrscheinlich
- 5 sehr wahrscheinlich

**Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens V**

- 5 unmöglich
- 3 möglich
- 1 wahrscheinlich

- T inhärent sichere Konstruktion, technische und ergänzende Schutzmassnahme
- B Information in Betriebsanleitung: Hinweis auf Restrisiken, persönliche Schutzausrüstung, Ausbildung

## 8.4 Risiko bewerten

Durch die Bewertung der Risiken ist

- zu entscheiden, welche Gefährdungssituationen eine weitere Risikominderung erfordern und
- zu ermitteln, ob die erforderliche Risikominderung erreicht wurde, ohne weitere Gefährdungen zu erzeugen oder andere Risiken zu erhöhen

Werden Schutzmassnahmen vorgesehen, ist zu untersuchen, ob sie das Risiko nachweislich senken. Falls auch nach Umsetzung der Schutzmassnahmen noch ein Risiko (Restrisiko) verbleibt, ist dies in der Risikobeurteilung zu dokumentieren. Bei Gefährdungssituationen mit extrem geringen Risiko, muss dieses nicht gemindert werden. Solche Risiken sind jedoch zu dokumentieren (z. B. mit Angaben zu tolerierbaren Oberflächentemperaturen, Grenzwerte für Kraft und Flächenpressung). Geben Sie falls möglich relevante Normen an, in denen diese Risiken als zumutbar erwähnt sind.

### Konformitätsvermutung durch harmonisierte Normen

Mit der Risikobewertung ist sicherzustellen, dass die relevanten gelisteten Normen beachtet werden oder das Sicherheitsniveau dieser Normen mit anderen Schutzmassnahmen erfüllt werden. Klären Sie deshalb ab, ob für die zu beurteilende Maschine eine Typ-C-Norm existiert. Falls nicht, müssen die Typ-A-Norm EN ISO 12100 und gegebenenfalls zusätzliche Typ-B-Normen verwendet werden.

Die Excel-Vorlage auf [www.suva.ch/risikobeurteilung](http://www.suva.ch/risikobeurteilung) enthält Tabellen, mit deren Hilfe Sie relevante Typ-B-Normen in Abhängigkeit von Gefährdungen und Ursachen ermitteln können. **Damit gewährleistet ist, dass eine aktuell gelistete Norm verwendet wird, ist stets die aktuelle Veröffentlichung der Titel und Bezugsnummern von harmonisierten Normen im Amtsblatt der Europäischen Union<sup>6</sup>** zu beachten.

---

<sup>6</sup> Link dazu auf [www.suva.ch/certification](http://www.suva.ch/certification) unter «Beispiele für Baumusterprüfungen».

### Wann ist eine Risikominderung hinreichend?

Die Risikominderung ist hinreichend, wenn unter Berücksichtigung des Stands der Technik zumindest die gesetzlichen Anforderungen beachtet wurden und die folgenden Kriterien erfüllt sind:

- Es wurde ein dreistufiges Verfahren der Risikominderung durchgeführt (1. inhärent sichere Konstruktion, 2. technische Schutzmassnahmen und ergänzende Schutzmassnahmen, 3. Benutzerinformation).
- Alle Betriebsbedingungen und Eingriffsmöglichkeiten wurden berücksichtigt.
- Alle Gefährdungen wurden beseitigt oder die Risiken wurden gemindert, soweit dies praktisch umsetzbar ist.
- Gefährdungen, die von ergriffenen Schutzmassnahmen erzeugt werden, wurden berücksichtigt.
- Die Benutzer werden über die Restrisiken informiert und gewarnt. Die gewählten Schutzmassnahmen sind miteinander vereinbar.
- Es wurden auch die Folgen berücksichtigt, die sich aus dem Gebrauch einer für den gewerblichen/industriellen Einsatz konstruierten Maschine in einem nicht gewerblichen/industriellen Bereich ergeben.
- Die gewählten Schutzmassnahmen beeinflussen die Arbeitsbedingungen des Bedieners und die Benutzerfreundlichkeit nicht negativ.

### **Risikovergleich**

Wenn für eine Maschine keine Typ-C-Norm vorhanden ist, können Sie die Risikobewertung auch durch einen Vergleich mit den Risiken ähnlicher Maschinen vornehmen. Dazu müssen aber folgende Kriterien erfüllt sein:

- Die vergleichbare Maschine entspricht der relevanten Typ-C-Norm.
- Die bestimmungsgemäße Verwendung, die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung und die Art der Konstruktion und Herstellung beider Maschinen sind vergleichbar.
- Die Gefährdungen und Risikoelemente sind vergleichbar.
- Die technischen Spezifikationen sind vergleichbar.
- Die Einsatzbedingungen sind vergleichbar.

Die Bewertung des Risikos nach dem Ergreifen von Schutzmassnahmen ist im Kapitel 9.3 dargestellt.

---

#### **Beispiel Kreissäge**

##### **Bewertung des Risikos durch die angehobene Maschine vor dem Ergreifen von Schutzmassnahmen**

Da am Funktionsmodell noch keine Schutzmassnahmen vorhanden sind, ist eine Risikominderung erforderlich.

---

# 9 Risiko mindern

Berücksichtigen Sie bei der Risikominderung die folgenden vier Aspekte mit folgender Priorität.

1. Sicherheit der Maschine in sämtlichen Phasen ihrer Lebensdauer
2. Fähigkeit der Maschine, ihre Funktion auszuführen
3. Benutzerfreundlichkeit der Maschine
4. Herstellungs-, Betriebs- und Demontagekosten der Maschine

Mit oberster Priorität ist die Gefährdung zu beseitigen. Falls dies nicht möglich ist, müssen beide Elemente des Risikos (Schadensausmass und Eintrittswahrscheinlichkeit) gemindert werden.

Durch Bestimmen der Ursachen und Kenntnis der Risikoelemente aus der Risikoeinschätzung können Sie mit Hilfe der harmonisierten Normen geeignete Schutzmassnahmen festlegen.

Bei der Wahl der Schutzmassnahmen ist das in den folgenden Abschnitten beschriebene Drei-Stufen-Verfahren anzuwenden.

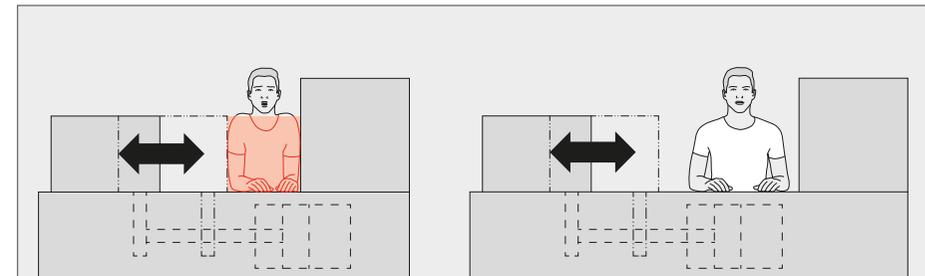
## 9.1 Inhärent sichere Konstruktion (Stufe 1)

Der Begriff «inhärent» bedeutet «anhaftend, innewohnend». Eine inhärent sichere Konstruktion beseitigt Gefährdungen oder vermindert Risiken durch Konstruktionsmerkmale der Maschine selbst und/oder Wechselwirkungen zwischen den gefährdeten Personen und der Maschine. Die inhärenten Schutzmassnahmen bleiben mit grosser Wahrscheinlichkeit während der ganzen Lebensdauer der Maschine wirksam.

Eine inhärent sichere Konstruktion ist der erste und wichtigste Schritt der Risikominderung,

- da inhärent sichere Schutzmassnahmen die einzige Möglichkeit sind, Gefährdungen ganz zu beseitigen
- da im Gegensatz zu inhärent sicheren Schutzmassnahmen auch gut konzipierte technische Schutzmassnahmen versagen oder umgangen werden können und Benutzerinformationen eventuell nicht befolgt werden

Detaillierte Angaben zu allen Schutzmassnahmen, die zur inhärent sicheren Konstruktion gehören, finden Sie im Kapitel 6.2 der Norm EN ISO 12100.



**Abbildung 33**

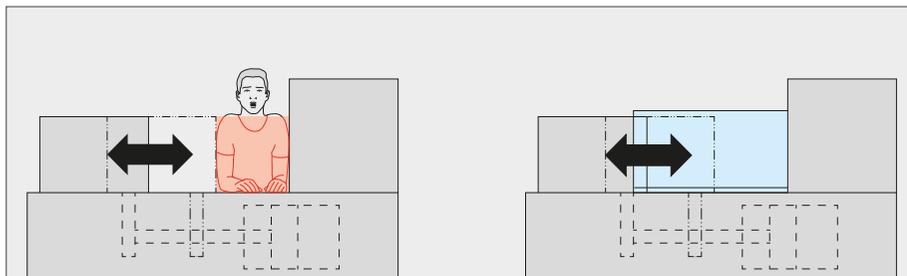
Beseitigen einer Gefährdung (Quetschstelle) durch inhärent sichere Konstruktion (Konstruktionsmerkmal: Verlängerung eines Maschinenteils)

## 9.2 Technische und ergänzende Schutzmassnahmen (Stufe 2)

Kann eine inhärent sichere Konstruktion Gefährdungen nicht beseitigen oder Risiken nicht ausreichend mindern, müssen technische Schutzmassnahmen ergriffen werden. Diese umfassen trennende und nichttrennende Schutzeinrichtungen.

### Was ist trennend, was nichttrennend?

Trennende Schutzeinrichtungen wie Verschaltungen, verriegelte trennende Schutzeinrichtungen oder einstellbare trennende Schutzeinrichtungen bilden physische Barrieren, die den Zugang zum Gefährdungsbereich verhindern. Im Gegensatz dazu stellen nichttrennende Schutzeinrichtungen wie Lichtgitter, Zweihandschaltung etc.) keine physischen Barrieren dar. Der Zugang zum Gefährdungsbereich ist mit diesen Schutzmassnahmen jederzeit möglich. Deshalb müssen nichttrennende Schutzeinrichtungen die Gefährdung ausschalten, bevor der Gefährdungsbereich erreicht wird.



