

Methode Suva zur Risikobeurteilung von technischen Einrichtungen und Geräten

suvaPro

Sicher arbeiten

Diese Publikation richtet sich an Hersteller und andere Inverkehrbringer von Maschinen. Sie beschreibt eine Methode der Risikoanalyse und Risikobeurteilung für technische Einrichtungen und Geräte und enthält Arbeitshilfen für das Erstellen der technischen Dokumentation gemäss Maschinenrichtlinie 98/37/EG.

Suva
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
Arbeitssicherheit
Postfach, 6002 Luzern
Telefon 041 419 51 11
Fax 041 419 59 17 (für Bestellungen)
Internet www.suva.ch

**Methode Suva zur Risikobeurteilung von
technischen Einrichtungen und Geräten**

Verfasser: Mauritius Bollier, Fritz Meyer, Bereich Technik

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.
1. Auflage – Juli 1990

Letzte Überarbeitung – Februar 2001

19. Auflage – September 2006

Bestellnummer: 66037.d

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Überblick über das Verfahren	5
3	Begriffserklärungen	6
4	Wie entsteht ein Ereignis?	7
5	Die Ursachen	8
6	Beispiel Kreissäge	9
7	Darstellung der Daten der Risikobeurteilung und Risikominderung	10
8	Bestimmung der Grenzen der Maschine	11
8.1	Grenzen der Maschine	11
8.2	Lebensphasen, Betriebsarten auflisten und beschreiben	11
8.3	Einsatzbereich bestimmen	12
8.4	Betroffene Personen erkennen	12
9	Identifizierung der Gefahrensituationen	16
9.1	Gefahren ermitteln	16
9.2	Gefahrensituationen auflisten	18
9.3	Ereignisse und deren Ursachen eruieren	18
10	Was heisst «Risiko»	21
11	Risikoeinschätzung	22
12	Risikobewertung	24
12.1	Schutzziele formulieren	24
12.2	Akzeptiertes Risiko festlegen	24
12.3	Risikoeinstufung	26
13	Risikominderung	27
13.1	Wahl der Schutzmassnahmen	27
13.2	Beurteilen der Schutzmassnahmen	29
14	Unterlagen für eine technische Dokumentation	30
14.1	Beschreibung der Lösungen	30
15	Weiterführende Informationen	34

1 Einleitung

Gemäss Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG), Artikel 3 gelten folgende Anforderungen für das Inverkehrbringen von technischen Einrichtungen und Geräten:

Sie dürfen bei bestimmungsgemässer und sorgfältiger Verwendung Leben und Gesundheit der Benutzer und Dritter nicht gefährden und sie müssen den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entsprechen.

Falls keine grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen festgelegt wurden, müssen sie nach den anerkannten Regeln der Technik hergestellt worden sein.

Für Maschinen gelten die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen nach Anhang I der Maschinenrichtlinie 98/37/EG (vormals 89/392/EWG). In Anhang I, Vorbemerkungen, Punkt 3 der Maschinenrichtlinie (MRL) steht:

«Der Hersteller ist verpflichtet, eine Gefahrenanalyse vorzunehmen, um alle mit der Maschine verbundenen Gefahren zu ermitteln; er muss die Maschine dann unter Berücksichtigung seiner Analyse entwerfen und bauen.»

Weiter verlangt die MRL, dass zur Vermeidung von Unfallrisiken im Zusammenhang mit der Maschine Massnahmen getroffen werden.

Zum Nachweis, dass die technische Einrichtung oder das Gerät mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen übereinstimmt, wird vom Inverkehrbringer der Maschine eine technische Dokumentation verlangt. In dieser Dokumentation muss unter anderem eine Beschreibung der Lösungen enthalten sein, die zum Beseitigen oder Ein-

grenzen der von der Maschine ausgehenden Gefahren gewählt wurden.

Die vorliegende Publikation zeigt Ihnen, wie Sie die Risikobeurteilung systematisch vornehmen können. Das beschriebene Verfahren hält sich an die Vorgehensschritte, die in EN 1050 «Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung» dargestellt sind.

Abschliessend wird gezeigt, welche Daten für die technische Dokumentation verwendet werden können.

Die Qualität einer Risikobeurteilung hängt entscheidend von ihrer Vollständigkeit ab. Nur durch Zusammenarbeit verschiedener Fachleute, die das Produkt kennen, kann ein möglichst vollständiges Resultat erzielt werden. Wünschenswert ist zum Beispiel das Zusammenwirken von Personen aus den Bereichen Konstruktion, Montage, Einkauf, Verkauf, Sicherheit. Auch Benutzer sollen bei der Risikobeurteilung mit einbezogen werden.

2 Überblick über das Verfahren

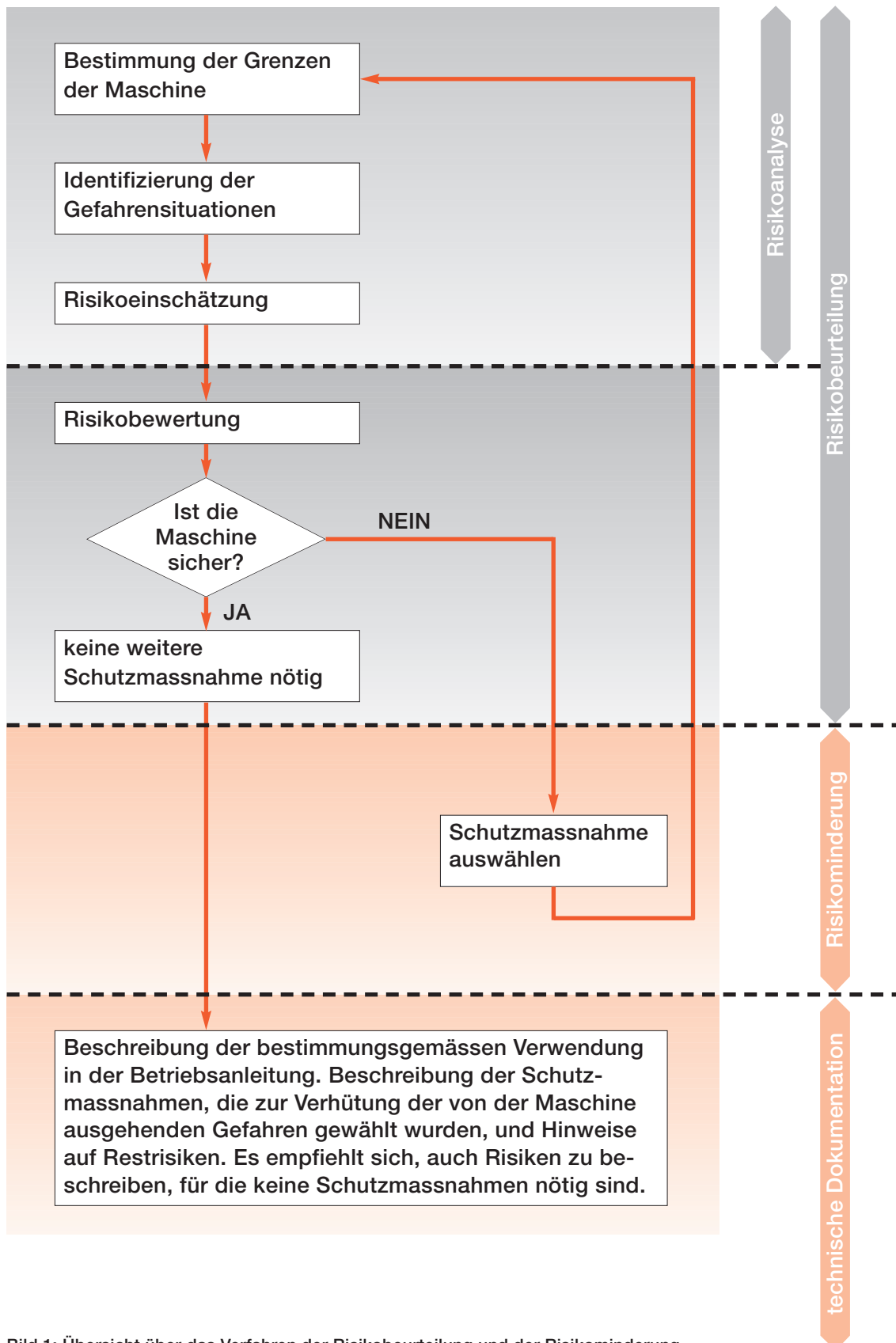
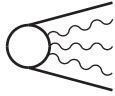


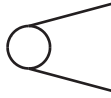
Bild 1: Übersicht über das Verfahren der Risikobewertung und der Risikominderung.

3 Begriffserklärungen

Gefahr: Ursprung einer schädigenden Wirkung. Die Gefahr kann – abhängig von der momentanen Wirkung – **aktiv** oder **schlummernd** sein.

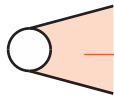


aktive Gefahr



schlummernde Gefahr

Gefahrenbereich: Bereich, in dem sich eine schädigende Wirkung ausbreitet.

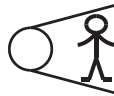


Gefahrenbereich

Gefahrensituation: Situation, in der sich eine Person in der Nähe einer Gefahr befindet. Es gibt drei Typen von Gefahrensituationen:



– Person neben schlummernder Gefahr

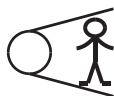


– Person im Bereich einer schlummernden Gefahr



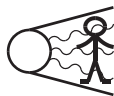
– Person neben aktiver Gefahr

Gefährdung: Gefahrensituation, in welcher sich eine Person im Bereich einer schlummernden Gefahr befindet.



Ursachen: Einflüsse, die eine Gefahrensituation verändern und zu einem Ereignis führen können. Die Ursachen verändern die Stellung der Person zum Gefahrenbereich und/oder die Aktivität der Gefahr.

Ereignis: Ein Ereignis findet statt, wenn eine Person einer schädigenden Wirkung ausgesetzt ist.



4 Wie entsteht ein Ereignis?

Voraussetzung für das Entstehen eines Ereignisses ist das Zusammentreffen einer schädigenden Wirkung und einer Person.



Die schädigende Wirkung stammt von einer aktiven Gefahr.

Kommen Gefahr und Person räumlich nahe zusammen, so entsteht eine Gefahrensituation. In diesen Situationen ist die Voraussetzung für ein Ereignis unvollständig. Ursachen können diese Situationen so verändern, dass eine Person in den Gefahrenbereich einer aktiven Gefahr gerät. Die Person ist dann einer schädigenden Wirkung ausgesetzt, was ein Ereignis zu Folge hat.

