

1 Personen- und Maschinensicherheit

Um Sicherheit und Gesundheit von Personen sowie die Werterhaltung von Anlagen und Maschinen zu gewährleisten, existieren einschlägige Gesetze, Verordnungen und Normen, die hierarchisch aufeinander abgestimmt sind.



Abb. 1

Gesetzespyramide nach deutschem Rechtssystem

In den nachfolgenden Beispielen werden bundesdeutsche und schweizerische Dokumente gleichermaßen verwendet. In vielen Fällen beruht die nationale Umsetzung von technischen Vorschriften auf übergeordneten EG-Richtlinien.

1.1 Gesetze und Verordnungen

Verschiedene Gesetze und Verordnungen sind im Kontext zu beachten, darunter:

Schweizerische Gesetze

- Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)
- Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (ArG)
- Bundesgesetz über die Produktesicherheit (PrSG)

Schweizerische Verordnungen

- Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)
- Verordnung über die Produktesicherheit (PrSichV)
- Verordnung über die Sicherheit von Maschinen (MaschV)

Bundesdeutsche Gesetze und Verordnungen

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Arbeitssicherheitsgesetz (ArbSichG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Eine für Produktionsbetriebe wichtige Verordnung ist die *Betriebssicherheitsverordnung*, welche u.a. die Bereitstellung von Arbeitsmitteln durch den Arbeitgeber und die Verwendung von

Arbeitsmitteln durch die Beschäftigten regelt.

Um eine konsequente Verbesserung im Arbeitsschutz zu erreichen, ist der Arbeitgeber in Deutschland gemäß § 5 ArbSchG und § 3 der BetrSichV verpflichtet, eine *Gefährdungsbeurteilung* (siehe Anhang) durchzuführen. In diesem Zusammenhang werden Gefährdungen der Arbeitsprozesse und der Arbeitsmittel bestimmt und beurteilt – mit dem Ziel, Arbeitsschutzmaßnahmen festzulegen und deren Wirksamkeit zu überprüfen. Die Gefährdungsbeurteilung muss schriftlich dokumentiert und aktuell gehalten werden.

Ergänzend regelt das Arbeitsschutzgesetz, dass Mitarbeiter in regelmäßigen Zeitabständen von ihrem Arbeitgeber unterwiesen werden müssen. Pflicht des Arbeitnehmers wiederum ist es, den Arbeitsschutzanweisungen des Arbeitgebers Folge zu leisten. Gefahren, Risiken und sicherheitsrelevante Mängel müssen dem Arbeitgeber gemeldet werden.

In dazu adäquater Weise äussern sie auch die eidgenössischen Gesetze und Verordnungen, die im Kontext zur Anwendung gelangen. Gemäss EKAS-Richtlinie 6512 müssen vor Inbetriebnahme eines Arbeitsmittels folgende Dokumente vorhanden sein:

- Betriebs-, Bedienungs- und Instandhaltungsanleitungen
- Für Maschinen, die nach dem 1. Januar 1997 beschafft wurden eine Konformitätserklärung
- Für Maschinen, die im eigenen Betrieb hergestellt wurden eine Konformitätserklärung und eine Risikobeurteilung
- Für unvollständige Maschinen eine Montageanleitung und Einbauerklärung
- Für PSA¹ eine Informationsbroschüre

1.2 Richtlinien

EG-Richtlinien stellen rechtlich betrachtet eine Besonderheit dar, da sie keine Richtlinien im ursprünglichen Sinn sind. Sie richten sich vielmehr an die nationalen Gesetzgeber, welche die europäischen Richtlinien in nationales Recht umzusetzen haben.