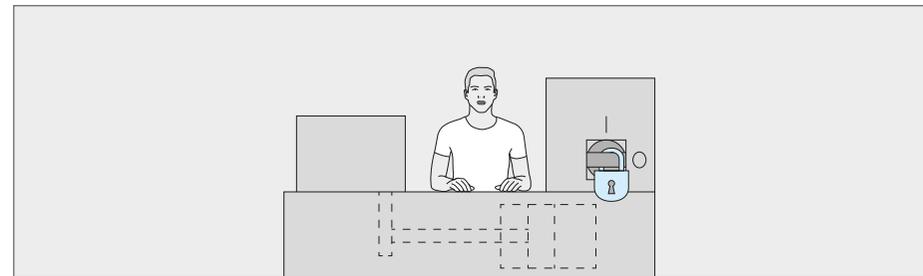
**Abbildung 34**

Feststehende trennende Schutzeinrichtung (technische Schutzeinrichtung)

Zu den nichttrennenden Schutzeinrichtungen zählen auch Massnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit (wie Verankerungsbolzen oder Bewegungsbegrenzer) sowie Überlast- und Momentüberwachungen.

### Ergänzende Schutzmassnahmen

Bei Bedarf müssen zusätzliche ergänzende Schutzmassnahmen (zum Beispiel Einrichtungen für das Stillsetzen im Notfall) getroffen werden. Ergänzende Schutzmassnahmen dürfen jedoch nie anstelle von technischen Schutzmassnahmen eingesetzt werden.



**Abbildung 35**

Abschliessbare Energietrenneinrichtung (ergänzende Schutzeinrichtung)

### Einfluss der Schutzmassnahmen auf die Benutzerfreundlichkeit

Technische und ergänzende Schutzmassnahmen trennen Personen von der Wirkung einer Gefährdung. Deshalb muss bei der Wahl der Schutzmassnahme berücksichtigt werden, welche Eingriffe in die Maschine notwendig sind und ob diese durch die Schutzmassnahme behindert werden. Dies sowohl für die bestimmungsgemässe Verwendung als auch für eine vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine.

### **Wirkung von Schutzmassnahmen auf das Risiko**

Technische und ergänzende Schutzmassnahmen haben keinen Einfluss auf die Gefährdung an und für sich. Sie verhindern lediglich das Gefährdungsereignis. Beim Versagen dieser Schutzmassnahmen ist der gleiche Schaden möglich, der ohne sie eintreten würde. Deshalb haben technische und ergänzende Schutzmassnahmen nur einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit des Schadens, nicht aber auf das Schadensausmass.

### **Wahl der richtigen Massnahmen**

Bei der Wahl und der Gestaltung von technischen Schutzmassnahmen und ergänzenden Schutzmassnahmen ist Folgendes zu beachten:

- Ermitteln und berücksichtigen Sie die Umstände, die einen Ausfall der Schutzmassnahme zur Folge haben könnten (Angaben zu Ausfällen der Sicherheitsfunktionen von Steuerungen siehe Anhang D).
- Vermeiden Sie es möglichst, dass Schutzmassnahmen Produktion und Bedienung behindern.
- Verhindern Sie das Ausschalten und Umgehen der Schutzmassnahme.
- Gewährleisten Sie eine ausreichende Lebensdauer der Schutzmassnahme.
- Wählen Sie Schutzmassnahmen, die einfach im korrekten Betriebszustand gehalten werden können. Ansonsten könnte dies ein Anreiz sein, die Schutzmassnahme wirkungslos zu machen oder zu umgehen.
- Vergleichen Sie die vorgesehene Schutzmassnahme mit alternativen Schutzmassnahmen mit dem Verfahren der Risikoeinschätzung.

Detaillierte Angaben zu allen technischen und ergänzenden Schutzmassnahmen finden Sie im Kapitel 6.3 der Norm EN ISO 12100

### **9.3 Benutzerinformation (Stufe 3)**

Falls trotz inhärent sicherer Konstruktion und dem Einsatz technischer und ergänzender Schutzmassnahmen Risiken verbleiben, muss die Benutzerinformation auf jegliche Restrisiken hinweisen und mindestens Folgendes enthalten:

- Arbeitsverfahren, die beim sicheren Einsatz der Maschine anzuwenden sind
- erforderliche Ausbildung des Bedienungspersonals sowie der weiteren Personen, die den Gefährdungen der Maschine ausgesetzt sind
- Angaben einschliesslich Warnhinweisen zu den Restrisiken in allen Lebensphasen der Maschine
- Beschreibung der empfohlenen Persönlichen Schutzausrüstung und die Einzelheiten zu deren Benutzung sowie die dafür erforderliche Ausbildung

**Die Benutzerinformation darf kein Ersatz für inhärent sichere Konstruktion, technische Schutzmassnahmen oder ergänzende Schutzmassnahmen sein.**

Benutzerinformationen haben im Vergleich zu inhärent sicherer Konstruktion, technischen Schutzmassnahmen und ergänzenden Schutzmassnahmen eine relativ geringe Zuverlässigkeit. Dies ist bei Risikoeinschätzung zu berücksichtigen.

Detaillierte Angaben zum Thema Benutzerinformation finden Sie im Kapitel 6.4 der Norm EN ISO 12100.

## 9.4 Ablauf des Drei-Stufen-Verfahrens

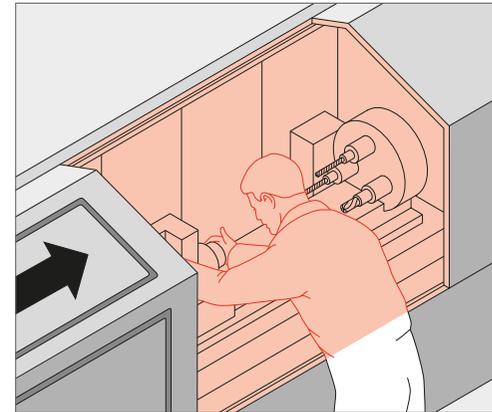
Im Drei-Stufen-Verfahren ist nach jeder Stufe zu beurteilen, ob die vorgesehene Risikominderung durch die gewählten Schutzmassnahmen erreicht wird. Falls nicht, sind Schutzmassnahmen der nächsten Stufe umzusetzen. Lässt sich die vorgesehene Risikominderung auch nach der dritten Stufe nicht erreichen, müssen die Grenzen der Maschine neu festgelegt werden.

---

### **36** Ablaufschema Risikominderung (dreistufiger iterativer Prozess)

Abbildung 36, Seite 49

Ebenfalls zu untersuchen ist, ob durch die gewählten Schutzmassnahmen neue Gefährdungen entstehen. Trifft dies zu, müssen die Risiken dieser Gefährdungen eingeschätzt, bewertet und gegebenenfalls gemindert werden.



**Abbildung 37**

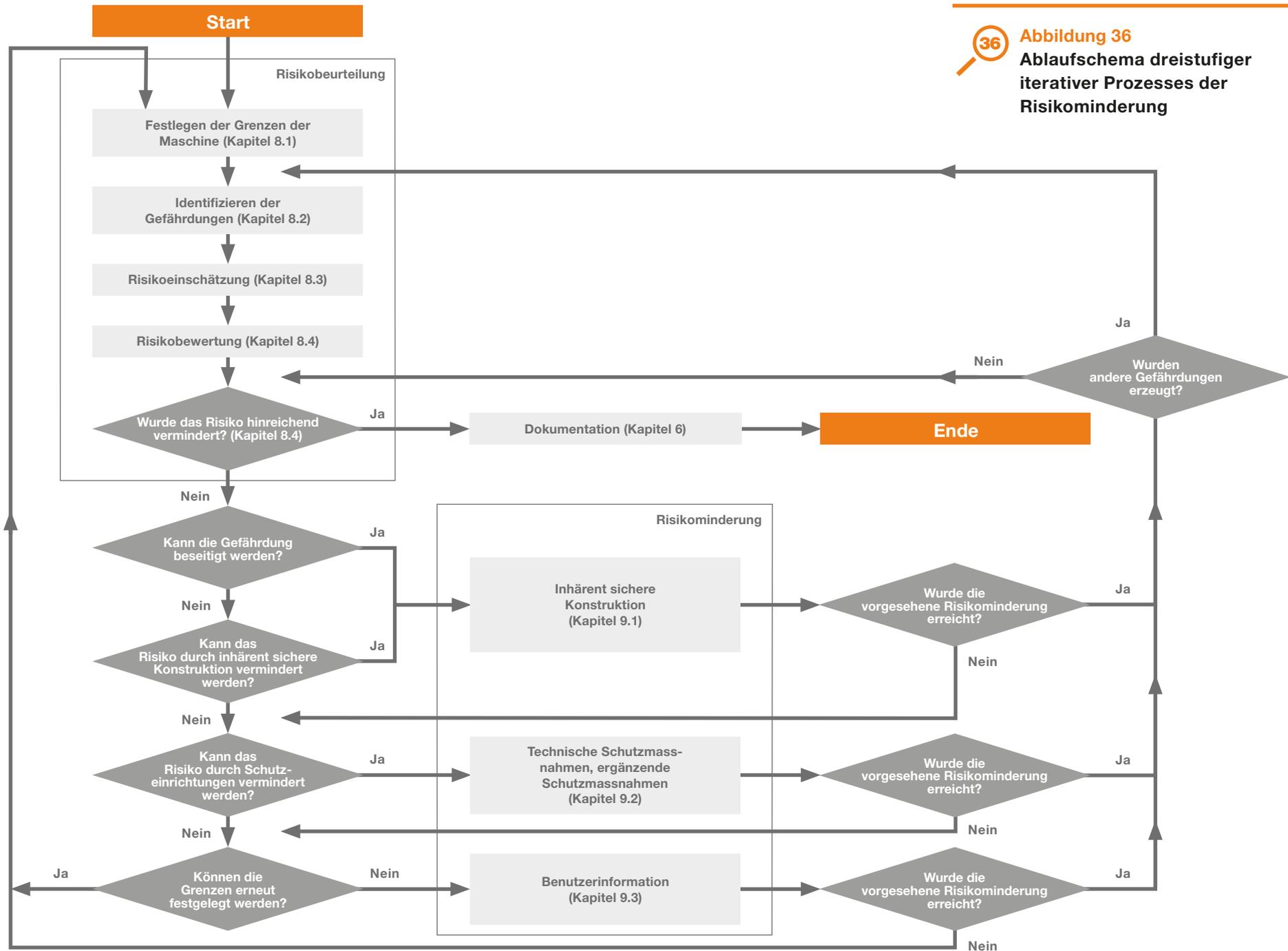
Beispiel einer kraftbetriebenen, trennenden Schutzeinrichtung, die eine neue Gefährdung verursacht (Quetschstelle am Schliessspalt)

Das Verfahren der Risikominderung ist abgeschlossen, wenn die Bewertung des Restrisikos als hinreichend beurteilt werden kann.