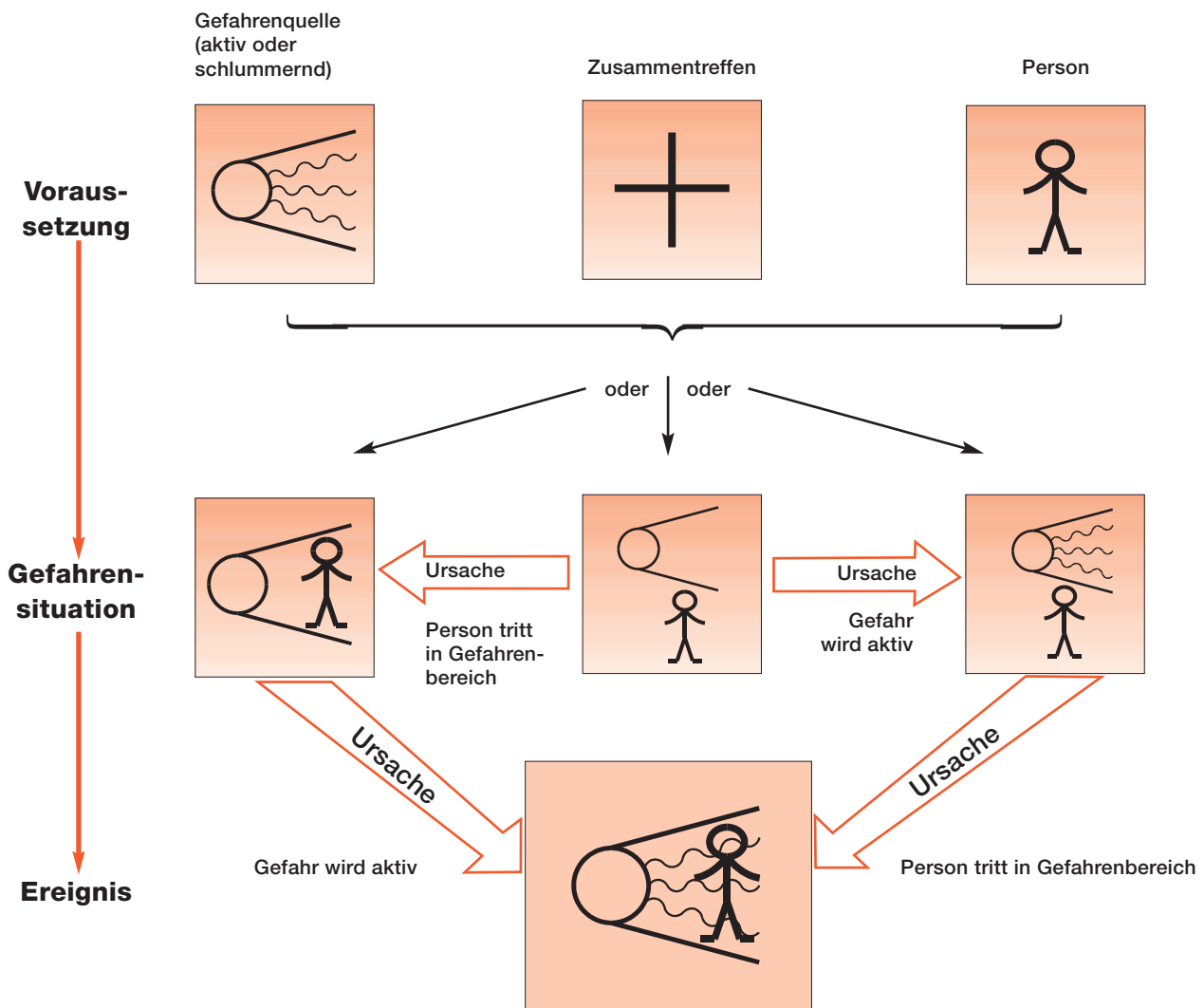


Bild 2: Entstehung eines Ereignisses.

5 Die Ursachen

Es können zwei Typen von Ursachen auftreten:

- ◆ Änderung der Aktivität der Gefahr (Beispiel: unerwarteter Anlauf einer Maschine)
- ◆ Änderung der Lage der Person zur Gefahr (Beispiel: Person greift in den Gefahrenbereich eines rotierenden Sägeblattes).

Entwirft der Konstrukteur eine Maschine, so werden durch die Maschine Gefahren geschaffen. Der Konstrukteur hat die von der Maschine ausgehenden Gefahrensituationen so zu gestalten, dass die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses möglichst klein ist. Durch Instruktion der Personen, die in eine Gefahrensituation geraten könnten, müssen die noch verbleibenden wahrscheinlichen Ereignisse verhindert werden. Alle Ursachen, die zu einem Ereignis führen können, sind daher vom Können, Wissen und Wollen des Menschen abhängig.

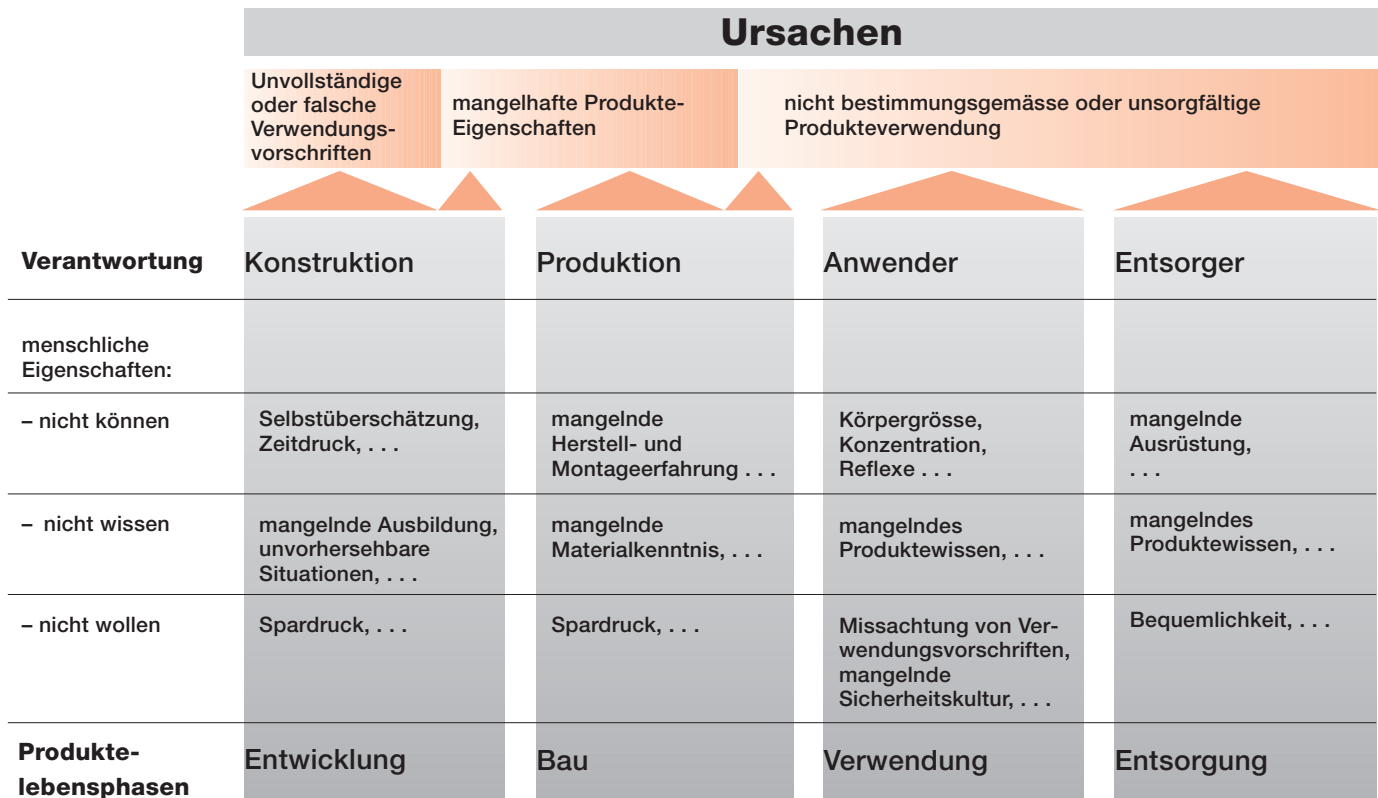


Bild 3: Übersicht über die Ursachen.

6 Beispiel Kreissäge

Am folgenden Beispiel werden die Zusammenhänge nochmals verdeutlicht.

Ein Mechaniker (**Person**) arbeitet mit einer Hebelkreissäge (**Gefahr**: z. B. kinetische Energie und Verzahnung des Sägeblattes). Immer wenn der Mechaniker sich in der Nähe des Sägeblattes befindet, entsteht eine **Gefahrensituation**.

Wenn der Mechaniker beim Nachschieben des abzusägenden Profils die Zähne des rotierenden Sägeblattes berührt, kommt es zu einem **Ereignis** (Personenschaden). Mögliche **Ursache**: Der Konstrukteur hat keine genügende Verschalung vorgesehen.

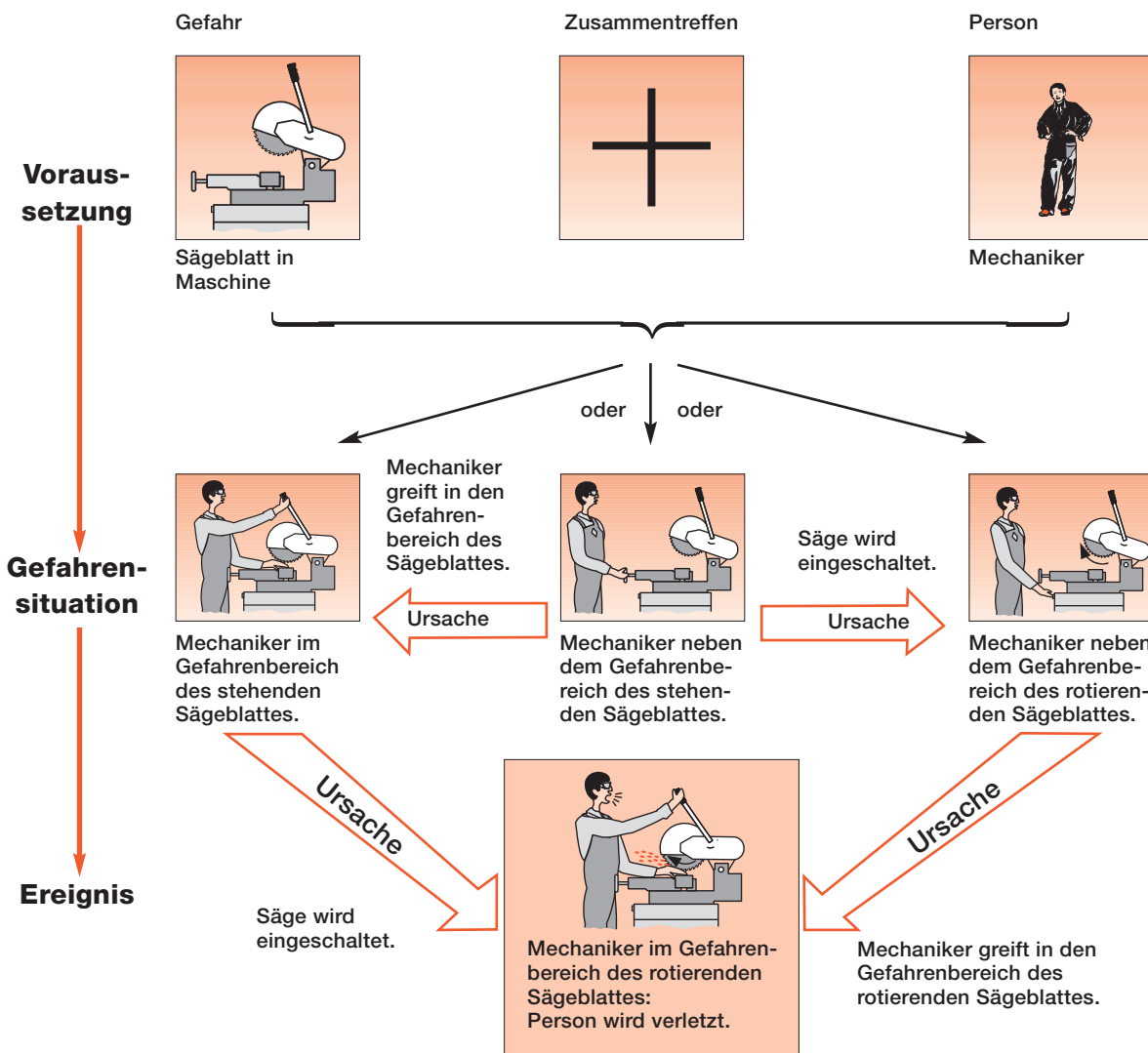


Bild 4: Entstehung eines Ereignisses, Beispiel Kreissäge.