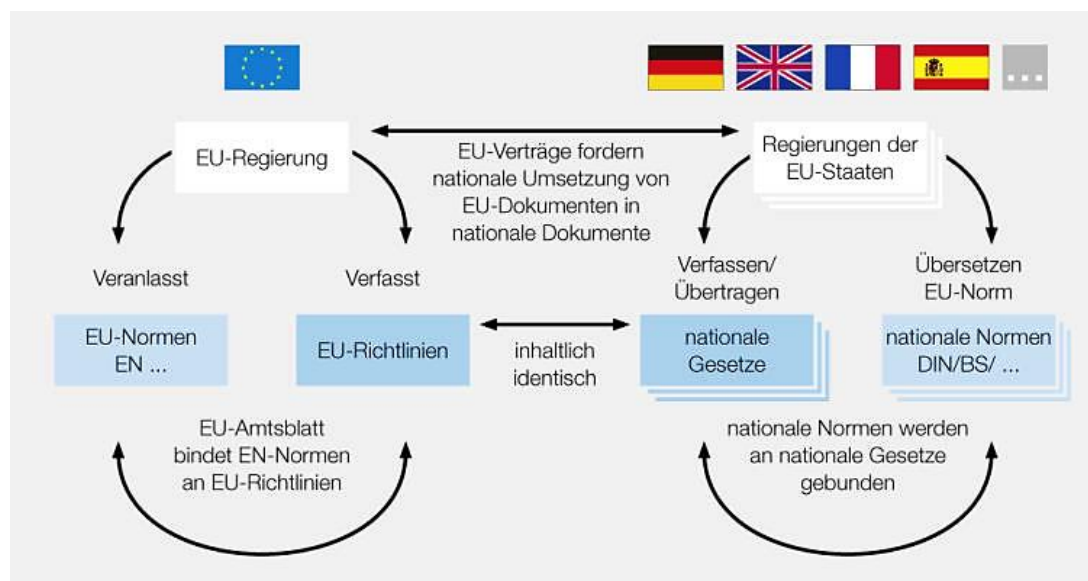


Abb. 2

Umsetzung von EU-Richtlinien in nationales Recht

¹ PSA = Persönliche Schutzausrüstung

Bei der sicheren Konstruktion von Maschinen sind die Anforderungen aller relevanten europäischen Richtlinien einzuhalten. Die EG-Richtlinien haben zum Ziel, den freien Warenverkehr innerhalb der EU zu gewährleisten.

Von den inzwischen fast 30 aktiven EG-Richtlinien ist für den typischen Maschinenbauer lediglich eine Auswahl relevant. Für die Einhaltung der in Frage kommenden Richtlinien sind in erster Linie die Hersteller und Importeure der Maschinen verantwortlich. Sie weisen die Übereinstimmung eines Betriebsmittels mit der jeweiligen Richtlinie mittels der Durchführung eines *Konformitätsbewertungsverfahrens* nach. Aufgrund der *Konformitätsbewertung* wird eine *Konformitätserklärung* erstellt und danach das CE-Zeichen angebracht. Letzteres darf nur angebracht werden, wenn die in der Konformitätserklärung aufgeführten EU-Richtlinien eingehalten und die Installationsanweisungen des ursprünglichen Herstellers befolgt wurden.

► Maschinenrichtlinie 2006/42/EG → Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für die Konstruktion und den Bau von Maschinen.

Zur Auslegung des Richtlinientextes dient der praxisorientierte "Leitfaden zur Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG". Im Dokument wird u.a. Bezug auf die technische Dokumentation und die Rolle der *Risikobeurteilung* genommen. Die Maschinenrichtlinie gilt nach § 72 auch für Maschinen, die auf gebrauchten Maschinen basieren, welche in "wesentlicher Weise" umgebaut oder wieder aufgebaut worden sind, so dass sie gewissermaßen als neue Maschinen angesehen werden können.