### **Schutzmassnahmen und das Risiko langfristiger Gesundheitsschäden**

Wie unter 9.2 erwähnt, mindern technische und ergänzende Schutzmassnahmen sowie die Benutzerinformation bei akuten Verletzungen nur die Wahrscheinlichkeit des Schadens, nicht aber dessen Ausmass. Denn diese Schutzmassnahmen können versagen. Trennende Schutzeinrichtungen vermindern die Gefährdungsexposition. Nichttrennende Schutzeinrichtungen senken die Wahrscheinlichkeit des Gefährdungereignisses. Im Fall von Gesundheitsschädigungen, die durch langfristige Exposition gegenüber einer Gefährdung entstehen, sind solche Schutzeinrichtungen aber auch in der Lage, das Schadensausmass zu mindern.

**36** **Abbildung 36**  
**Ablaufschema dreistufiger**  
**iterativer Prozesses der**  
**Risikominderung**



### **Risikominderung bei Schutzmassnahmen mit Sicherheitsfunktionen von Steuerungen**

Schutzmassnahmen können Sicherheitsfunktionen von Steuerungen beinhalten. (Beispiel: Verriegelung einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung). Dabei ist die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass ein Fehler in der Sicherheitsfunktion auftreten könnte. In den Normen EN ISO 13849-1 und EN 62061 finden Sie Angaben über die Eignung von Sicherheitsfunktionen abhängig vom vorliegenden Risiko (Risiko vor dem Ergreifen der Schutzmassnahme). Um die Normen anwenden zu können werden die folgenden Informationen benötigt:

- Grenzen der Maschine
- Elemente des Risikos der betrachteten Gefährdungssituation (Schadensausmass, Gefährdungsexposition von Personen, Eintritt eines Gefährdungsereignisses, Möglichkeit zu Vermeidung oder Begrenzung des Schadens)
- Leistungsanforderung an die Schutzmassnahme (Beispiel: Stoppen des Antriebs, wenn eine bewegliche trennende Schutzeinrichtung geöffnet wird)

Damit können Sie die Leistungsanforderung an die Sicherheitsfunktion der Steuerung ermitteln (erforderlicher Performance-Level PLr, Sicherheits-Integritätslevel SIL). Wie dafür vorzugehen ist, ist im Anhang D beschrieben.

Nach der Anwendung der Normen EN ISO 13849-1 bzw. EN 62061 liegen folgende Angaben vor:

- Bestätigung, dass die beabsichtigte Risikominderung durch die Schutzmassnahme (inklusive Steuerungssystem) erreicht wird.
- Technische Dokumentation zum Einbau der Schutzmassnahme in die Konstruktion der Maschine
- Benutzerinformation



### **Zusammenhang zwischen der Risikobeurteilung nach EN ISO 12100 und EN ISO 13849-1 bzw. EN 62061**

Abbildung 38, Seite 51

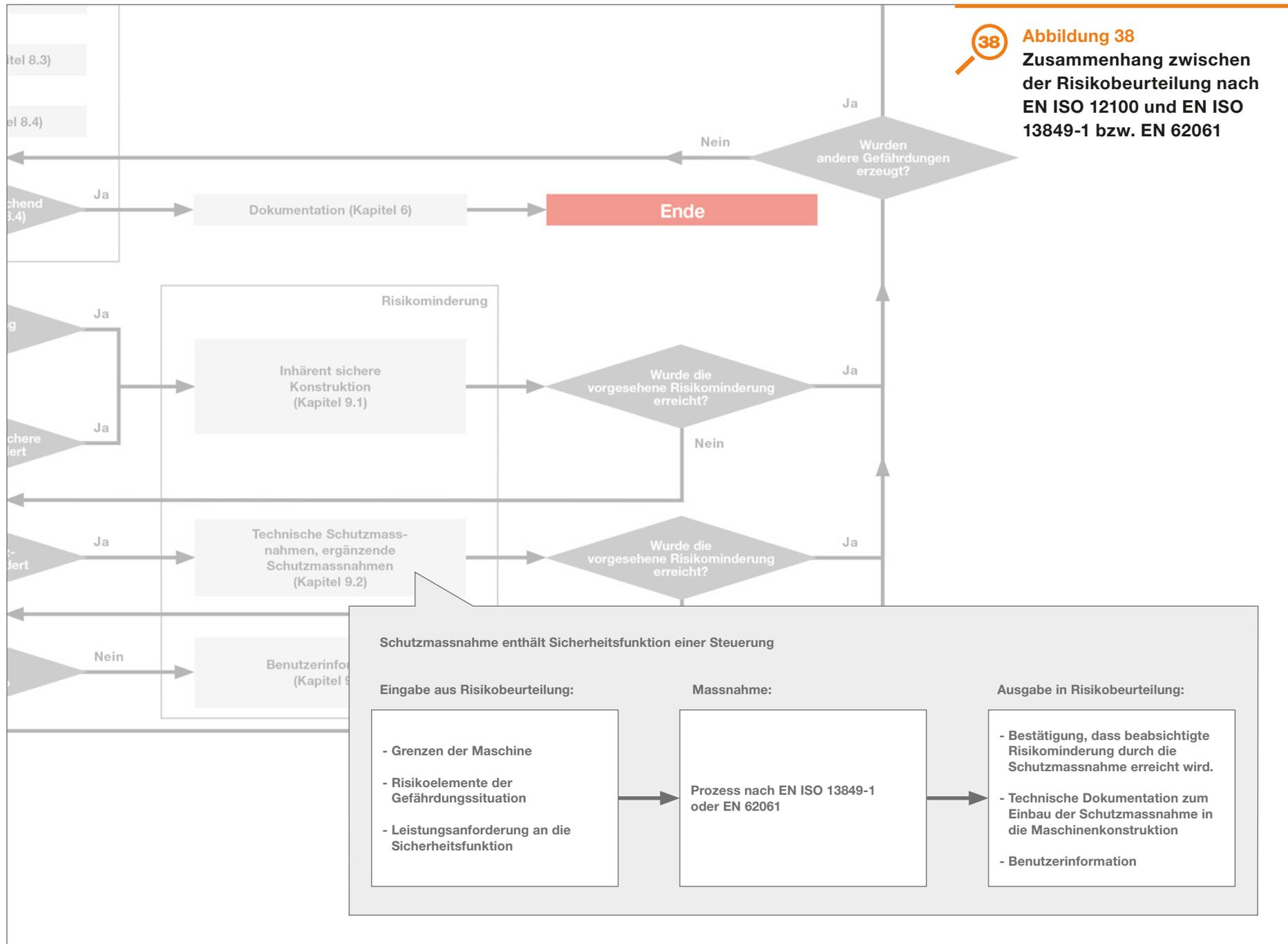
### **9.5 Dokumentation von Schutzmassnahmen**

Neben der Beschreibung der Schutzmassnahme sind auch die für die Schutzmassnahmen relevanten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderung sowie der Titel der relevanten gelisteten Norm zu dokumentieren. Sie finden die relevanten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen im Anhang I der Maschinenrichtlinie.

Die Excel-Vorlage der Suva ([www.suva.ch/risikobeurteilung](http://www.suva.ch/risikobeurteilung)) enthält Tabellen, die es ebenfalls erlauben, abhängig von Gefährdung, Ursache und Schutzmassnahme die relevanten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu finden.



**Abbildung 38**  
Zusammenhang zwischen  
der Risikobeurteilung nach  
EN ISO 12100 und EN ISO  
13849-1 bzw. EN 62061



### Beispiel Kreissäge – Gefährdungssituation «angehobene Maschine»

#### Risikominderung

Unter Beachtung des Drei-Stufen-Verfahrens werden Schutzmassnahmen aus EN ISO 12100 angewendet, um das Risiko zu mindern.

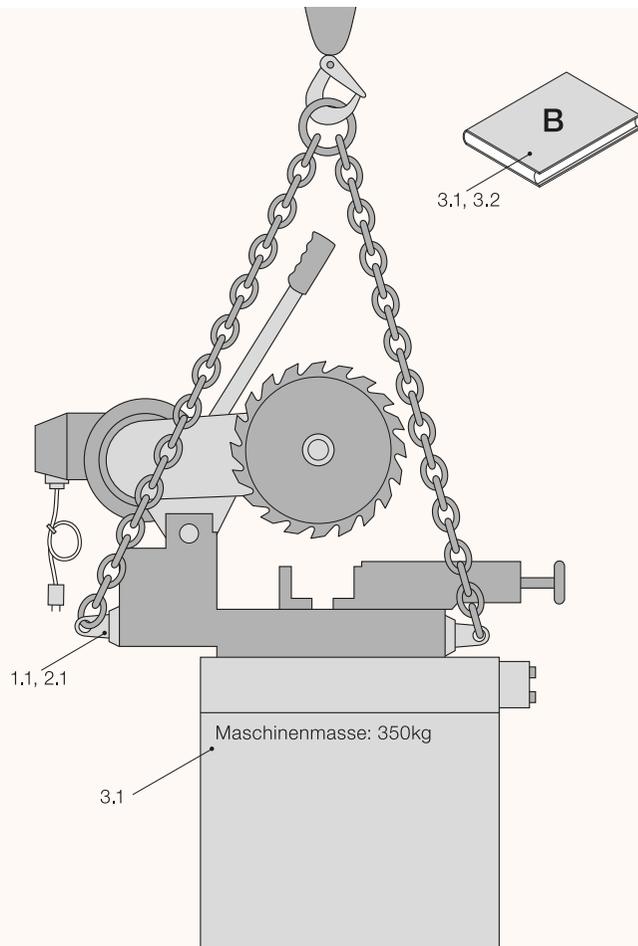
Liegen die Ursachen eines Schadens vor, werden Schutzmassnahmen gesucht, um die einzelnen Ursachen zu verhindern.

Nach der Umsetzung der Schutzmassnahmen der ersten Stufe (inhärent sichere Konstruktion) wird das Restrisiko eingeschätzt und beurteilt, ob noch Schutzmassnahmen der zweiten bzw. dritten Stufe realisiert werden müssen.

Nr.	Ursache	Schutzmassnahme, welche die Ursache verhindert oder vermindert	Fundstelle der Schutzmassnahme
<b>1</b>	<b>Inhärent sichere Konstruktion</b>		
1.1	Ungenügende Festigkeit der Anschlagpunkte	Begrenzung der Beanspruchung durch Berechnung der belasteten Bauteile und Verbindungen	EN ISO 12100, 6.2.3 a
<b>2</b>	<b>Technische und ergänzende Schutzmassnahmen</b>		
2.1	Ungeeignete Anschlagpunkte verwendet	Anschweissen von Laschen für das Anbringen der Anschlagmittel auf der Maschine	EN ISO 12100, 6.3.5.5
<b>3</b>	<b>Benutzerinformation</b>		
3.1	Ungenügende Festigkeit des Anschlagmittels, ungenügende Festigkeit des Hebemittels	Kennzeichnung der Masse der Kreissäge auf der Maschine und Angabe in der Betriebsanleitung	EN ISO 12100, 6.4.4; 6.4.5.1
3.2	Ungeeignete Anschlagpunkte verwendet	Darstellung des korrekten Anschlagens der Kreissäge in der Betriebsanleitung	EN ISO 12100, 6.4.5.1

**Tabelle 11**

Welche Schutzmassnahmen verhindern welche Ursachen bei der Gefährdungssituation «angehobene Maschine»?