7 Darstellung der Daten der Risikobeurteilung und Risikominderung

Damit sich die einzelnen Schritte der Risikobeurteilung und der Risikominderung einfach nachvollziehen lassen, ist es hilfreich, die Tabellen auf Seite 32 und 33 zu verwenden (Kopiervorlagen).

Die gesammelten Erkenntnisse bleiben so überblickbar. Es kann sinnvoll sein, die Tabellen auf einem EDV-System zu erstellen und auszufüllen.

8 Bestimmung der Grenzen der Maschine

Damit eine Risikobeurteilung gemacht werden kann, müssen alle voraussehbaren Gefahrensituationen im Zusammenhang mit der bestimmungsgemässen Verwendung des Produktes gefunden werden.

8.1 Grenzen der Maschine

Verwendungsgrenzen

Zuerst wird die bestimmungsgemässe Verwendung der Maschine beschrieben. Als «bestimmungsgemässe Verwendung» wird diejenige Verwendung bezeichnet, für welche die Maschine gebaut wird. Ein vernünftigerweise vorhersehbarer Missbrauch muss auch in Betracht gezogen werden.

Zu beachten sind:

- vorhersehbares Fehlverhalten infolge normaler Unachtsamkeit
- reflexartiges Verhalten im Falle einer Fehlfunktion
- sicherheitswidriges Verhalten, weil Benutzer den «Weg des geringsten Widerstandes» wählen
- Verwendung der Maschine im ausserberuflichen Bereich (in diesem Fall können keine fachlichen Kenntnisse vorausgesetzt werden)

Absichtlicher Missbrauch der Maschine wird nicht berücksichtigt.

Räumliche Grenzen

System abgrenzen, Teilsysteme bilden: Der Umfang des zu beurteilenden Systems ist auf Zeichnungen oder in Beschreibungen eindeutig festzulegen. Die Grenzen sind so zu legen, dass die zu beurteilende Maschine vollständig erfasst wird (inkl. Kabel, Stecker usw.) und eine Beurteilung auch wirklich durchgeführt werden kann. Ausgedehnte Systeme sollen in überschaubare Teilsysteme zerlegt werden, so dass entweder Baugruppen, Funktionseinheiten, Einzelteile oder Komponenten betrachtet werden können.

Schnittstellen aufzeigen:

Nach dem Abgrenzen sind die Schnittstellen zu anderen Systemen aufzuzeigen und

zu beschreiben. Schnittstellen ergeben sich beispielsweise zu Gebäuden, anderen technischen Systemen, Energielieferanten wie auch zur Umwelt.

Für jedes gebildete Teilsystem sind die Schnittstellen zum benachbarten Teilsystem aufzuzeigen. Da sich die Teilsysteme gegenseitig beeinflussen, sind die nötigen Folgerungen zu ziehen.

Zeitliche Grenzen

Die Lebensdauer der ganzen Maschine oder – wenn nötig – von Teilen der Maschine (Werkzeuge, Verschleissteile, elektrische Teile usw.) werden unter Berücksichtigung der bestimmungsgemässen Verwendung festgelegt.

8.2 Lebensphasen, Betriebsarten auflisten und beschreiben

Das Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten verlangt in Artikel 3, dass bei bestimmungsgemässer und sorgfältiger Verwendung Leben und Gesundheit der Benutzer und Dritter nicht gefährdet werden.

Es sind alle Betriebsarten zu beschreiben, welche für die bestimmungsgemässe Verwendung nötig sind. Dabei sind alle Lebensphasen vom Bau der Maschine bis zur Entsorgung zu beachten. Diese Beschreibung der Betriebsarten kann später auch für die Formulierung der Betriebsanleitung verwendet werden.

Normalbetrieb

Der Normalbetrieb ist diejenige Betriebsart, bei der das System den Zweck erfüllt, für den es vorgesehen und gebaut ist (zum Beispiel Normalbetrieb einer Kreissäge: Ablängen von Profilen).



Bild 5: Normalbetrieb einer Kreissäge.

Sonderbetrieb

Dem Sonderbetrieb sind alle Betriebsarten zugeordnet, die für den Normalbetrieb erforderlich sind.

Zum Beispiel:

- Montage
- Transport
- Testlauf
- Beheben von Produktionsstörungen
- Beheben von Maschinenstörungen
- Instandhaltung
- Demontage
- Entsorgung

Diese Aufzählung ist nicht abschliessend. Der Konstrukteur ist jedoch in der Lage, die Sonderbetriebsarten seiner Maschine genau festzulegen.

8.3 Einsatzbereich bestimmen

Es ist festzulegen, in welchen Einsatzbereichen (z. B. Industrie, Gewerbe, Haushalt) die Maschine voraussichtlich eingesetzt wird.

8.4 Betroffene Personen erkennen

Bei Normalbetrieb tätige Personen

Bei Normalbetrieb sind diejenigen Personen betroffen, die an der Maschine während des bestimmungsgemässen Einsatzes arbeiten. Es sind dies Benutzer und Bedienungspersonen.

Bei Sonderbetrieb tätige Personen

Bei Sonderbetrieb sind all diejenigen Personen vom System betroffen, die dafür sorgen, dass das System seinen Einsatzauftrag erfüllen kann. Es sind dies die Personen, die für die verschiedenen im Sonderbetrieb anfallenden Arbeiten zuständig sind (z. B. Instandhaltungspersonal).

Dritte

Unter Dritten sind Personen zu verstehen, die nur indirekt mit dem System zu tun haben. Dies können beispielsweise andere Betriebsangehörige, Besucher oder zufällig anwesende Personen sein.

In Tabelle 1 auf Seite 13 und in Bild 6 auf Seite 14 sind die Grenzen der Maschine am Beispiel einer Kreissäge dargestellt. Die einzelnen Arbeitsschritte in den Betriebsarten sind in der zweiten Spalte von Tabelle 2 auf Seite 15 beschrieben.

Risikobeurteilung: Bestimmung der Grenzen der Maschine

Maschine: Kreissäge

Bestimmungsgemäße Verwendung, Verwendungsgrenzen:

- Sägen eines eingespannten Profils mit rotierendem Sägeblatt
- Nachschieben, Einspannen des Profils sowie Vorschub des Sägeblattes erfolgen manuell
- Verarbeitung maximaler Profilquerschnitte von 80 x 100 mm aus ungehärteten Eisenmetallen, Nichteisenmetallen und Kunststoffen

Räumliche Grenzen:

Systeme sowie die Einflüsse, welche die Systemgrenzen überschreiten, sind auf der Zeichnung SNO eingezeichnet.

Zeitliche Grenzen:

Lebensdauer der Maschine: 20 Jahre

Verschleissteile:

- Sägeblatt Hartmetall
- Sägeblatt HSS (Schnellschnittstahl)
- Antriebsriemen

Lebensdauer:

- 60 h (abhängig vom zu verarbeitenden Werkstoff)
- 25 h (abhängig vom zu verarbeitenden Werkstoff)
- 5 Jahre

Lebensphasen, Betriebsarten:	Betroffene Personen						
	Anwender*	Dritte	Mechaniker	Elektriker	Transport- fachmann	Entsorger
Bau		X	X	X			
Transport		X	X	X	X		
Inbetriebnahme	X	X		X			
Einsatz/Gebrauch							
Normalbetrieb	X	X					
Produktionsstörung	X	X					
Maschinenstörung	X	X	X	X			
Reinigung	X	X					
Instandhaltung	X	X					
.....							
Ausserbetriebnahme	X	X					
Entsorgung		X			X	X	
.....							

* Ausbildung des Anwenders: keine Ausbildung vorausgesetzt

Einsatzbereich: Gewerbe, Industrie in Innenräumen mit Stromversorgung 10 Ampère und Spannung 400 Volt

Datum: 15.02.00

Visum: ay

Seite: 1 von 1

Tabelle 1: Bestimmung der Grenzen der Maschine am Beispiel Kreissäge.