Es stellt sich damit die Frage, ab wann ein Umbau einer Maschine als Bau einer neuen Maschine gilt, welche der Maschinenrichtlinie unterliegt. Es ist hier nicht möglich, präzise Kriterien zu formulieren, mit denen diese Frage in jedem Einzelfall beantwortet werden kann. Im Zweifel ist es für die Person, die eine derartige aufgebaute Maschine in Verkehr bringt oder in Betrieb nimmt ratsam, mit den zuständigen Institutionen Rücksprache zu halten.²

Bei Umbauten, die "keine wesentlichen Änderungen" erfahren, ist in der Regel der Betreiber für die Sicherheit dieser Umbauten verantwortlich. Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass er seinen Arbeitnehmern nur sichere Arbeitsmittel zur Verfügung stellt und sollte daher folgende Aspekte im Auge behalten:

- Beachten der Arbeitsschutzgesetze des jeweiligen Landes
- Beachten der Betriebssicherheitsverordnung (in Deutschland)
- Dokument zur Prüfung auf wesentliche Veränderung als Beleg erstellen

► EMV-Richtlinie 2014/30/EU → Ungestörte Funktion elektrischer und elektronischer Geräte bezogen auf elektromagnetische Felder.

► Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU → Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen bezogen auf Gefahren durch elektrischen Strom.

Als elektrische Betriebsmittel im Sinne dieser Richtlinie gelten Maschinen, Apparate und Geräte für die Verwendung mit Nennspannung zwischen 50 und 1'000 V für Wechselstrom und zwischen 75 und 1'500 V für Gleichstrom.

► Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU → Die Druckgeräte richtlinie nimmt eine Einordnung der Druckgeräte in die Kategorien I bis IV – abhängig vom Gefahrenpotential – vor. Das Gefahrenpotential wird z.B. anhand der Kriterien maximaler Betriebsdruck, Volumen oder Fluidgruppe

² Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (2. Auflage, Juni 2010).

bestimmt.

► ATEX-Richtlinie³ → Für Hersteller und Betreiber existieren zwei zentrale Richtlinien, die der Vermeidung von Explosionen und damit dem Schutz von Menschen, Umwelt und Anlagen dienen:

- ATEX- Richtlinie 2014/34/EU (relevant für Herstellern und deren Produkte)
- ATEX- Richtlinie 1999/92/EG (relevant für Betreiber)

Aus der Richtlinie geht hervor, dass der Arbeitgeber ein *Explosionsschutzdokument* als Teil der Gefährdungsbeurteilung zu erstellen hat.

► Aufzugs-Richtlinie 2014/33/EU → Die europäische Aufzugsrichtlinie regelt die Anforderungen für das Inverkehrbringen von Aufzugsanlagen innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraumes und gilt auch für Schrägaufzüge.

Résumé:

Für Produkte, die unter eine oder mehrere der oben genannten EG-Richtlinien fallen, existiert eine CE-Kennzeichnungspflicht. Diesen Produkten muss eine *Konformitätserklärung* beigelegt sein. Mit der Konformitätserklärung bestätigt der Hersteller, dass alle Anforderungen der europäischen Richtlinien eingehalten werden, die ein Produkt betreffen. Er kann damit sein Produkt innerhalb des Geltungsbereichs der EU ohne Rücksicht auf nationale Bestimmungen einführen und vertreiben. Ausser der Konformitätserklärung ist einem Produkt eine *Betriebsanleitung* beizulegen.

1.3 Normen

Normen sind von Experten erarbeitete Regeln für verschiedenste Bereiche im modernen Wirtschafts- und Alltagsleben. Bindend werden Normen dann, wenn sie Gegenstand von Verträgen zwischen Parteien sind oder der Gesetzgeber ihre Einhaltung zwingend vorschreibt. Für Unternehmen kann aber auch ein faktischer Zwang zur Anwendung von Normen bestehen, wenn diese zum Beispiel in Einkaufsbedingungen festgeschrieben werden. Insbesondere Schweizer Zulieferfirmen sind davon betroffen, wenn Sie in EU-Staaten exportieren und die Vertragspartner die Einhaltung von Europäischen Normen fordern.