**Abbildung 39**

Schutzmassnahmen aus Tabelle 11 zur Minderung des Risikos beim Heben der Maschine

### Einschätzung des Restrisikos

Trotz der gewählten Schutzmassnahmen bleibt ein Herabfallen der Maschine möglich. Das Schadensausmass bleibt deshalb unverändert.

- 12 Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens mit und ohne Schutzmassnahmen  
Tabelle 12, Seiten 54, 55 und 56
- 40 Matrix zur Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens  
Abbildung 40, Seite 57
- 13 Dokumentation: Risikominderung und Restrisikoeinschätzung  
Tabelle 13, Seite 58

### Risikobewertung

Tabelle 14 beschreibt die Gedanken beim Vorgehen der Risikobewertung und ist für die Dokumentation der Risikobeurteilung nicht erforderlich.

- 14 Risikobewertung – sämtliche Punkte zur hinreichenden Risikominderung sind erfüllt  
Tabelle 14, Seite 59



**Tabelle 12**

**Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens mit und ohne Schutzmassnahmen**

Kriterium	Gewählte Schutzmassnahme			
	keine	<b>1. Inhärent sichere Konstruktion:</b> Begrenzung der Beanspruchung durch Berechnung der belasteten Bauteile und Verbindungen		
		<b>2. Technische und ergänzende Schutzmassnahmen:</b> Anschweissen von Laschen für das Anbringen der Anschlagmittel an der Maschine		
		<b>3. Benutzerinformation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung der Masse der Kreissäge auf der Maschine und Angabe in der Betriebsanleitung</li> <li>• Darstellung des Anschlages der Kreissäge in der Betriebsanleitung</li> <li>• Hinweis, dass der Aufenthalt unter der angehobenen Kreissäge verboten ist</li> </ul>		
Gefährdungsexposition von Personen				
Notwendigkeit des Zugangs zum Gefährdungsbereich (Normalbetrieb, Korrektur einer Fehlfunktion, Instandhaltung, Reparatur usw.)	kein Zugang erforderlich			
Art des Zugangs (manuelle Materialzuführung, Prozessbeobachtung, Korrektur von Fehlfunktionen usw.)	unbeabsichtigter Zugang unterhalb der hängenden Kreissäge während dem Transport			
Anzahl Personen, für die ein Zugang erforderlich ist	0			
Zuverlässigkeit von Schutzmassnahmen	keine	keinen Einfluss auf die Exposition	Einfluss auf die Exposition	
Möglichkeit die Schutzmassnahmen wirkungslos zu machen oder zu umgehen (Anreiz, wenn Schutzmassnahmen die Funktion oder die Bedienungs-freundlichkeit der Maschine übermässig beeinflussen)	-	kein Anreiz vorhanden		
Benutzerinformation bezüglich der Lage der Gefährdungsbereiche, Art der Gefährdung und die Konsequenzen der Restrisiken	keine		vorhanden	
Stufen der Zeitspanne zwischen der Exposition	Gewichtung der Stufen			
t ≤ 1 Stunde	5	5	5	5
1 Stunde < t ≤ 1 Tag	5	5	5	5
1 Tag < t ≤ 2 Wochen	4	4	4	4
2 Wochen < t ≤ 1 Jahr	3	3	3	3
t > 1 Jahr	2	2	2	2

Kriterium	Gewählte Schutzmassnahme				
	keine	<b>1. Inhärent sichere Konstruktion:</b> Begrenzung der Beanspruchung durch Berechnung der belasteten Bauteile und Verbindungen			
			<b>2. Technische und ergänzende Schutzmassnahmen:</b> Anschweissen von Laschen für das Anbringen der Anschlagmittel an der Maschine		
			<b>3. Benutzerinformation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung der Masse der Kreissäge auf der Maschine und Angabe in der Betriebsanleitung</li> <li>• Darstellung des Anschlagens der Kreissäge in der Betriebsanleitung</li> <li>• Hinweis, dass der Aufenthalt unter der angehobenen Kreissäge verboten ist</li> </ul>		
Eintritt von Gefährdungsereignissen					
Aktivität der Gefährdung ist dauernd vorhanden (Gefahrstoff) oder häufig vorhanden (für Funktion erforderlich, wie z.B. Strom für den Antriebsmotor)	Aktivität ist weder häufig noch dauernd vorhanden				
Aktivität der Gefährdung ist nur im Fehlerfall vorhanden (Bruch eines Schleifkörpers, unerwarteter Anlauf infolge Fehler in der Startfunktion)	im Fehlerfall kurz vorhanden	Aktivität ist im unwahrscheinlichen Fehlerfall kurz vorhanden			
Ergonomische Gestaltung (Beschickung, Bedienung, Eingriffe in die Maschine unter Berücksichtigung der Belastungen infolge persönlicher Schutzausrüstungen)	-				
Ermüdungsbezogene Aspekte der betroffenen Personen (Geschlecht, Alter, Behinderung etc.)	-				
Unfallgeschichten, bekannte Gefährdungsereignisse von Maschinen mit Gefährdungssituationen, welche eine vergleichbares Risiko aufweisen	bekannt				
Stufe der Wahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses	Gewichtung der Stufen				
sehr wahrscheinlich	5	5	5	5	
wahrscheinlich	4	4	4	4	
möglich	3	3	3	3	
selten	2	2	2	2	
vernachlässigbar	1	1	1	1	

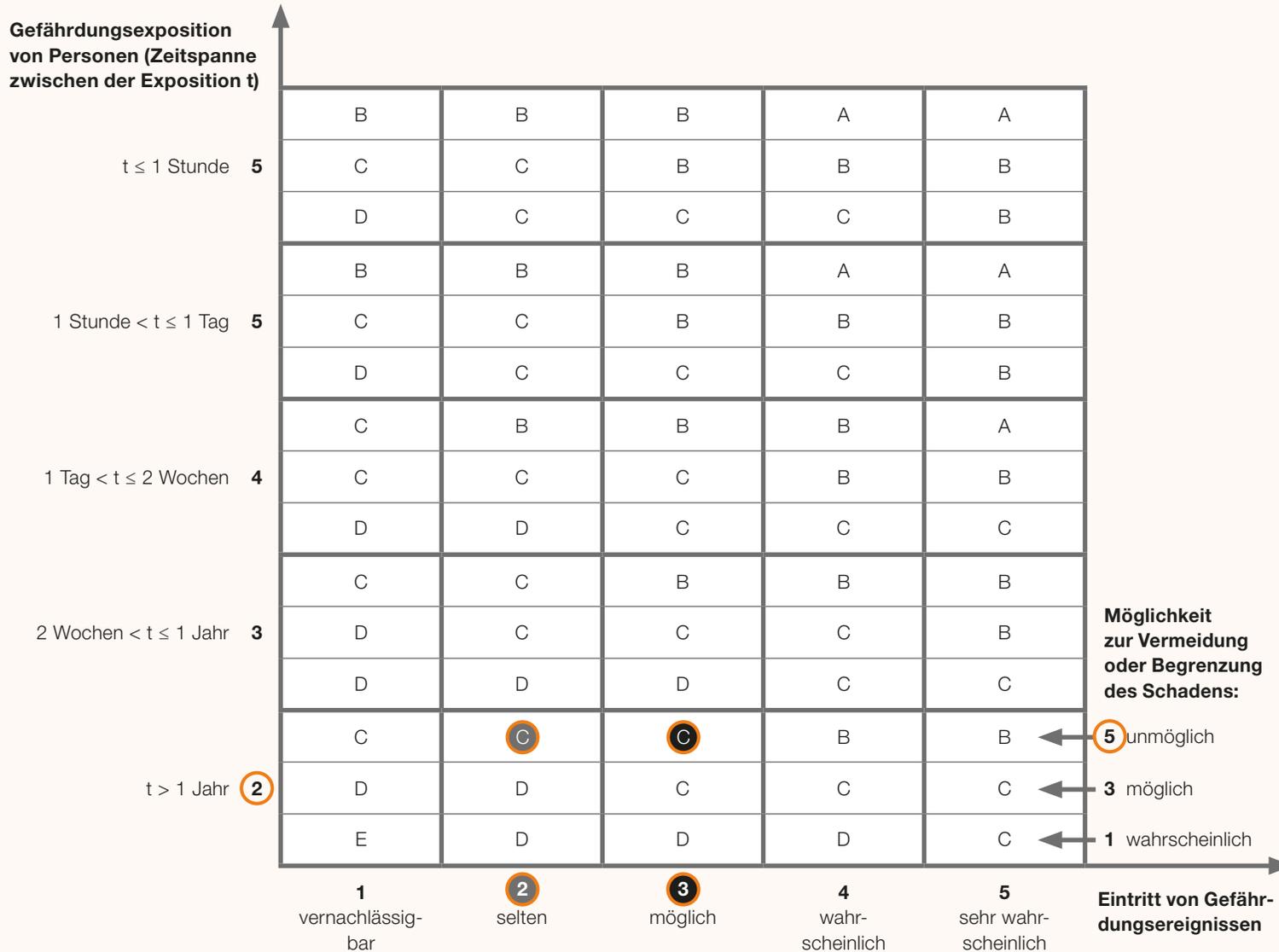
Kriterium	Gewählte Schutzmassnahme			
	keine	<b>1. Inhärent sichere Konstruktion:</b> Begrenzung der Beanspruchung durch Berechnung der belasteten Bauteile und Verbindungen		
			<b>2. Technische und ergänzende Schutzmassnahmen:</b> Anschweissen von Laschen für das Anbringen der Anschlagmittel an der Maschine	
			<b>3. Benutzerinformation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung der Masse der Kreissäge auf der Maschine und Angabe in der Betriebsanleitung</li> <li>• Darstellung des Anschlagens der Kreissäge in der Betriebsanleitung</li> <li>• Hinweis, dass der Aufenthalt unter der angehobenen Kreissäge verboten ist</li> </ul>	
Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens				
Wie schnell eine Gefährdungssituation zu einem Schaden führen kann (plötzlich, rasch, langsam)	plötzlich			
Ausbildung der Personen, die den Gefährdungen ausgesetzt sein können (qualifiziert, unqualifiziert)	unqualifiziert			
Risikobewusstsein (Benutzerinformationen, direkte Wahrnehmung, Warnzeichen und Anzeigeräte an der Maschine)	keine direkte Wahrnehmung	Benutzerinformation, keine direkte Wahrnehmung		
Menschliche Fähigkeiten den Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen (z.B. Reflexe, Beweglichkeit, Möglichkeit des Entkommens)	betroffene Person hat keine Möglichkeit zu entkommen			
Praktische Erfahrungen und Kenntnisse (z. B. in Bezug auf die Maschine oder der Gefährdung, keine Erfahrungen)	bekannt			
Stufe der Wahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses	Gewichtung der Stufen			
unmöglich	5	5	5	5
möglich	3	3	3	3
wahrscheinlich	2	1	1	1