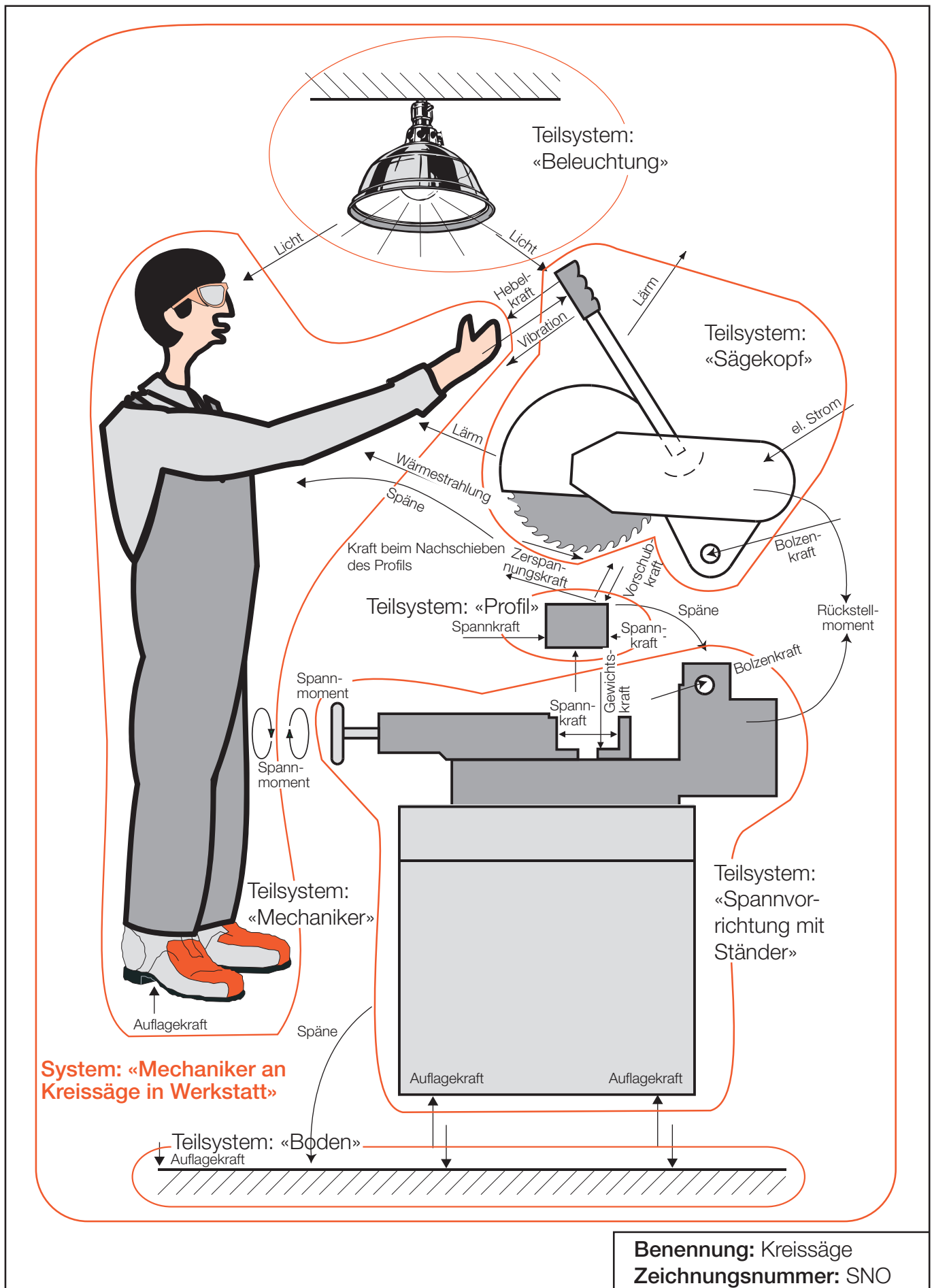


Bild 6: Systeme und Schnittstellen am Beispiel Kreissäge.

Risikobeurteilung		Maschine: Kreissäge		Schadensausmass (S)		Wahrscheinlichkeit (W)		Seite 1 von							
Betriebsart: Normalbetrieb		Teilsystem:		I Tod II schwerer bleibender Gesundheitsschaden III leichter bleibender Gesundheitsschaden IV heilbare Verletzung mit Arbeitsausfall V heilbare Verletzung ohne Arbeitsausfall		A häufig B gelegentlich C selten D unwahrscheinlich E praktisch unmöglich		Visum: ay Datum: 15.02.00							
Nr.	Beschreibung der Betriebsart	Nr.	Gefahrensituation		Nr.	Ursache	Ereignis	Risiko		Schutzziel	Nr.	Massnahmen	Rest-Risiko		Hinweise
			Gefahr	Person in, beim Gefahrenbereich				S	W				S	W	
1.	Profil auf Auflage legen														
2.	Profil positionieren														
3.	Profil festspannen														
4.	Säge einschalten														
5.	Sägekopf nach unten schwenken														
6.	Abschnitt absägen														
7.	Sägekopf in Ausgangslage schwenken														
8.	Säge ausschalten														
9.	Abschnitt entfernen														
10.	Profilaufspannung lösen														
11.	Profil von Auflage entfernen														
12.	Auflage reinigen														

Tabelle 2: Beschreibung des Normalbetriebs am Beispiel Kreissäge.

9 Identifizierung der Gefahrensituationen

9.1 Gefahren ermitteln

Es müssen alle Gefahren ermittelt und dokumentiert werden, die im Zusammenhang mit der bestimmungsgemässen Verwendung der Maschine innerhalb der einzelnen Teilsysteme und an den Schnittstellen zwischen den Systemen auftreten können. Zudem sind auch die Gefahren zu eruieren, die durch eine voraussehbare, nach vernünftigem Ermessen zu erwartende Benutzung der Maschine auftreten können.

Bei der Suche nach Gefahren sind folgende Punkte besonders zu beachten:

- ◆ Von jeder Gefahr geht eine schädigende Wirkung aus.
- ◆ Die schädigende Wirkung breitet sich im Gefahrenbereich aus.
- ◆ Die schädigende Wirkung ist permanent vorhanden oder kann temporär auftreten, z. B. unerwarteter Anlauf.

Eine Auswahl möglicher Gefahren enthält die folgende Liste. Sie muss je nach Produkt ergänzt werden. Weitere Hinweise auf Gefahren sind in EN 1050, Anhang 1 zu finden.

Beispiele für Gefahren im Zusammenhang mit Maschinen

1. Gefahr durch die Mechanik

- Quetschen
- Scheren
- Schneiden, Abschneiden
- Erfassen, Aufwickeln
- Einziehen, Fangen
- Stoss
- Durchstich, Einstich
- Reibung, Abrieb
- Eindringen, Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck

2. Gefahr durch Elektrizität

- Berühren von unter Spannung stehenden Teilen
- Berühren von durch Fehlzustände spannungsführend gewordenen Teile
- Annäherung an unter Hochspannung stehende Teile
- elektrostatische Vorgänge
- Auswirkungen von Kurzschlüssen

3. Gefahr durch thermische Energie

- Berühren von extrem kalten oder heissen festen Stoffen, Flüssigkeiten oder Gasen
- Brand, Explosionen, Strahlung von Wärmequellen
- kalte oder heisse Arbeitsumgebung

4. Gefahr durch Lärm

- Auswirkung auf Gehör und Gleichgewichtsorgan, Aufmerksamkeit
- Auswirkung auf Sprachkommunikation, Wahrnehmung akustischer Signale

5. Gefahr durch Vibrationen

- Auswirkungen auf Nerven und Gefässe (bei handgeführten Werkzeugen)

- Auswirkungen auf den ganzen Körper (Ganzkörpervibration, speziell in Verbindung mit Zwangshaltungen)

- ungeeignete Konstruktion, Platzierung, Kenntlichmachung von Stellteilen
- ungeeignete Konstruktion, Platzierung von Sichtanzeigen

6. Gefahr durch Strahlung

- Strahlung mit Niederfrequenz, Funkfrequenz, Mikrowellen
- infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht
- Röntgen- und Gammastrahlen
- Alphastrahlen, Betastrahlen, Elektronen- oder Ionenstrahlen, Neutronenstrahlen
- Laserstrahlen

7. Gefahr durch Werk- und andere Stoffe (und durch ihre Bestandteile)

- Kontakt mit gesundheitsgefährdenden Flüssigkeiten
- Einatmen von Gasen, Nebeln, Dämpfen und Stäuben
- Feuer und Explosionen
- Kontakt mit gesundheitsgefährdenden biologischen oder mikrobiologischen Stoffen (Viren oder Bakterien)

8. Gefahr durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Gestaltung der Maschine

- ungesunde Körperhaltung, übermäßige Anstrengungen
- ungenügende Berücksichtigung der Anatomie des Menschen
- nachlässiger Gebrauch persönlicher Schutzausrüstungen
- unangepasste örtliche Beleuchtung
- mentale Überbelastung oder Unterforderung, Stress
- menschliches Fehlverhalten, menschliches Verhalten

9. Gefahr durch Kombination von verschiedenen Gefahren

10. Gefahr durch unerwarteten Anlauf

11. Gefahr durch fehlende Möglichkeit, die Maschine unter optimalen Bedingung stillzusetzen

12. Gefahr durch Änderungen der Umfangsgeschwindigkeit von Werkzeugen

13. Gefahr durch Ausfall der Energieversorgung

14. Gefahr durch Ausfall des Steuer- bzw. Regelkreises

15. Gefahr durch fehlerhafte Montage

16. Gefahr durch Bruch beim Betrieb

17. Gefahr durch herabfallende oder herausgeworfene Gegenstände oder austretende Flüssigkeiten

18. Gefahr durch Verlust der Standfestigkeit/Umkippen der Maschine

19. Gefahr durch Ausgleiten, Stolpern, Stürzen

20. Gefahren im Zusammenhang mit speziellen Maschinengattungen

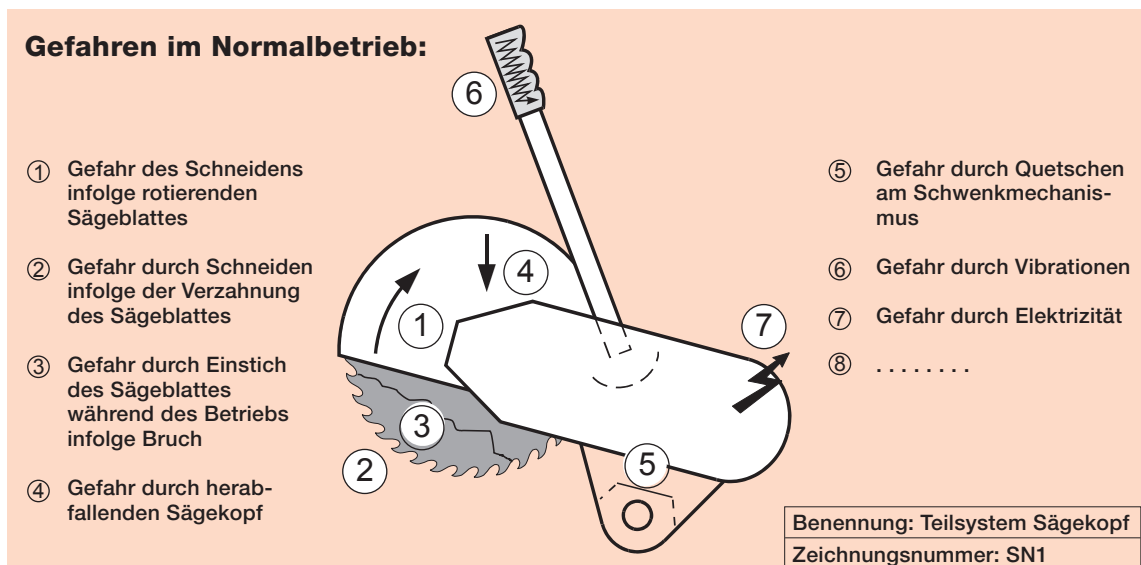


Bild 7: Teilsystem «Sägekopf» im Normalbetrieb: Gefahren im Normalbetrieb (Auswahl).

9.2 Gefahrensituationen auflisten

Die möglichen Gefahrensituationen werden ermittelt, indem untersucht wird, ob eine vorhandene Gefahr sich möglicherweise negativ auf eine Person auswirken kann. Gefahr und Person werden unter einer Nummer in die Tabelle eingetragen.

9.3 Ereignisse und deren Ursachen eruieren

Die Ursachen können ermittelt werden, indem untersucht wird, wie eine Gefahrensituation sich ändern muss, damit eine Person in den Gefahrenbereich einer aktiven Gefahr kommt. Zusammen mit den gefundenen Ursachen können die Ereignisse abgeschätzt werden.

Diese Betrachtungen müssen für alle Systeme und deren Schnittstellen in allen Betriebsarten gemacht werden.

Die folgende Auflistung zeigt einige Beispiele von Ursachen auf.

Nicht können:

- ◆ Körpergrösse
- ◆ Behinderung
- ◆ Konstruktionsfehler
- ◆ ungünstige Ergonomie
- ◆ Zeitdruck
- ◆ Überschätzung
- ◆ mangelndes Verständnis

Nicht wissen:

- ◆ ungenügende Instruktion
- ◆ mangelnde Erfahrung
- ◆ unvollständige Betriebsanleitung

Nicht wollen:

- ◆ Bequemlichkeit, Weg des geringsten Widerstands
- ◆ mangelnde Einsicht
- ◆ Sparsamkeit

Ein Beispiel für das Erfassen eines möglichen Ereignisses mit der dazugehörigen Ursache finden Sie in Tabelle 3.