Praxisbeispiel:

Gemäss EN 60204-1 Art. 5.3.1 ist ein Hauptschalter für elektrische Maschinen und und Steuerungsanlagen erforderlich. Dieser Schalter muss von aussen bedienbar und abschliessbar sein. Anlageschalter, die zur Betätigung ein vorheriges Öffnen eines Schaltschranks erfordern, sind daher nicht zulässig.

1.4 Baumusterprüfung und Konformitätserklärung

Inverkehrbringer von Maschinen haben die einschlägigen Vorgaben (Richtlinien, Normen und Regeln der Technik) zu beachten, insbesondere:

- EG- Baumusterprüfung
- EG-Konformitätserklärung
- EKAS⁴ Richtlinie Nr. 6512 für Arbeitsmittel

³ ATEX = ATmosphère EXplosibles (Bereiche mit einem explosionsfähigen Gas- oder Staubgemisch).

⁴ EKAS = Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit

Für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen gilt ab 2014 die Richtlinie 2014/34/EU. Sie löst die ältere Richtlinie 94/9/EG ab und erfordert eine EG-Baumusterprüfung für:

- Elektrische Geräte und Systeme der Kategorie 1 und 2
- Mechanische Geräte und Systeme der Kategorie 1

Produkte dürfen nur unverändert (wie das einer EG-Baumusterprüfung vorliegende Prüfmuster) in Verkehr gebracht werden. Alle nach dem Inverkehrbringen erfolgenden Änderungen sind zu bewerten und ggf. in Abstimmung mit der zuständigen Stelle einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Nebst dem Produkt wird eine *Betriebsanleitung* (hier ist der bestimmungsgemäße Gebrauch beschrieben) und die *EU-Konformitätserklärung* an den Betreiber mitgeliefert. Ausser dem Betreiber sind auch Instandhaltungsfachleute angesprochen, spätestens bei der Inbetriebsetzung einer Maschine oder eines Betriebsmittels auf die Vollständigkeit der relevanten Dokumente zu achten.

2 Sicherheit von elektrischen Erzeugnissen

Massgebend für elektrische Anlagen und Betriebsmittel ist:

- Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG
- Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV)
- EMV-Richtlinie 2004/108/EG
- Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV)
- Elektrische Ausrüstungen von Maschinen EN 60204
- Schaltgerätenorm EN 61439

Für *Schaltgerätekombinationen* besteht nach EN 61439 die Pflicht zum Erbringen des *Bauartnachweises* (ersetzt die Typprüfung) und des *Stücknachweises* (ersetzt den Stückprüfbericht). Der Hersteller einer Schaltanlage muss die Stückprüfung durchführen und die Anlage mit einem Herstellerkennzeichen (Typenschild) ausstatten.



Abb. 3

Herstellerkennzeichen (beispielhaft) für eine Schaltgerätekombination

Die Norm unterscheidet zwischen dem "Hersteller der Schaltgerätekombination" und dem "ursprünglichem Hersteller".

a) Der "ursprüngliche Hersteller" ist derjenige, der die Reihe von Schaltgerätekombinationen des betreffenden Typs entwickelt hat und demzufolge auch die Typprüfungen nach alter Norm resp. die Bauartnachweise nach neuer Norm zu erbringen hat.

b) Der "Hersteller der Schaltgerätekombination" ist derjenige, der aus den verschiedenen Komponenten die konkrete Schaltgerätekombination tatsächlich zusammenbaut und die fertige Konstruktion auch montiert und verdrahtet.