40

Abbildung 40

Matrix zur Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens

- = mit inhärent sicherer Konstruktion
- = mit inhärent sicherer Konstruktion, technischen Schutzmassnahmen und Benutzerinformation





**Tabelle 13**

**Dokumentation: Risikominderung und Restrisikoeinschätzung bei der Gefährdungssituation «angehobene Maschine»**

<b>Maschine:</b> Kreissäge	<b>Serie / Typ:</b> KS 250	<b>Seriennummer:</b> 001	<b>Räumliche Grenzen in Zeichnung-Nr.:</b> 4.2436.23	<b>Ersteller:</b> Hans Muster
				<b>Datum:</b> 15.11.2016

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Transport								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Kreissäge mittels Anschlagmittel mit Hebezeug verbinden														
2	Kreissäge heben	2.1	herabfallende Gegenstände	Rumpfverletzung	I	B	2 5 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ungenügende Festigkeit der Anschlagpunkte</li> <li>• ungeeignete Anschlagpunkte</li> <li>• ungenügende Festigkeit des Anschlagmittels</li> <li>• ungenügende Festigkeit des Hebemittels</li> </ul>	2.1.1	T	Begrenzung der Beanspruchung durch Berechnung der belasteten Bauteile und Verbindungen	I	C	2 3 5	1.3.2 EN ISO 12100:2010 Punkt 6.2.3
									2.1.2	T	Anschweissen von Laschen für das Anbringen der Anschlagmittel an der Maschine	I	C	2 2 5	1.1.5 EN ISO 12100:2010 Punkt 6.3.5.5
									2.1.3	B	Angabe der Masse der Kreissäge auf der Maschine und in der Betriebsanleitung, Darstellung des Anschlagens in der Betriebsanleitung	I	C	2 2 5	1.7.3, 1.7.4.2 EN ISO 12100:2010 Punkt 6.4.4, 6.4.5.1, EN ISO 16093:2017 Punkte 6.1 und 6.2

**Legende**

**Schadensausmass S**

- I Tod
- II schwerer bleibender Gesundheitsschaden
- III leichter bleibender Gesundheitsschaden
- IV heilbarer Gesundheitsschaden mit Arbeitsausfall
- V heilbarer Gesundheitsschaden ohne Arbeitsausfall

**Wahrscheinlichkeit W (E+G+V)**

- A häufig (14, 15)
- B gelegentlich (11 – 13)
- C selten (8 – 10)
- D unwahrscheinlich (5 – 7)
- E praktisch unmöglich (4)

**Gefährdungsexposition E**

- 5 t ≤ 1 Stunde
- 5 1 Stunde < t ≤ 1 Tag
- 4 1 Tag < t ≤ 2 Wochen
- 3 2 Wochen < t ≤ 1 Jahr
- 2 t > 1 Jahr
- t: Zeitspanne zwischen der Exposition

**Eintritt des Gefährdungereignisses G**

- 1 vernachlässigbar
- 2 selten
- 3 möglich
- 4 wahrscheinlich
- 5 sehr wahrscheinlich

**Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens V**

- 5 unmöglich
- 3 möglich
- 1 wahrscheinlich

- T inhärent sichere Konstruktion, technische und ergänzende Schutzmassnahme
- B Information in Betriebsanleitung: Hinweis auf Restrisiken, persönliche Schutzausrüstung, Ausbildung



**Tabelle 14**

**Risikobewertung – sämtliche Punkte zur hinreichenden Risikominderung sind erfüllt.**

<b>Hinreichende Risikominderung</b>	<b>Beurteilung</b>
Dreistufiges Verfahren der Risikominderung wurde angewendet: 1. Inhärent sichere Konstruktion 2. Technische Schutzmassnahmen und ergänzende Schutzmassnahmen 3. Benutzerinformation	Erfüllt (siehe Massnahmenpaket)
Alle Betriebsbedingungen und Eingriffsmöglichkeiten wurden berücksichtigt.	Erfüllt (siehe Beschreibung der Lebensphasen/Betriebsarten mit Arbeitsschritten, Tätigkeiten)
Gefährdungen wurden beseitigt und die Risiken wurden gemindert soweit dies praktisch umsetzbar ist.	Gefährdung kann funktionsbedingt nicht eliminiert werden. Risiko ist entsprechend der Funktion gemindert.
Gefährdungen, welche von ergriffenen Schutzmassnahmen erzeugt werden, wurden berücksichtigt.	Gewählte Schutzmassnahmen erzeugen keine Gefährdungen.
Benutzer werden über die Restrisiken informiert und gewarnt.	Erfüllt: • Kennzeichnung der Masse der Kreissäge auf der Maschine und in der Betriebsanleitung • Darstellung des korrekten Anschlagens der Maschine in der Betriebsanleitung
Gewählte Schutzmassnahmen sind miteinander vereinbar.	Erfüllt: Die Schutzmassnahmen beeinflussen einander nicht.
Die Folgen, die sich aus dem Gebrauch einer für den gewerblichen/industriellen Einsatz konstruierten Maschine in einem nicht-gewerblichen/nicht-industriellen Bereich ergeben, wurden berücksichtigt.	Erfüllt: Abgesehen von den Benutzerinformationen gibt es keine Ausbildungsanforderungen an den Bediener.
Die gewählten Schutzmassnahmen beeinflussen die Arbeitsbedingungen des Bedieners und die Benutzerfreundlichkeit nicht negativ.	Die Schutzmassnahmen erleichtern die Handhabung der Kreissäge und haben keinen negativen Einfluss auf deren Verwendung.
Die gesetzlichen Anforderungen werden beachtet und der Stand der Technik wird berücksichtigt.	2006/42/EG, Anhang I, Punkte 1.1.5, 1.3.2, 1.7.3, 1.7.4; erfüllt durch EN ISO 12100:2010, Punkte 6.4.4, 6.4.5.1; EN ISO 16093:2017, Punkte 6.1 und 6.2.

## Beispiel Kreissäge – Gefährdungssituation «rotierendes Sägeblatt»

### Risikominderung

Hinweise auf die erforderlichen Schutzmassnahmen zur Minderung des Risikos durch das rotierende Sägeblatt finden sich in der gelisteten Typ-C-Norm EN ISO 16093:2017. Die Norm beschreibt die Massnahmen entweder direkt oder verweist auf Beschreibungen in weiteren Normen. In der folgenden Tabelle ist dargestellt, wie die einzelnen Schutzmassnahmen Ursachen verhindern.

-  **15** Welche Schutzmassnahme verhindert welche Ursache?  
Tabelle 15, Seiten 61 und 62
-  **41** Schutzmassnahmen zur Minderung des Risikos durch das rotierende Sägeblatt  
Abbildung 41, Seite 63
-  **42** Schutzmassnahmen zur Minderung des Risikos durch das rotierende Sägeblatt, wenn das Sägeblatt im Eingriff ist  
Abbildung 42, Seite 63
-  **16** Dokumentation: Schutzmassnahmen zur Minderung des Risikos durch das rotierende Sägeblatt bei der Tätigkeit «Profil auf Auflage legen»  
Tabelle 16, Seiten 64, 65 und 66

### Risikobewertung

Die Risikominderung kann als hinreichend betrachtet werden weil:

- die Kreissäge im Anwendungsbereich der gelisteten harmonisierten Norm EN ISO 16093:2017 ist.
- die Gefährdung durch Schneiden am rotierenden Sägeblatt als signifikante Gefährdung in der Norm EN ISO 16093:2017 erfasst ist.
- sämtliche Schutzmassnahmen, welche die Norm der oben erwähnten signifikanten Gefährdung zuordnet, realisiert werden.
- die Norm der signifikanten Gefährdung keine Auswahl von Schutzmassnahmen zuordnet.

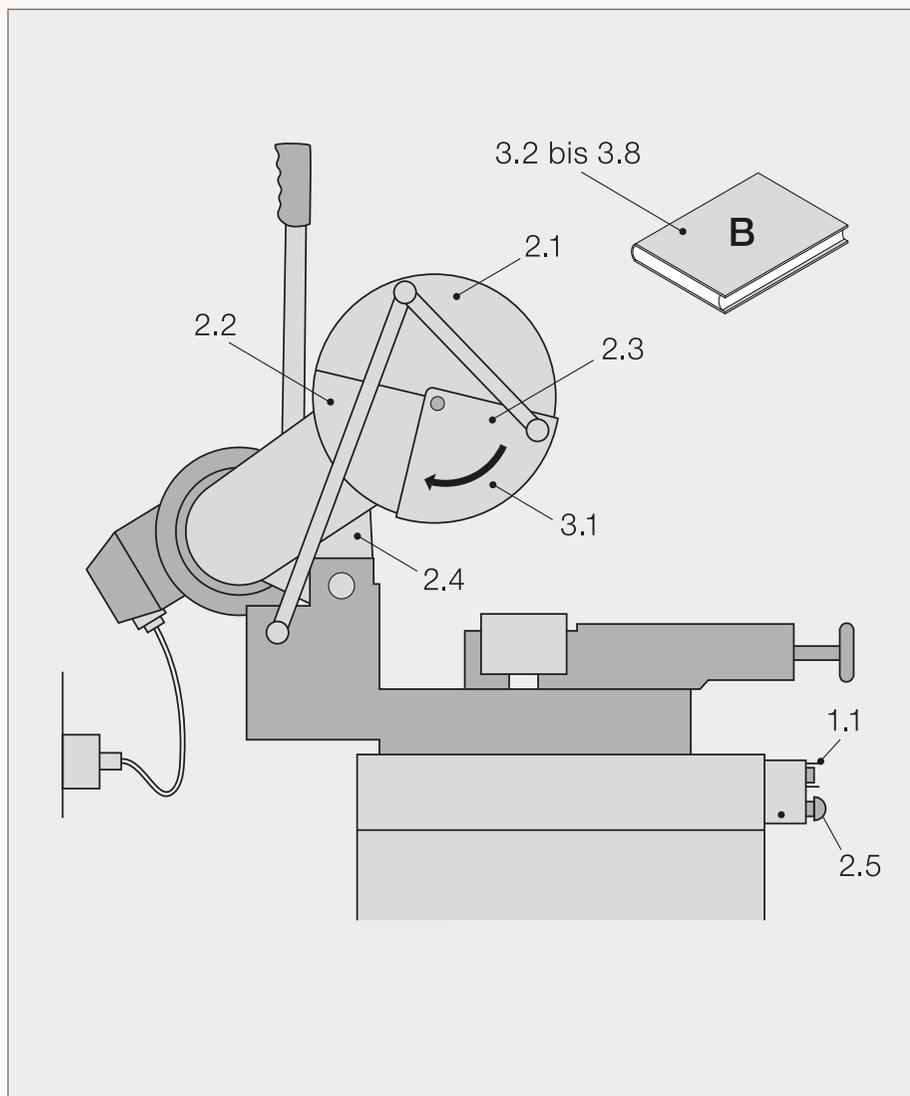
**Tabelle 15****Welche Schutzmassnahme verhindert welche Ursache? – Gefährdungssituation «rotierendes Sägeblatt»**