Risikobeurteilung		Maschine: Kreissäge		Schadensausmass (S)		Wahrscheinlichkeit (W)		Seite 1 von							
Betriebsart: Normalbetrieb		Teilsystem:		I Tod II schwerer bleibender Gesundheitsschaden III leichter bleibender Gesundheitsschaden IV heilbare Verletzung mit Arbeitsausfall V heilbare Verletzung ohne Arbeitsausfall		A häufig B gelegentlich C selten D unwahrscheinlich E praktisch unmöglich		Visum: ay Datum: 15.02.00							
Nr.	Beschreibung der Betriebsart	Nr.	Gefahrensituation		Nr.	Ursache	Ereignis	Risiko		Schutzziel	Nr.	Massnahmen	Rest-Risiko		Hinweise
			Gefahr	Person in, beim Gefahrenbereich				S	W				S	W	
1.	Profil auf Auflage legen	1.1	Schneiden durch rotierendes Sägeblatt	Hand oder Arm des Bedieners im Bereich des Sägeblattes	1.1.1	unerwarteter Anlauf nach Netzunterbruch und Kleidung des Mechanikers von Sägeblatt erfasst	Hand- und/oder Armverletzung								
					1.1.2	unerwarteter Anlauf nach Netzunterbruch und Mechaniker korrigiert die Lage des Profils	Hand- und/oder Armverletzung								

Tabelle 3: Finden von Ereignissen am Beispiel Kreissäge.

Verfahren zum Auffinden von Ursachen

Ist bei einer gegebenen Gefahrensituation das Ereignis bekannt oder kann ein Ereignis vermutet werden, so ist der «Fehlerbaum» ein mögliches Verfahren, um schrittweise die einzelnen Veränderungen der Gefahrensituation zu untersuchen, bis der Ursprung, die eigentliche Ursache, gefunden ist.

In der Suva-Broschüre 66025.d «Beispiel einer Risikobeurteilung für technische Einrichtungen und Geräte» wird die Anwendung des Fehlerbaums im Einzelnen aufgezeigt.

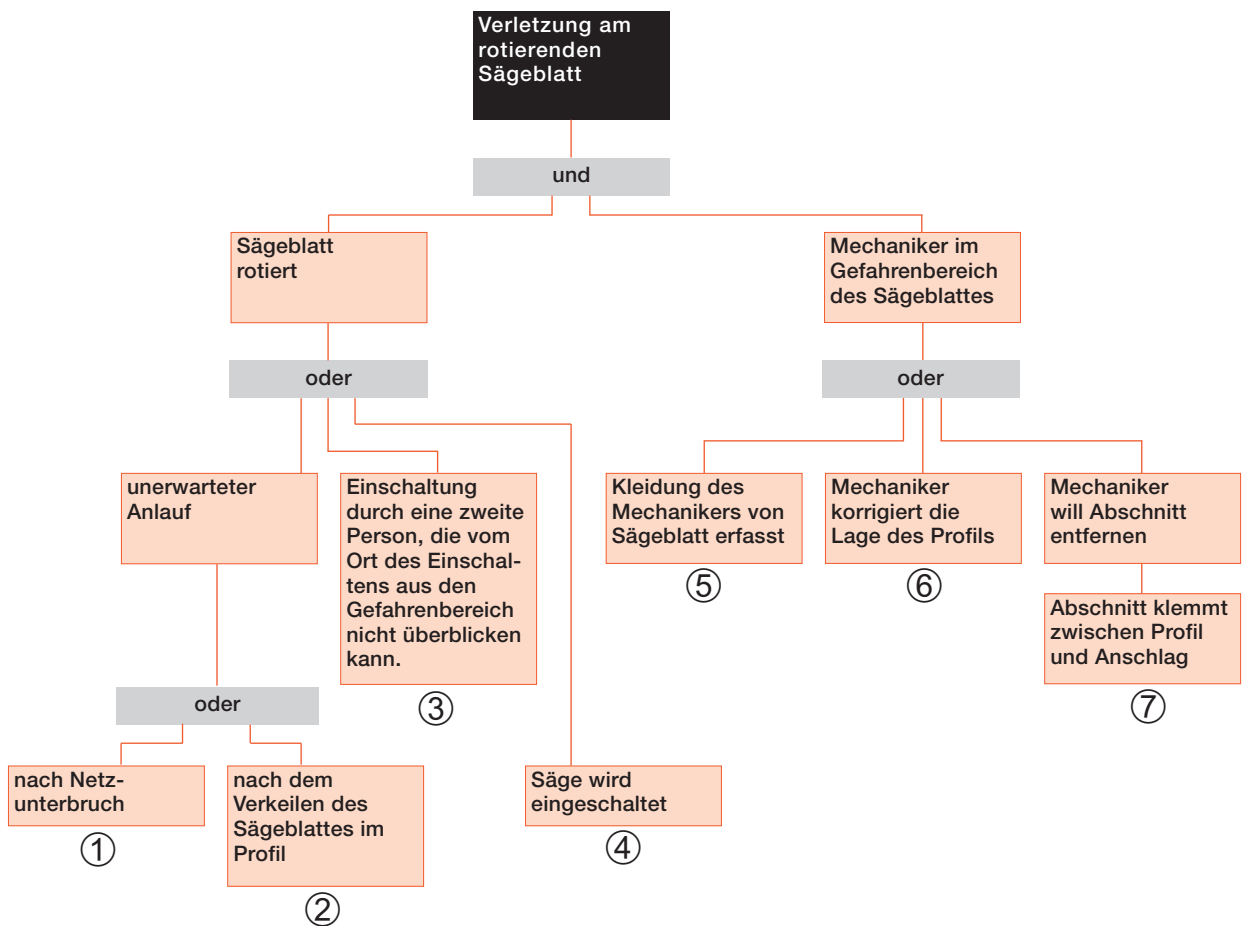


Bild 8: Fehlerbaum für das Ereignis «Benutzer verletzt sich am rotierenden Sägeblatt».

10 Was heisst «Risiko»

Aus jeder spezifischen Gefahrensituation kann mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ein Ereignis eintreten.

Das

Risiko der Gefahrensituation

ist abhängig vom

Ausmass des möglichen Schadens des Ereignisses

und von der

Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- Häufigkeit und Dauer der Gefahrensituation, welche dem Ereignis vorausgeht
- Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses, wenn die Gefahrensituation vorhanden ist
- Möglichkeiten zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens

Beispiel: Kreissäge

Risiko der Gefahrensituation:
Mechaniker und rotierendes
Sägeblatt



Bild 9:
Person bedient
Kreissäge.

Das

**Risiko beim Arbeiten mit dem
Sägeblatt**

ist abhängig vom

**Ausmass der Verletzung durch das
Sägeblatt**

und von der

**Eintrittswahrscheinlichkeit, d. h. der
Wahrscheinlichkeit einer Verletzung**

Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- Expositionszeit, d.h., wie häufig und wie lange der Mechaniker jeweils mit der Säge arbeitet
- Wahrscheinlichkeit, dass der Mechaniker während des Arbeitens mit der Säge durch das Sägeblatt verletzt wird
- Möglichkeit, den Schaden zu begrenzen, z. B. durch schnelles Wegziehen der Hand

11 Risikoeinschätzung

Für jede Gefahrensituation wird der grösstmögliche Schaden und die Wahrscheinlichkeit dieses Schadens abgeschätzt.

Für die Darstellung des Risikos kann folgende Darstellung verwendet werden:

Risikodarstellung in einer Matrix

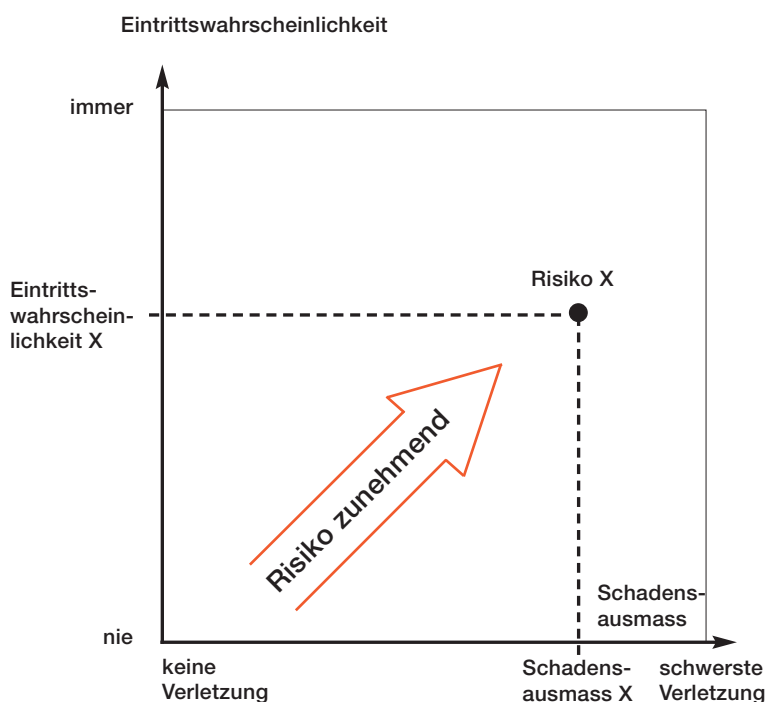


Bild 10: Risikodarstellung in einer Matrix.

Schadensausmass

Das Schadensausmass kann aufgrund der Verletzung oder Gesundheitsschädigung der betroffenen Person(en) zum Beispiel in folgende Kategorien eingestuft werden:

- I Tod
- II schwerer, bleibender Gesundheitsschaden, heilt nicht vollständig (irreversibel), Lebensqualität wird erheblich beeinträchtigt
- III leichter, bleibender Gesundheitsschaden, heilt nicht vollständig (irreversibel), Lebensqualität wird nur in geringem Mass beeinträchtigt
- IV heilbare Verletzung mit Arbeitsausfall (reversibel)
- V leichte Verletzung ohne Arbeitsausfall (reversibel)

Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Eintrittswahrscheinlichkeit hängt von der spezifischen Gefahrensituation ab. Vorhandene Unfallzahlen aus Statistiken können nur verwendet werden, wenn die dem Unfall vorausgehende Gefahrensituation stets die gleiche ist. Meistens wird deshalb die Eintrittswahrscheinlichkeit qualitativ bewertet. Die Wahrscheinlichkeit kann zum Beispiel in folgenden Kategorien erfasst werden:

- A häufig
- B gelegentlich
- C selten
- D unwahrscheinlich
- E praktisch unmöglich

Ist in der Entwurfsphase eines Produktes eine Eintrittswahrscheinlichkeit noch unklar, so empfiehlt es sich, eine relativ hohe Wahrscheinlichkeit einzusetzen. Liegen später genauere Erkenntnisse vor, so können die Werte berichtigt werden.

Beispiel: Arbeiten mit der Kreissäge

Risiko einer Verletzung des Mechanikers am Sägeblatt.

- ◆ Grösstes Schadensausmass: leichter bleibender Gesundheitsschaden (Finger- oder Handverletzung)
- ◆ Eintrittswahrscheinlichkeit: Aufgrund der Ursachen (Mechaniker greift in den Gefahrenbereich des Sägeblattes, Anlauf des Sägeblattes) wird die Eintrittswahrscheinlichkeit als «gelegentlich» eingestuft.

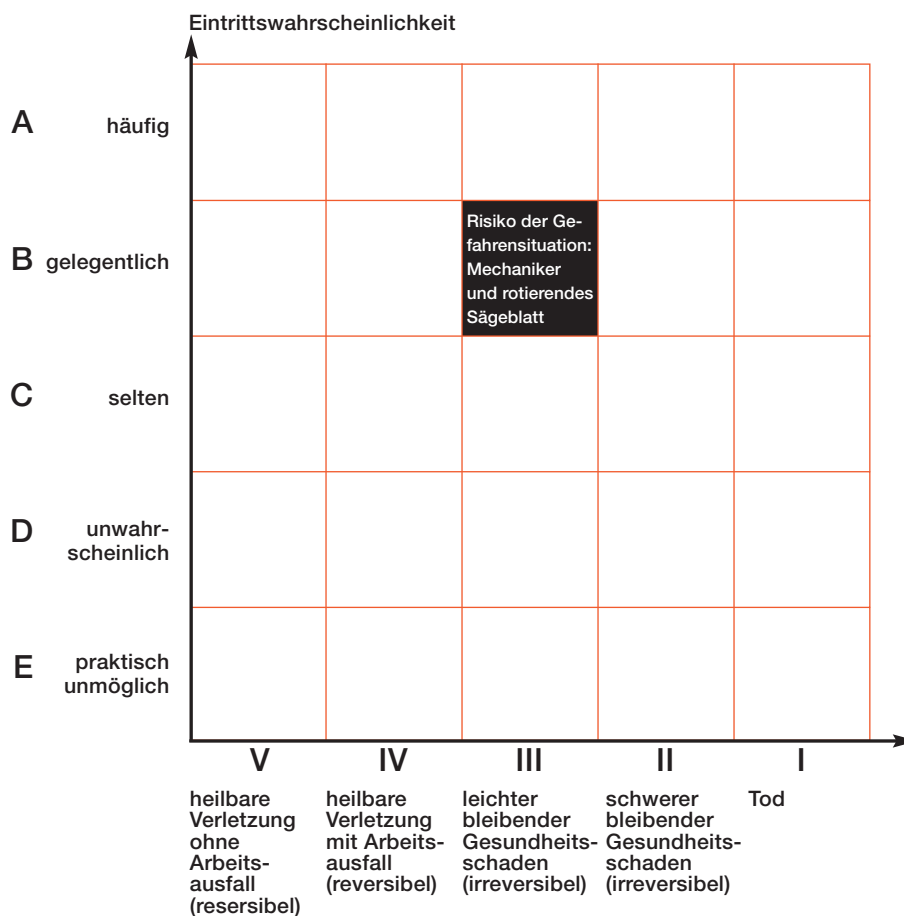


Bild 11: Risikodarstellung am Beispiel Kreissäge.

12 Risikobewertung

Die Maschinenrichtlinie verlangt grundsätzlich, dass die in Anhang I formulierten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen erfüllt werden. Diese Anforderungen sind teils als Schutzziele und teils als konkrete Forderungen formuliert.

12.1 Schutzziele formulieren

Sind die Anforderungen aufgrund des gegebenen Stands der Technik nicht erreichbar, muss die Maschine soweit irgend möglich auf die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen hin konzipiert und gebaut sein.

Für jedes ermittelte Ergebnis ist ein Schutzziel aufzustellen.

Durch das Formulieren von Schutzzielen werden die Bedingungen beschrieben, welche die Lösungen erfüllen müssen, damit die möglichen Ereignisse nicht eintreten.

Eine lösungsneutrale, weitgefasste Formulierung von Schutzzielen lässt eine grössere Auswahl von Lösungen zu.

Für das in dieser Schrift verwendete Beispiel «Kreissäge» könnte eines der Schutzziele lauten:

Es muss verhindert werden, dass in den Gefahrenbereich des rotierenden Sägeblattes gegriffen werden kann.

Eine weiter gefasste Formulierung könnte wie folgt lauten:

Es muss verhindert werden, dass jemand durch das Sägeblatt verletzt wird.

Der Unterschied zwischen den beiden Formulierungen wird deutlich, wenn Lösungen gesucht werden.

Das zuerst notierte Schutzziel kann erfüllt werden, wenn die Säge ausgeschaltet wird, wenn ein Zugriff in den Gefahrenbereich nötig ist. Bei der zweiten Schutzzielformulierung darf der Zugang zum Sägeblatt auch bei stehender Maschine für den Benutzer nicht möglich sein, was eine Abdeckhaube über dem Sägeblatt erforderlich macht.

Oft ist es sinnvoll, mit einem Schutzziel mehrere Ereignisse zu verhindern.

Wenn für alle Ereignisse die Schutzziele formuliert sind, kann man Schutzziele mit gleicher Aussage zusammenfassen. Zu beachten ist allerdings, dass dabei nichts Wesentliches verloren geht. Dies ist ganz besonders für Schutzziele zu beachten, die den Sonderbetrieb betreffen.

Bei der Darstellung der Lösungen wird sich dann zeigen, ob durch eine Lösung gleich mehrere Schutzziele erfüllt werden können.

12.2 Akzeptiertes Risiko festlegen

Jede Maschine wird auch nach Berücksichtigung der zur Zeit besten Lösung ein gewisses Risiko, ein Restrisiko, aufweisen. Aufgabe des Konstrukteurs ist es, das Restrisiko in einen akzeptablen Bereich zu bringen.

Es ist deshalb wichtig, sich Gedanken über das akzeptierbare Risiko zu machen. Die Beurteilung, ob ein Risiko akzeptierbar ist oder nicht, wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst (siehe Bild 12).

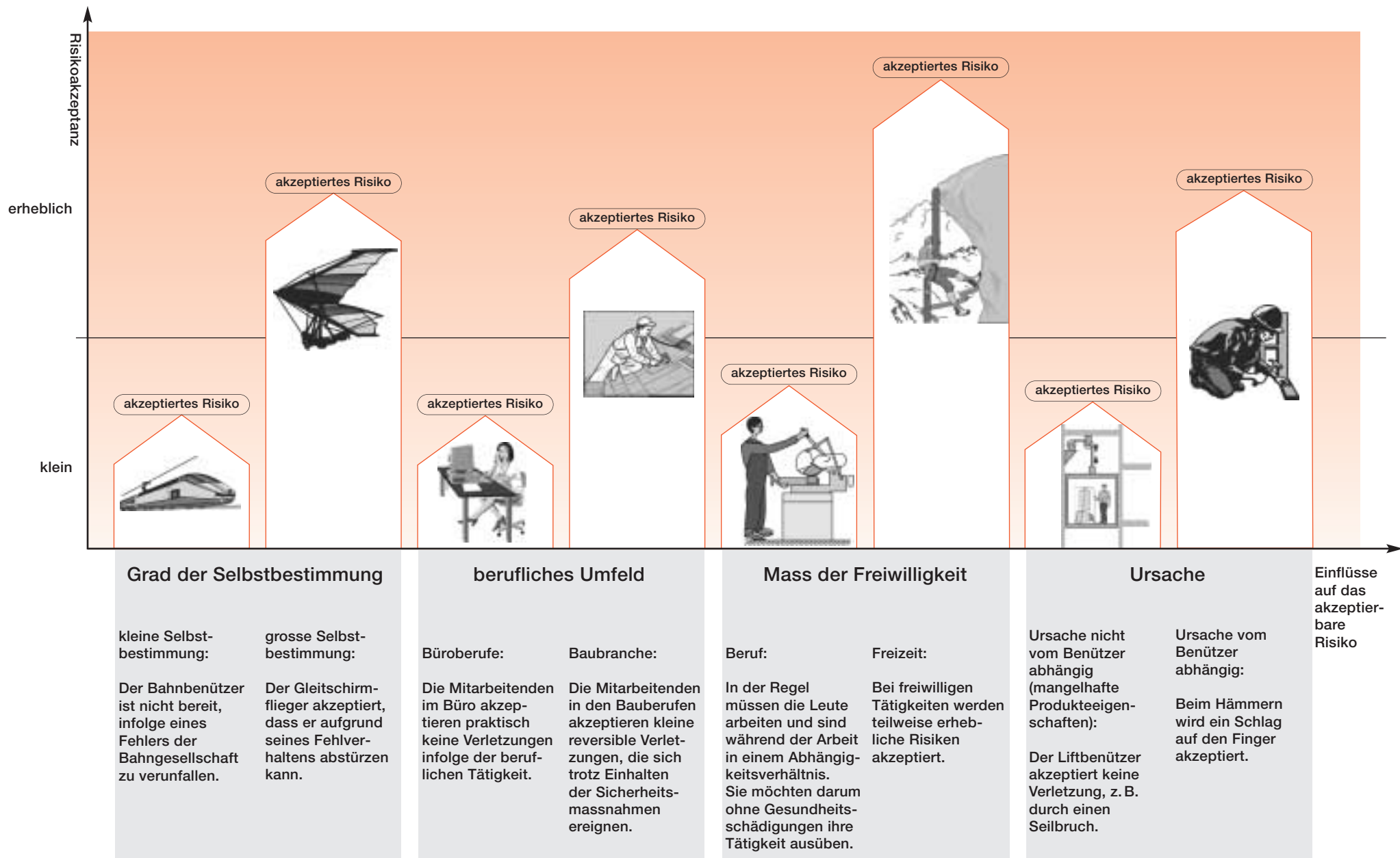


Bild 12: Risikofaktoren.

Im Bereich von Maschinen können folgende Einflussfaktoren besonders wichtig sein:

◆ **Grad der Freiwilligkeit:**

Die Personen, welche mit der Maschine arbeiten, müssen einem Gelderwerb nachgehen und sind während der Arbeit in einem Abhängigkeitsverhältnis. Sie erwarten deshalb, ohne eine berufliche Gesundheitsschädigung ihre berufliche Tätigkeit ausüben zu können.

◆ **Ursache:**

Eine Verletzung infolge eines Produktmangels wird vom Gesetz (Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräte, Maschinenrichtlinie, Produkthaftungsgesetz) und von der Gesellschaft nicht akzeptiert.

In der folgenden Matrix kann die Grenze zwischen dem «akzeptierten» und dem «nicht akzeptierten» Risiko mit Hilfe der oben genannten Einflussfaktoren festgelegt werden.