Nr.	Ursache	Schutzmassnahme, welche die Ursache verhindert oder vermindert	Fundstelle der Schutzmassnahme
<b>1</b>	<b>Inhärent sichere Konstruktion</b>		
1.1	Antrieb wird eingeschaltet, indem der Einschaltbefehlsgeber unbeabsichtigt betätigt wird.	Startbefehlsgeber so gestaltet, dass ein unbeabsichtigtes Betätigen nicht möglich ist	EN ISO 16093:2017; EN 894-3:2000 +A1:2008
1.2	Antrieb wird eingeschaltet durch einen Fehler in der Einschaltfunktion.	Startfunktion entsprechend EN ISO 13849-1 Performance Level c gestaltet, damit ein Fehler in der Startfunktion kein Anlauf des Antriebs verursachen kann	EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.3.1, 5.11.1; EN ISO 13849-1:2015; EN ISO 12100:2010, Punkt 6.2.11; EN 60204-1:2006, Punkt 9.4
1.3	Antrieb wird eingeschaltet durch die Energierückkehr nach einem Unterbruch der Versorgung.	Startfunktion so gestaltet, dass eine Energierückkehr nach einem Stromunterbruch keinen Anlauf des Antriebs verursachen kann	EN ISO 16093:2017, Punkt 5.11.2; EN 60204-1:2006, Punkt 7.5
<b>2</b>	<b>Technische und ergänzende Schutzmassnahmen</b>		
2.1	Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	feststehende trennende Schutzeinrichtung zur Verhinderung des Zugriffs zu Gefährdungsbereichen des Sägeblatts, die für die Bearbeitung nicht zugänglich sein müssen	EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015
2.2	Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	bewegliche trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelung, entsprechend EN ISO 13849 Performance Level c, für Gefährdungsbereiche des Sägeblatts, die nur für das Wechseln des Sägeblatts zugänglich sein müssen	EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.1.1, 5.1.1.4, 5.1.3.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015; EN ISO 14119:2013; EN 60204-1:2006, Punkt 9.2.2; EN ISO 13849-1:2015
2.3	Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	selbstschliessende trennende Schutzeinrichtung zur Verminderung des Eingriffs in Gefährdungsbereiche des Sägeblatts, die für den Arbeitsprozess zugänglich sein müssen	EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015
2.4	Schwenkkopf fällt auf Körperteil	Rückhaltesystem zur Verhinderung des Herabfallens des Sägekopfs, Ausfall einer Komponente des Rückhaltesystems darf kein Herabfallen des Sägekopfs zur Folge haben	EN ISO 16093:2017, Punkt 5.3.2.2
2.5	Berührung mit dem Sägeblatt führt sofort zur Verletzung	Not-Halt entsprechend EN ISO 13850, EN 60204-1:2006 Punkt 9.2.5.4 und EN ISO 13849-1 Performance Level c	EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.3.1, 5.1.3.5; EN ISO 13849-1:2015; EN ISO 13850:2015; EN 60204-1:2006, Punkt 10.7

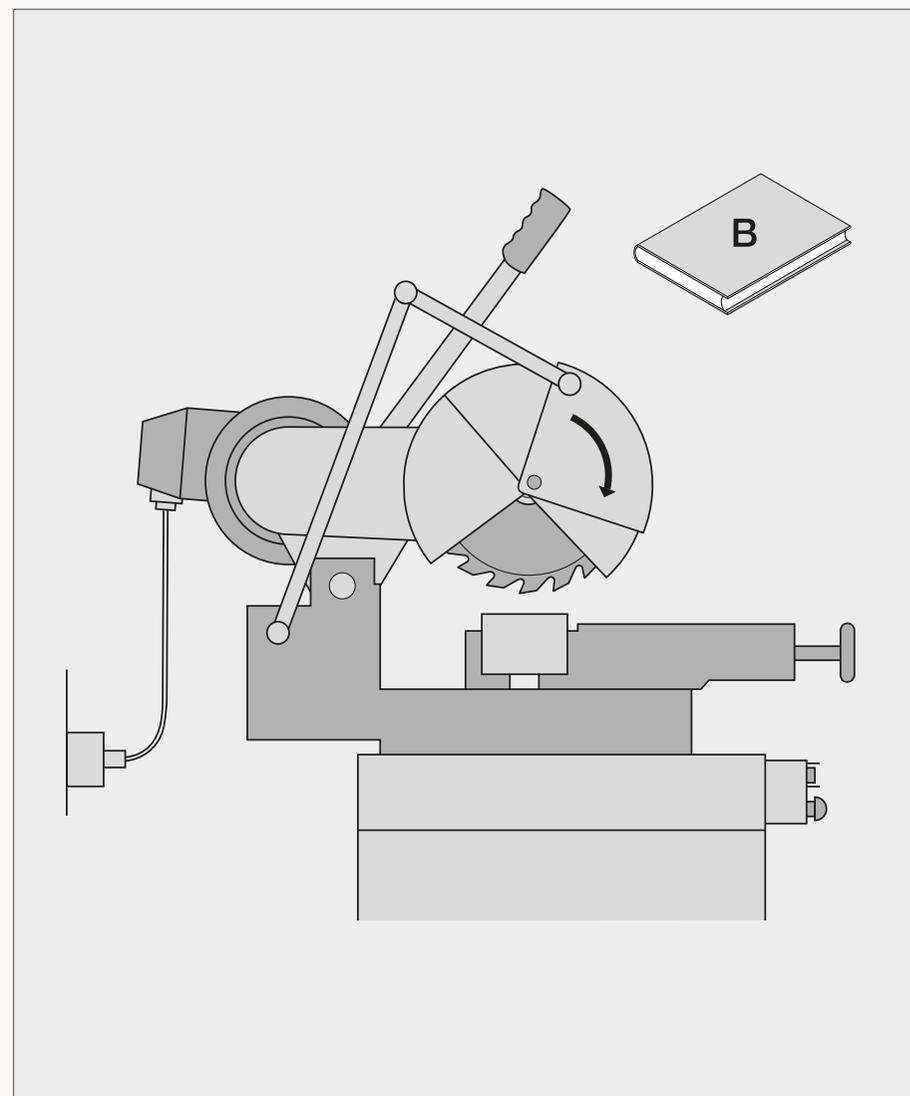
Nr.	Ursache	Schutzmassnahme, welche die Ursache verhindert oder vermindert	Fundstelle der Schutzmassnahme
-----	---------	--	--------------------------------

3	Benutzerinformation		
		Benutzerinformation auf der Maschine	
3.1	Unerwarteter Anlauf z. B. infolge Kontaktverschweissung, Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	Angabe der Schnittrichtung des Sägeblattes mit einem Pfeilsymbol	EN ISO 16093:2017, Punkt 6.1
		Benutzerinformation in der Betriebsanleitung	
3.2	Unerwarteter Anlauf z.B. infolge Kontaktverschweissung, Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	Angabe der Markierungen, die sich auf der Maschine befinden	EN ISO 16093:2017, Punkt 6.2.2
3.3	Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	Anleitung zum Prüfen der Sicherheitseinrichtungen vor der Inbetriebnahme	EN ISO 16093:2017, Punkt 6.2.2
3.4	Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	Anleitung zur Einstellung der trennenden Schutzeinrichtungen	EN ISO 16093:2017, Punkt 6.2.2
3.5	Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	Anleitung zur Inspektion der trennenden Schutzeinrichtungen nach dem Sägeblattwechsel	EN ISO 16093:2017, Punkt 6.2.2
3.6	Gefährdungsbereich erreichbar, Kleidung vom Sägeblatt erfasst	Anforderungen für periodische Wartungsarbeiten an den Schutzeinrichtungen	EN ISO 16093:2017, Punkt 6.2.2

**41** **Abbildung 41**  
Schutzmassnahmen zur Minderung des Risikos durch das rotierende Sägeblatt aus Tabelle 15



**42** **Abbildung 42**  
Schutzmassnahmen zur Minderung des Risikos durch das rotierende Sägeblatt, wenn das Sägeblatt im Eingriff ist





**Tabelle 16**

**Dokumentation: Schutzmassnahmen zur Minderung des Risikos durch das rotierende Sägeblatt bei der Tätigkeit «Profil auf Auflage legen»**

<b>Maschine:</b> Kreissäge	<b>Serie/Typ:</b> KS 250	<b>Seriennummer:</b> 001	<b>Räumliche Grenzen in Zeichnung-Nr.:</b> 4.2436.23	<b>Ersteller:</b> Hans Muster
				<b>Datum:</b> 15.11.2016

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Betrieb (Produktion)								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Profil auf Auflage legen	1.1	schneidende Teile	Handverletzung				<ul style="list-style-type: none"> <li>Berührung des rotierenden Sägeblatts hat sofort eine Verletzung zur Folge</li> <li>Schwenkkopf fällt auf Körperteil</li> <li>unerwarteter Anlauf infolge Energie-rückkehr nach Unterbruch</li> <li>unerwarteter Anlauf infolge Fehler in der Einschaltfunktion</li> <li>unerwarteter Anlauf durch unbeabsichtigtes Betätigen des Einschaltstells</li> <li>Kleidung von Sägeblatt erfasst</li> <li>ausgeschalteter Antrieb läuft aus</li> <li>Gefährdungsbereich des Sägeblatts erreichbar</li> </ul>	1.1.1	T	Starteinrichtung nicht unbeabsichtigt betätigbar (Kragen ums Stellteil)				1.2.3; EN ISO 16093:2017; EN 894-3:2000+A1:2008
								1.1.2	T	Startfunktion entsprechend EN ISO 13849 PLr c				1.2.1; EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.1.1, 5.1.1.4, 5.1.3.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015; EN ISO 14119:2013; EN 60204-1:2006, Punkt 9.2.2; EN ISO 13849-1:2015	
								1.1.3	T	Unterspannungsschutz				1.2.3; EN ISO 16093:2017, Punkte 5.11.2; EN 60204-1:2006, Punkt 7.5	
								1.1.4	T	feststehende trennende Schutzeinrichtung				1.3.7; 1.3.8; 1.4.1; 1.4.2.1; EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015	