Abgrenzung «akzeptiertes» – «nicht akzeptiertes» Risiko

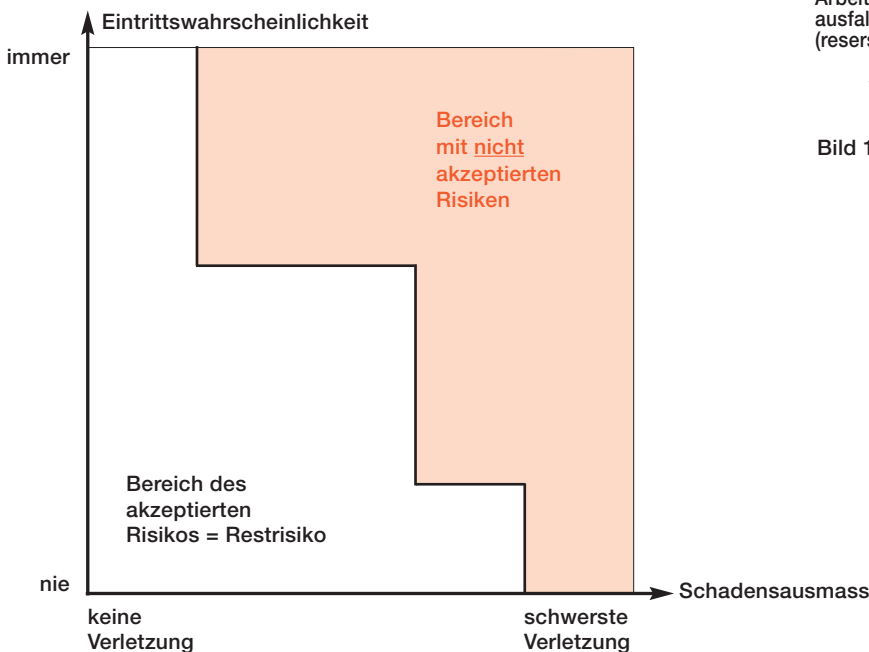


Bild 13: Risikoabgrenzung.

12.3 Risikoeinstufung

Im Beispiel, das in Bild 14 dargestellt ist, werden gelegentliche unbedeutende Verletzungen toleriert. Eine tödliche Verletzung wird jedoch in keinem Fall akzeptiert.

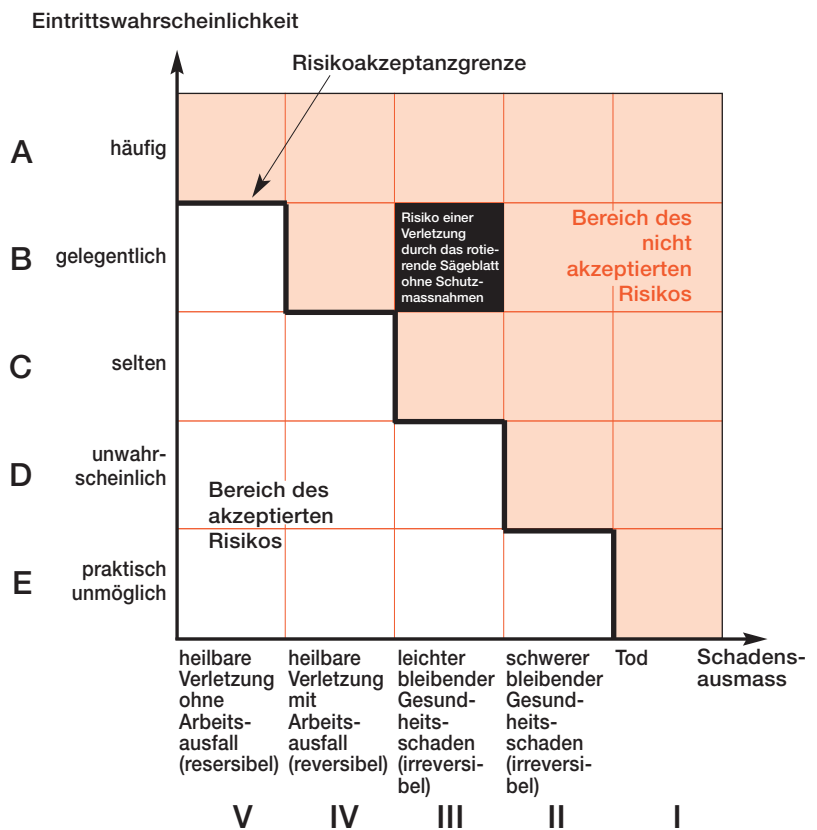


Bild 14: Risikoabgrenzung am Beispiel Kreissäge.

13 Risikominderung

Für sämtliche Risiken im Bereich des nicht akzeptierten Risikos müssen Lösungen gefunden und angewendet werden, welche die von der Maschine ausgehenden Risiken auf ein akzeptierbares Mass, die Restrisiken, verringern.

13.1 Wahl der Schutzmassnahmen

Bei der Wahl einer angemessenen Lösung muss der Hersteller folgende Grundsätze einhalten, und zwar in der angegebenen Reihenfolge (vergleiche Maschinenrichtlinie, Anhang I):

1. **Beseitigung oder Minimierung der Gefahren** (Integration des Sicherheitskonzeptes in die Entwicklung und den Bau der Maschine)
2. **Ergreifen von notwendigen Schutzmassnahmen** gegen nicht zu beseitigende Gefahren
3. **Unterrichtung der Benützer über die Restrisiken** aufgrund der nicht vollständigen Wirksamkeit der getroffenen Schutzmassnahmen; Hinweis auf eine eventuell erforderliche Spezialausbildung oder persönliche Schutzausrüstung

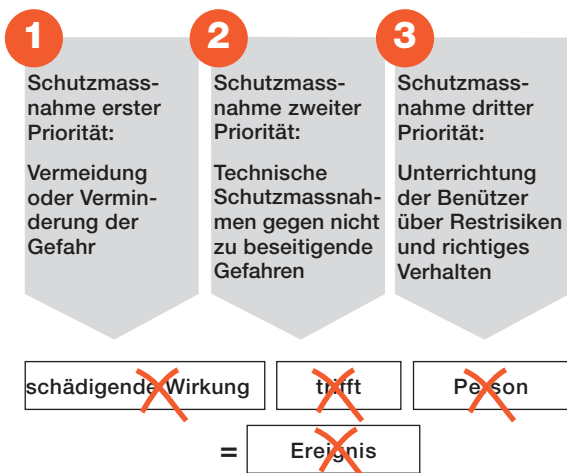


Bild 15: Risikominderung.

Beispiel Kreissäge:

Wahl der Schutzmassnahmen:

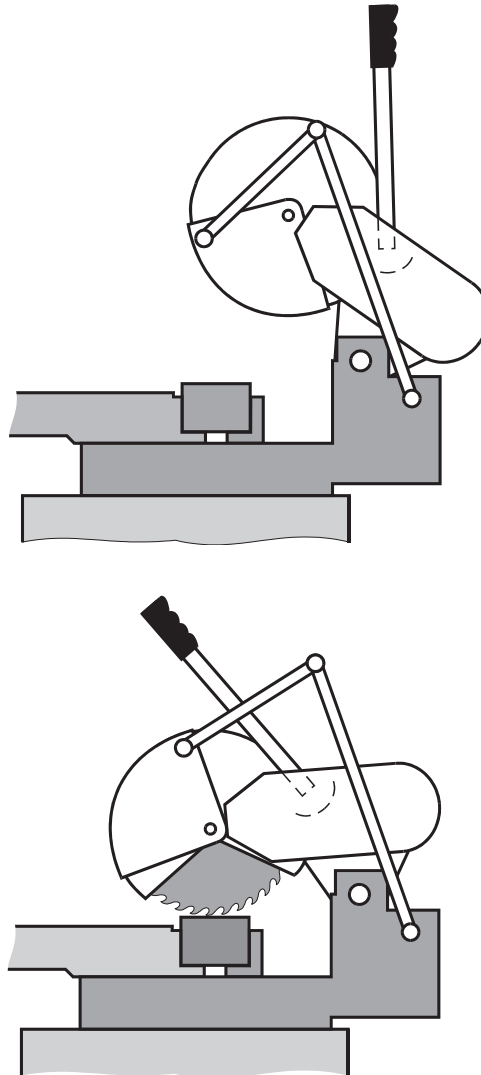


Bild 16: Schwenkbare Schutzvorrichtung.

1. Das Vermeiden der Gefahr, d.h. ein Eliminieren des rotierenden Sägeblattes, ist hier nicht möglich, da sonst die Maschine ihren Zweck nicht mehr erfüllen kann.
2. Die schädliche Wirkung des rotierenden Sägeblattes kann begrenzt werden durch eine Schutzmassnahme, in diesem Fall durch eine schwenkbare Schutzvorrichtung, welche das Sägeblatt soweit möglich umschliesst.

3. Aufgrund der nicht vollständigen Wirkung der Schutzeinrichtung muss der Benutzer der Säge über die Restrisiken informiert werden. Unter anderem werden folgende Hinweise in der Betriebsanleitung gegeben:

- ◆ Wenn das Sägeblatt abgesenkt ist, wirkt die Abdeckung unvollständig.
Warnung: Das Berühren des rotierenden Sägeblatts ist verboten.
- ◆ Vor dem Reinigen, Instandhalten, Reparieren ist die Maschine am Hauptschalter abzuschalten und mit dem persönlichen Vorhängeschloss zu sichern.
- ◆ Die Schutzvorrichtung ist regelmässig auf ihre Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. Ist die Schutzvorrichtung defekt, muss sie vor Inbetriebnahme der Maschine repariert werden.
- ◆ Um Augenverletzungen zu vermeiden, haben alle Personen im Bereich der Säge eine Schutzbrille zu tragen.

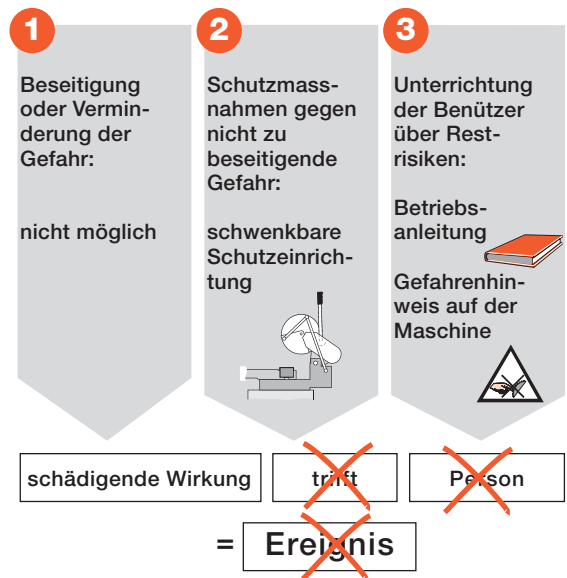


Bild 17: Risikominderung am Beispiel Kreissäge.

Hinweise für die Suche von Lösungen:

- ◆ Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderung für den Bau von Maschinen in Anhang I der Maschinenrichtlinie sind bindend.
- ◆ Allgemeine Gestaltungsleitsätze sind in der europäischen Norm EN 292, Teil 1 und Teil 2, zu finden (siehe Literaturangaben Seite 34).
- ◆ Lösungen werden in den europäischen Sicherheitsnormen aufgezeigt. Bei der Umsetzung von Normlösungen wird vermutet, dass die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen erfüllt sind. Allerdings müssen immer folgende Fragen genau geklärt werden:
 - Ist die Norm noch aktuell?
 - Ist die Gefahrensituation an der zu konstruierenden Maschine tatsächlich identisch mit der Gefahrensituation, für welche die Normlösung vorgesehen ist?
 - Widerspricht die Norm nicht den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen?
- ◆ Die Prüfung von Massnahmen, die an anderen Maschinen mit vergleichbaren Gefahrensituationen realisiert wurden, hilft Lösungen mit einem akzeptablen Risiko zu finden.