T inhärent sichere Konstruktion, technische und ergänzende Schutzmassnahme  
 B Information in Betriebsanleitung; Hinweis auf Restrisiken, persönliche Schutzausrüstung, Ausbildung

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Betrieb (Produktion)								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Profil auf Auflage legen	1.1	schneidende Teile	Handverletzung							bewegliche trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelung entsprechend PLr c			1.3.7; 1.3.8; 1.4 1; 1.4.2.2; EN ISO 16093:2017 Punkte 5.1.1.1, 5.1.1.4, 5.1.3.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015; EN ISO 14119:2013; EN 60204-1:2006, Punkt 9.2.2; EN ISO 13849-1:2015	
														1.3.7; 1.3.8; 1.4.1; 1.4.2.3; EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015	
														1.3.3; EN ISO 16093:2017, Punkt 5.3.2.2	
														1.2.1; 1.2.4.3; EN ISO 16093:2017, Punkte 5.1.3.1, 5.1.3.5; EN ISO 13849-1:2015; EN ISO 13850:2015; EN 60204-1:2006, Punkt 10.7	
														1.7.3 EN ISO 16093:2017, Pkt. 6.1.2	

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart</b> Betrieb (Produktion)								<b>Teilsystem</b> ganze Maschine							
1	Profil auf Auflage legen	1.1	schneidende Teile	Handverletzung					1.1.10	B	Darstellung der Kennzeichnung (Pfeilsymbol)				1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, Pkt. 6.2.2
									1.1.11	B	Anleitung zur Prüfung der Sicherheitseinrichtungen vor Inbetriebnahme der Maschine				1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, Pkt. 6.2.2
									1.1.12	B	Anleitung zum Einstellen der trennenden Schutzeinrichtungen				1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, Pkt. 6.2.2
									1.1.13	B	Anleitung zur Inspektion der trennenden Schutzeinrichtungen nach dem Sägeblattwechsel				1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, Pkt. 6.2.2
									1.1.14	B	Angaben für periodische Wartung der Schutzeinrichtungen				1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, Pkt. 6.2.2

T inhärent sichere Konstruktion, technische und ergänzende Schutzmassnahme  
B Information in Betriebsanleitung: Hinweis auf Restrisiken, persönliche Schutzausrüstung, Ausbildung

# Anhang A

## Normen mit Angaben zur Risikobeurteilung beim Vorliegen bestimmter Gefährdungen

Gefährdung	Angaben für Risikobeurteilung und Risikominderung
Thermische Gefährdung	<ul style="list-style-type: none"><li>• EN ISO 13732-1, Ergonomie der thermischen Umgebung, Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen, Teil 1: Heisse Oberflächen</li><li>• EN ISO 13732-3, Ergonomie der thermischen Umgebung, Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen, Teil 3: Kalte Oberflächen</li></ul>
Gefährdung durch Lärm	<ul style="list-style-type: none"><li>• EN 11688-1, Akustik, Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen Maschinen und Geräte, Teil 1: Planung</li></ul>
Gefährdung durch Strahlung	<ul style="list-style-type: none"><li>• EN 12198-1 bis -9, Sicherheit von Maschinen, Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierte Strahlung</li><li>• EN 60825-1, Sicherheit von Lasereinrichtungen, Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen</li></ul>
Gefährdung durch Materialien und Substanzen	<ul style="list-style-type: none"><li>• EN ISO 14123-1, Sicherheit von Maschinen – Minderung von Gesundheitsrisiken, die auf Gefahrstoffemissionen von Maschinen zurückzuführen sind – Teil 1: Grundsätze und Festlegungen für Maschinenhersteller</li><li>• EN ISO 14123-2, Sicherheit von Maschinen – Minderung von Gesundheitsrisiken, die auf Gefahrstoffemissionen von Maschinen zurückzuführen sind – Teil 2: Methodik beim Aufstellen von Überprüfungsverfahren (ISO 14123-2:2015)</li><li>• EN 1093-1 bis -9 Sicherheit von Maschinen, Bewertung der Emission von luftgetragenen Gefahrstoffen</li><li>• EN 1672-2 Nahrungsmittelmaschinen, Allgemeine Gestaltungsleitsätze, Teil 2: Hygieneanforderungen</li><li>• EN 1127-1 Explosionsfähige Atmosphären, Explosionsschutz, Teil 1: Grundlagen und Methodik</li></ul>
Ergonomische Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"><li>• EN 614-1 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze</li><li>• EN 614-2 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Wechselwirkung zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben</li><li>• EN 1005-1 bis -4, Sicherheit von Maschinen, Menschliche körperliche Leistung</li></ul>

# Anhang B

## Tabellen zur Dokumentation

Grenzen der Maschine							
Maschinenbezeichnung							
Bestimmungs gemässe Verwendung, Verwendungsgrenzen							
Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung							
Zeitliche Grenzen, Lebensdauer							
Lebensdauer Verschleissteile							
Räumliche Grenzen							
Teilsysteme							
Lebensphase, Betriebsart	Betroffene Personen						
	Anwender	Dritte	Mechaniker	Elektriker	Transportfachmann	Entsorger	
Transport							
Inbetriebnahme							
Betrieb (Produktion)							
Produktionsstörung							
Maschinenstörung							
Reinigung							
Instandhaltung							
Ausserbetriebnahme							
Entsorgung							
Ausbildung des Anwenders							
Einsatzbereich							
Zusätzlich grundlegende Anforderungen							
Datum							
Ersteller							

Risikobeurteilung/Risikominderung				
Maschine:	Serie/Typ:	Seriennummer:	Räumliche Grenzen in Zeichnung-Nr.:	Ersteller:
				Datum:

Nr.	Tätigkeit	Nr.	Gefährdung	Schaden	Risiko			Ursachen	Nr.	T/B	Massnahme	Restrisiko			Hinweise auf 2006/42/EG Anh. I, Normen
					S	W	E G V					S	W	E G V	
<b>Lebensphase, Betriebsart:</b>								<b>Teilsystem:</b>							
1		1.1							1.1.1						

**Legende**

**Schadensausmass S**

- I Tod
- II schwerer bleibender Gesundheitsschaden
- III leichter bleibender Gesundheitsschaden
- IV heilbarer Gesundheitsschaden mit Arbeitsausfall
- V heilbarer Gesundheitsschaden ohne Arbeitsausfall

**Wahrscheinlichkeit W (E+G+V)**

- A häufig (14, 15)
- B gelegentlich (11–13)
- C selten (8–10)
- D unwahrscheinlich (5–7)
- E praktisch unmöglich (4)

**Gefährdungsexposition E**

- 5 t ≤ 1 Stunde
- 5 1 Stunde < t ≤ 1 Tag
- 4 1 Tag < t ≤ 2 Wochen
- 3 2 Wochen < t ≤ 1 Jahr
- 2 t > 1 Jahr
- t: Zeitspanne zwischen der Exposition

**Eintritt des Gefährdungereignisses G**

- 1 vernachlässigbar
- 2 selten
- 3 möglich
- 4 wahrscheinlich
- 5 sehr wahrscheinlich

**Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens V**

- 5 unmöglich
- 3 möglich
- 1 wahrscheinlich

- T inhärent sichere Konstruktion, technische und ergänzende Schutzmassnahme
- B Information in Betriebsanleitung: Hinweis auf Restrisiken, persönliche Schutzausrüstung, Ausbildung

# Anhang C

## Beispiele für Gefährdungen (Quelle EN ISO 12100 Anhang B)

Nr.	Art oder Gruppe	Ursprung <sup>A</sup>	Mögliche Folgen <sup>B</sup>
1	Mechanische Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschleunigung/Abbremsung</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</li> <li>• Höhe gegenüber dem Boden</li> <li>• Hochdruck</li> <li>• fehlende Standfestigkeit/-sicherheit</li> <li>• kinetische Energie</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>• gespeicherte Energie</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 Abschürfen</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>• Ersticken</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> <li>• Überlast</li> <li>• Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind</li> <li>• Kurzschluss</li> <li>• Wärmestrahlung</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> <li>• Feuer</li> <li>• Herausschleudern von geschmolzenen Teilen</li> <li>• (elektrischer) Schlag</li> </ul>
3	Thermische Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosion</li> <li>• Flamme</li> <li>• Objekte oder Materialien hoher oder niedriger Temperatur</li> <li>• Strahlung von Wärmequellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung</li> <li>• Dehydrierung</li> <li>• Unbehagen</li> <li>• Erfrierung</li> <li>• Verletzungen durch Strahlung von Wärmequellen</li> <li>• Verbrühung</li> </ul>

<sup>A</sup> Ein Gefährdungsursprung kann mehrere mögliche Folgen haben.

<sup>B</sup> Für jede Art oder Gruppe von Gefährdungen können sich manche möglichen Folgen auf mehrere Gefährdungsursprünge beziehen.

Nr.	Art oder Gruppe	Ursprung <sup>A</sup>	Mögliche Folgen <sup>B</sup>
4	Gefährdungen durch Lärm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kavitationsvorgänge</li> <li>• Abluftsystem</li> <li>• mit hoher Geschwindigkeit austretendes Gas</li> <li>• Herstellungsprozess (Stanzen, Schneiden usw.)</li> <li>• bewegliche Teile</li> <li>• reibende Flächen</li> <li>• mit Unwucht rotierende Teile</li> <li>• pfeifende Pneumatik-Einrichtungen</li> <li>• verschlissene Teile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbehagen</li> <li>• Bewusstseinsverlust</li> <li>• Gleichgewichtsstörung</li> <li>• bleibender Hörverlust</li> <li>• Stress</li> <li>• Tinnitus (Ohrensausen)</li> <li>• Ermüdung</li> <li>• alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge einer Störung der Sprachkommunikation oder einer Störung akustischer Signale</li> </ul>
5	Gefährdungen durch Vibration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kavitationsvorgänge</li> <li>• Fehlausrichtung sich bewegender Teile</li> <li>• bewegliche Ausrüstung</li> <li>• reibende Flächen</li> <li>• mit Unwucht rotierende Teile</li> <li>• schwingende Ausrüstung</li> <li>• verschlissene Teile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbehagen</li> <li>• Erkrankungen der unteren Wirbelsäule</li> <li>• neurologische Erkrankung</li> <li>• Knochengelenkschaden</li> <li>• Wirbelsäulenverletzung</li> <li>• Gefässerkrankung</li> </ul>
6	Gefährdungen durch Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ionisierende Strahlungsquelle</li> <li>• niederfrequente elektromagnetische Strahlung</li> <li>• optische Strahlung (infrarot, sichtbar und ultraviolett), einschliesslich Laserstrahlen</li> <li>• hochfrequente elektromagnetische Strahlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung</li> <li>• Augen- und Hautschädigung</li> <li>• Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit</li> <li>• genetische Veränderung</li> <li>• Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit usw.</li> </ul>
7	Gefährdungen durch Materialien und Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerosol</li> <li>• biologische und mikrobiologische (virale oder bakterielle) Substanz</li> <li>• Brennstoff</li> <li>• Staub</li> <li>• Explosivstoff</li> <li>• Fasern</li> <li>• feuergefährliches Material</li> <li>• Flüssigkeit</li> <li>• Dämpfe</li> <li>• Gas</li> <li>• Nebel</li> <li>• Oxidationsmittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atembeschwerden, Ersticken</li> <li>• Krebs</li> <li>• Korrosion</li> <li>• Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit</li> <li>• Explosion</li> <li>• Feuer</li> <li>• Infektion</li> <li>• Veränderung des Erbguts</li> <li>• Vergiftung</li> <li>• Sensibilisierung</li> </ul>

Nr.	Art oder Gruppe	Ursprung <sup>A</sup>	Mögliche Folgen <sup>B</sup>
8	Ergonomische Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugang</li> <li>• Gestaltung oder Anordnung von Anzeigen und optischen Displays</li> <li>• Gestaltung, Anordnung oder Erkennung von Steuerungseinrichtungen</li> <li>• Anstrengung</li> <li>• Flackern, Blenden, Schattenbildung und stroboskopische Effekte</li> <li>• örtliche Beleuchtung</li> <li>• psychische Überbelastung/Unterforderung</li> <li>• Körperhaltung</li> <li>• sich wiederholende Tätigkeiten</li> <li>• Sichtbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbehagen</li> <li>• Ermüdung</li> <li>• Störungen des Bewegungsapparates</li> <li>• Stress</li> <li>• alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge menschlichen Fehlverhaltens</li> </ul>
9	Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Staub und Nebel</li> <li>• elektromagnetische Störungen</li> <li>• Blitzschlag</li> <li>• Feuchtigkeit</li> <li>• Verunreinigungen</li> <li>• Schnee</li> <li>• Temperatur</li> <li>• Wasser</li> <li>• Wind</li> <li>• Sauerstoffmangel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung</li> <li>• leichte Erkrankungen</li> <li>• Ausrutschen, Stürzen</li> <li>• Ersticken</li> <li>• alle weiteren Probleme, die als Folge der Auswirkungen der Gefährdungsquellen an der Maschine oder an Teilen der Maschine auftreten</li> </ul>
10	Kombination von Gefährdungen	z. B. sich wiederholende Tätigkeit + Anstrengung + hohe Umgebungstemperatur	z. B. Dehydrierung, Bewusstseinsverlust, Hitzeschock

**A** Ein Gefährdungsursprung kann mehrere mögliche Folgen haben.

**B** Für jede Art oder Gruppe von Gefährdungen können sich manche möglichen Folgen auf mehrere Gefährdungsursprünge beziehen.

# Anhang D

## Von der Risikobeurteilung zur Leistungsanforderung an Sicherheitsfunktionen bei Steuerungen (PLr oder SIL)

In vielen Fällen basiert eine Massnahme zur Risikominderung auf einem sicherheitsbezogenen Teil der Steuerung einer Maschine. Der Beitrag, den eine solche Sicherheitsfunktion zur Risikominderung leistet, muss dem zu mindernden Risiko angemessen sein und mit Hilfe der Norm EN ISO 13849-1 oder EN 62061 bewertet werden. Häufig stellt sich dabei die Frage, auf welchem Weg man von der Risikobeurteilung zum erforderlichen Niveau der Sicherheitsfunktion (PLr oder SIL) gelangt.

### Fall 1: Typ-C-Norm vorhanden

Falls für die entsprechende Maschine eine Typ-C-Norm vorliegt, können die Anforderungen an den erforderlichen Performance-Level (PLr) bzw. Sicherheits-Integritäts-Level (SIL) im Allgemeinen dieser Norm entnommen werden.

### Fall 2: Typ-C-Norm nicht vorhanden

Für Fälle, in denen keine Typ-C-Norm vorliegt, müssen der erforderliche Performance Level (PLr) gemäss EN ISO 13849-1 oder Sicherheits-Integritäts-Level (SIL) gemäss EN 62061 aus den Ergebnissen der Risikobeurteilung ermittelt werden. Weil dafür keine allgemeingültige Methode existiert, wird im Folgenden ein mögliches Vorgehen aufgezeigt.

### Anwendung von EN ISO 13849-1 im Fall 2

Der Anhang A von EN ISO 13849-1 enthält einen sogenannten Risikografen.

Mit dessen Hilfe lässt sich der PLr ermitteln aufgrund der drei Parameter:

- S Schwere der Verletzung
- F Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition
- P Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens

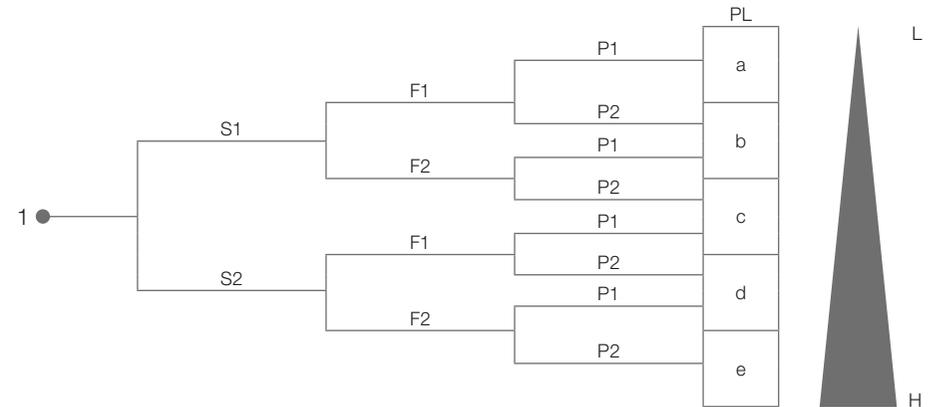


Abbildung D1

Risikograf – der erforderliche Performance-Level (a bis e) der Sicherheitsfunktion in Abhängigkeit von S, F und P

### Bedeutung der Parameter im Risikografen

- S Schwere der Verletzung
  - S1 leichte (üblicherweise reversible) Verletzung
  - S2 ernste (üblicherweise irreversible) Verletzung einschliesslich Tod
- F Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition
  - F1 selten bis weniger häufig und/oder kurze Gefährdungsexposition
  - F2 häufig bis dauernd und/oder lange Gefährdungsexposition
- P Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens
  - P1 möglich unter bestimmten Bedingungen
  - P2 kaum möglich

Gemäss EN ISO 12100 setzt sich die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens aus folgenden Elementen zusammen:

- der Gefährdungsexposition von Personen
- dem Eintreten des Gefährdungsereignisses
- der Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens

Im Risikografen wird angenommen, dass das Gefährdungereignis auf jeden Fall eintreten wird. Dadurch entfällt das Element «Eintritt des Gefährdungereignisses» und der Anwender ist mit seine Abschätzung auf der sicheren Seite. Ordnen Sie nun die Schwere der Verletzung nach EN ISO 13849-1 (S1, S2) gemäss folgendem Schema dem Schadensausmass (V, IV, III, II, I) der Methode Suva zu:

Schadensausmass S gemäss Methode Suva	Schwere der Verletzung gemäss EN ISO 13849-1
V IV	S1
III II I	S2

**Tabelle D1**

Zuordnung Verletzungsschwere nach EN ISO 13849-1 zum Schadensausmass nach Methode Suva

Für die weitere Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens gering ist (P2). Dies ist in der Praxis der häufigere Fall.

Eintrittswahrscheinlichkeit W gemäss Methode Suva	Stufe gemäss EN ISO 13849-1	
E D	F1	P2
C B A	F2	P2

**Tabelle D2**

Zuordnung Stufe F/P nach EN ISO 13849-1 zur Eintrittswahrscheinlichkeit nach Methode Suva

Mit diesen Überlegungen ergibt sich die folgende Zuordnung des Risikos zum erforderlichen Performance Level PLr:

A					
B	PLr c		PLr e		
C					
D	PLr b		PLr d		
E					
	V	IV	III	II	I

**Abbildung D2**

Verortung der verschiedenen Performance-Levels der Sicherheitsfunktion in Risikomatrix nach Methode Suva.

Abbildung D2 zeigt das Ergebnis für den Fall, dass es kaum möglich ist, die Gefährdung zu vermeiden oder den Schaden zu begrenzen (P2). Für den Fall, dass dies unter bestimmten Bedingungen möglich ist (P1), ergeben sich PLr, die eine Stufe niedriger sind, als oben dargestellt.

In den beiden Normen EN ISO 13849-1 und EN 62061 gelangt man über unterschiedliche Wege zur Ausfallwahrscheinlichkeit von Sicherheitsfunktionen. Die oben stehenden Ergebnisse lassen sich mit Hilfe der folgenden Tabelle aus EN ISO 13849-1 vom erforderlichen Performance Level PLr auf Safety Integrity Level SIL gemäss EN 62061 übertragen:

<b>PLr gemäss EN ISO 13849-1</b>	<b>SIL gemäss EN 62061</b>
a	keine Entsprechung
b	1
c	1
d	2
e	3

**Tabelle D3**

Zuordnung PLr u SIL

**Suva**

Postfach, 6002 Luzern

**Auskünfte**

Bereich Technik  
Tel. 058 411 12 12  
technik@suva.ch

**Bestellungen**

www.suva.ch/66037.d

**Titel**

Risiken beurteilen und mindern  
Methode Suva für Maschinen

**Verfasser**

Mauritius Bollier

Gedruckt in der Schweiz  
Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung –  
mit Quellenangabe gestattet.  
Erstausgabe: Juli 1990  
Überarbeitete Ausgabe: Dezember 2016

**Publikationsnummer**

66037.d

**Das Modell Suva****Die vier Grundpfeiler**

- Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.
- Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung des Suva-Rats aus Vertreterinnen und Vertretern von Arbeitgeberverbänden, Arbeitnehmerverbänden und des Bundes ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.
- Überschüsse gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.
- Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.