13.2 Beurteilen der Schutzmassnahmen

Die Beurteilung der Schutzmassnahmen erfolgt anhand der Risikobeurteilung, wie sie im Verfahren in Bild 1, Seite 5 dargestellt ist.

So wird sichergestellt, dass die Schutzmassnahme ihren Zweck erfüllt und keine neuen Gefahrensituationen schafft.

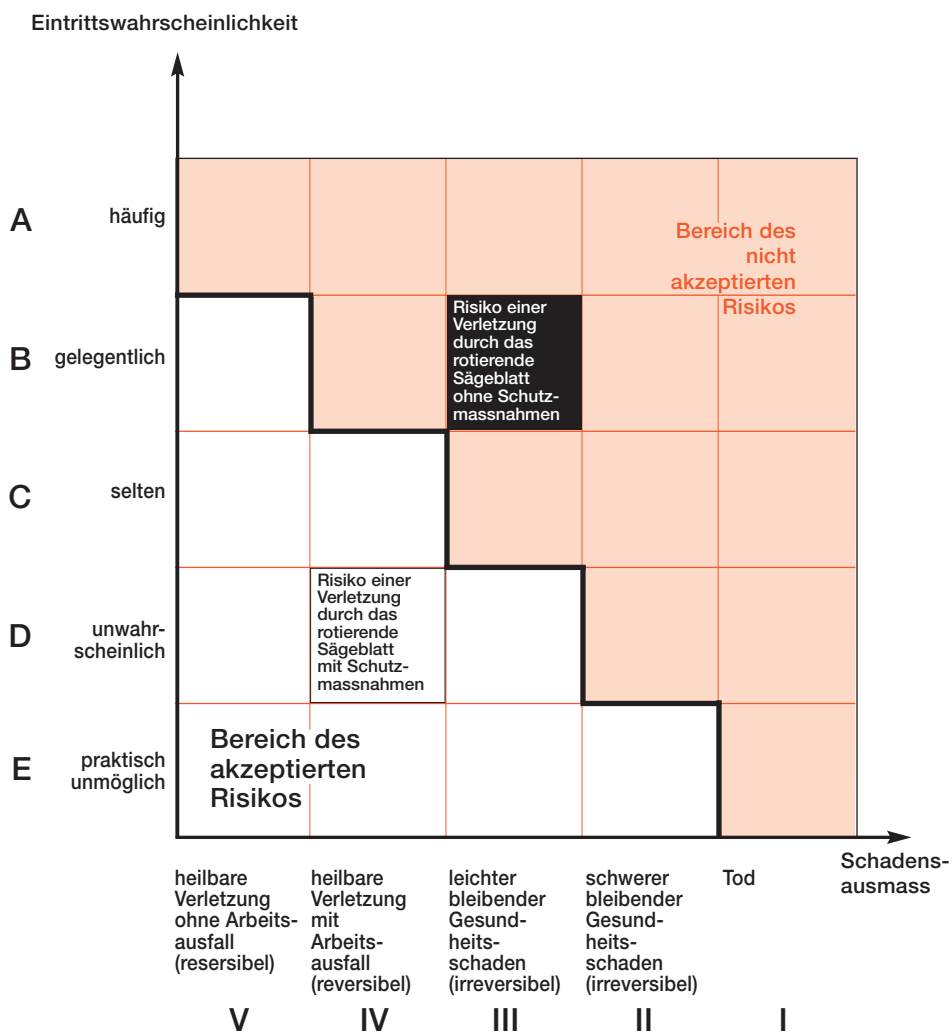


Bild 18: Beurteilung der Schutzmassnahmen am Beispiel Kreissäge.

14 Unterlagen für eine technische Dokumentation

Für Maschinen sind die Anforderungen an die technische Dokumentation in Anhang 3 der Verordnung über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEV) beschrieben. Diese Beschreibung in der STEV entspricht weitgehend der Beschreibung der technischen Dokumentation in Anhang V der Maschinenrichtlinie 98/37/EG (vormals 89/392/EWG).

Genauere Angaben finden Sie zudem in der Suva-Publikation «Baumusterbescheinigungsverfahren von Maschinen gemäss EG-Maschinenrichtlinie 89/392/EWG (Anhang V/VI)», Bestellnummer CE93-15.d. Die Beschreibung der Lösungen, die zur Verhütung der von der Maschine ausgehenden Gefahren gewählt wurden, macht einen wichtigen Teil der technischen Dokumentation aus.

14.1 Beschreibung der Lösungen

Es empfiehlt sich, in derselben Tabelle, welche für die Gefahrenanalyse benutzt wurde, die Ergebnisse der Risikobeurteilung und Risikominderung einzutragen. Wichtig ist, dass jede Lösung, die schliesslich gewählt wird, in der Spalte «Hinweis» begründet wird.

Für die Beschreibung der Lösungen, die zur Verhütung der von der Maschine ausgehenden Gefahren gewählt wurden, können die Spalten «Massnahmen» und «Hinweis» verwendet werden.

Spalte «Massnahmen»

Die gewählte Lösung, mit der das entsprechende Schutzziel erfüllt werden soll, ist zu beschreiben und zu begründen. So bleibt die Wahl der Lösung nachvollziehbar.

Spalte «Hinweise»

Überall, wo ergänzende Unterlagen zur Beurteilung der gewählten Lösung notwendig sind, ist auf diese hinzuweisen.

Ergänzende Unterlagen können sein:

- Layout, Prospekt, Beschrieb
- Konstruktionszeichnung
- Stückliste
- Betriebsanleitung

- Festigkeitsberechnung
- Standsicherheitsberechnung
- Beschussversuche, Fallversuche von trennenden Schutzeinrichtungen

- Funktionsbeschreibung der Schutzeinrichtung
- Stromlaufpläne der sicherheitsrelevanten Kanäle
- Bauteilliste der sicherheitsrelevanten Kanäle
- Hydraulikschema
- Pneumatikschema

- Fehlerbetrachtung (Fehlereffektanalyse) der gewählten Lösung
- Korrosionsbetrachtung
- Liste der verwendeten Stoffe

- Prüfbericht
- Messprotokoll
- Bauteilprüfung
- Laboranalyse
- Bescheinigungen
- Herstellererklärungen von eingekauften Komponenten
- Konformitätserklärungen von eingekauften Komponenten
- . . .

Risikobeurteilung		Maschine: Kreissäge		Schadensausmass (S)		Wahrscheinlichkeit (W)		Seite 1 von							
Betriebsart: Normalbetrieb		Teilsystem:		I Tod II schwerer bleibender Gesundheitsschaden III leichter bleibender Gesundheitsschaden IV heilbare Verletzung mit Arbeitsausfall V heilbare Verletzung ohne Arbeitsausfall		A häufig B gelegentlich C selten D unwahrscheinlich E praktisch unmöglich		Visum: ay Datum: 15.02.00							
Nr.	Beschreibung der Betriebsart	Nr.	Gefahrensituation		Nr.	Ursache	Ereignis	Risiko		Schutzziel	Nr.	Massnahmen	Rest-Risiko		Hinweise
			Gefahr	Person in, beim Gefahrenbereich				S	W				S	W	
1.	Profil auf Auflage legen	1.1	Schneiden durch rotierendes Sägeblatt	Hand oder Arm des Bedieners im Bereich des Sägeblattes	1.1.1	unerwarteter Anlauf nach Netzunterbruch und Kleidung des Mechanikers von Sägeblatt erfasst	Hand- und/oder Armverletzung	III	B	Durch das rotierende Sägeblatt darf niemand verletzt werden		Schwenkbare Verschalung des Sägeblattes, Gefahrenhinweis auf Maschine, Hinweis in Betriebsanleitung	IV	D	⊛
					1.1.2	unerwarteter Anlauf nach Netzunterbruch und Mechaniker korrigiert die Lage des Profils	Hand- und/oder Armverletzung	III	B	Durch das rotierende Sägeblatt darf niemand verletzt werden		Schwenkbare Verschalung des Sägeblattes, Gefahrenhinweis auf Maschine, Hinweis in Betriebsanleitung	IV	D	⊛

⊛ Ist das Sägeblatt in der oberen Endlage, wird das Blatt völlig gekapselt. Während dem Sägen sind einige Bereiche des Sägeblattes offen. Benutzerinformation im Betriebshandbuch und Warnhinweis an der Maschine warnen vor dieser Restgefahr. Zusammenstellungszeichnung Nr. Sägekopf mit schwenkbarer Verschalung.

Tabelle 4: Ansatz einer Risikobeurteilung und Risikominderung am Beispiel Kreissäge.

Risikobeurteilung: Bestimmung der Grenzen der Maschine

Maschine:

Bestimmungsgemäße Verwendung, Verwendungsgrenzen:

.....

Räumliche Grenzen:

Systeme und Einflüsse, welche die Systemgrenzen durchdringen, sind auf der Zeichnung
 eingezeichnet.

Zeitliche Grenzen:

Lebensdauer der Maschine: Jahre

Verschleissteile:

Lebensdauer:

.....

Lebensphasen, Betriebsarten:	Betroffene Personen						
	Anwender*	Dritte
Bau							
Transport							
Inbetriebnahme							
Einsatz/Gebrauch							
Normalbetrieb							
.....							
.....							
.....							
.....							
.....							
Ausserbetriebnahme							
Entsorgung							
.....							

* Ausbildung des Anwenders:

Einsatzbereich:

Datum:

Visum:

Seite: von

Kopiervorlage

Tabelle 5: Tabelle für die Bestimmung der Grenzen der Maschine.

Risikobeurteilung		Maschine:		Schadensausmass (S) I Tod II schwerer bleibender Gesundheitsschaden III leichter bleibender Gesundheitsschaden IV heilbare Verletzung mit Arbeitsausfall V heilbare Verletzung ohne Arbeitsausfall		Wahrscheinlichkeit (W) A häufig B gelegentlich C selten D unwahrscheinlich E praktisch unmöglich		Seite von..... Visum: Datum:							
Betriebsart:		Teilsystem:													
Nr.	Beschreibung der Betriebsart	Nr.	Gefahrensituation		Nr.	Ursache	Ereignis	Risiko		Schutzziel	Nr.	Massnahmen	Rest-Risiko		Hinweise
			Gefahr	Person in, beim Gefahrenbereich				S	W				S	W	

Tabelle 6: Tabelle für die Erfassung der Daten einer Risikobeurteilung und Risikominderung.

Kopiervorlage

15 Weiterführende Informationen

- ◆ Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG), SR 819.1, Verordnung über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEV), SR 819.11, Verordnung über das Verfahren der Konformitätsbewertung von technischen Einrichtungen und Geräten (VKonf), SR 819.115
- ◆ Bundesgesetz über die Produkthaftungspflicht, SR 221.112.944
- ◆ Maschinenrichtlinie 98/37/EG (vormals 89/392/EWG und deren Änderungen)
- ◆ EN 292-1: 1991
Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie
- ◆ EN 292-2: 1991/A1: 1995
Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen
- ◆ EN 1050: 1996
Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung