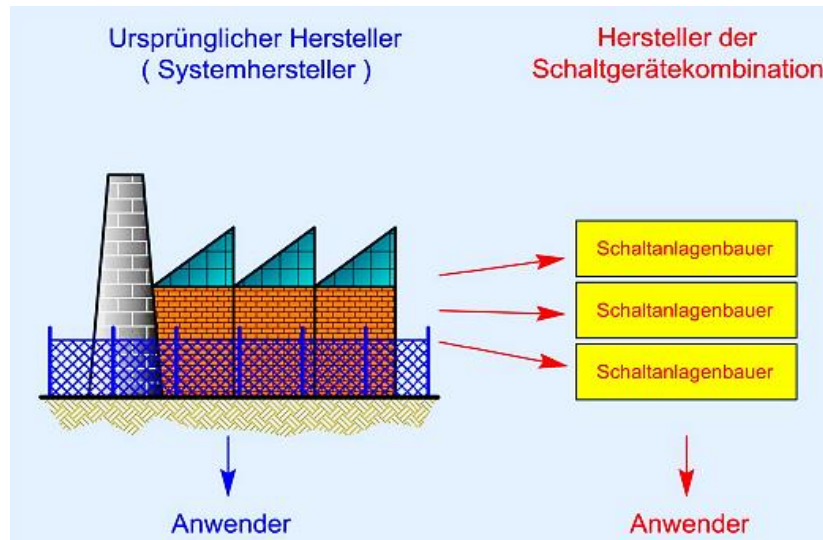


Abb. 4
Hersteller und ursprünglicher Hersteller

3 Arbeits- und Gerätesicherheit

3.1 Instandhaltungspraxis

Bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten ist das LOTO-Prinzip (Lockout, Tagout) anzuwenden. Dies bedeutet, dass eine Anlage bei Eingriff in ihre Komponenten energiefrei geschaltet und die Aus-Stellung mit einer Schliessvorrichtung (Wartungssicherung) gegen unerwartetes Einschalten gesichert werden muss.

Bei Maschinenrevisionen gilt die SUVA-Regelung⁵ für Instandhalter:

- Arbeiten sorgfältig planen
- Nicht improvisieren
- Anlage ausschalten und sichern
- Gespeicherte Energie abbauen oder blockieren
- Absturzrisiken minimieren
- Für Elektroarbeiten nur qualifiziertes Personal einsetzen
- Brände und Explosionen strikte vermeiden
- Enge Räume ausreichend belüften

3.2 Arbeiten in elektrischen Betriebsräumen

Für Tätigkeiten in elektrischen Betriebsräumen, darunter Energie-Schaltgerätekombinationen, ist qualifiziertes Personal einzusetzen, das mit den einschlägigen Sicherheitsregeln vertraut ist. Schaltheandlungen an Energie-Schaltgerätekombinationen dürfen nur von "schaltberechtigten Personen" vorgenommen werden, die mit einer persönlichen Schutzausrüstung (PSA) ausgestattet sind.⁶

3.3 Geräteprüfungen

Bei bestehenden Arbeitsmitteln muss regelmäßig überprüft werden, ob sie dem Stand der

⁵ SUVA Instruktionmappe 88813.d

⁶ Verordnung über die Sicherheit von persönlichen Schutzausrüstungen (PSVA).

Technik entsprechen. Art und Umfang der erforderlichen Prüfungen ist durch den Betreiber festzulegen. Eine vollständige Dokumentation wird verlangt, diese kann auch in elektronischer Form erfolgen.

Die *Wiederholungsprüfung* betrifft elektrische Betriebsmittel, die mit einem Stecker für den Anschluss an das Verteilnetz ausgerüstet sind (dazu gehören z.B. Handbohrmaschinen, Stichsäge, transportable Leuchten und Kabelrollen). Die Prüfung besteht aus Besichtigen, Messen und Erproben und stützt sich auf die folgenden Rechtssatzungen: Art. 25 der Verordnung über die Unfallverhütung, das Produktsicherheitsgesetz, Art. 3 der Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse und Art. 83 des Bundesgesetzes über die Unfallversicherung.

3.4 Risiko- und Gefährdungsbeurteilung

1) Nach VUV Art. 32a Abs. 4 ist eine *Risikobeurteilung* erforderlich, wenn eine "wesentliche Änderung" erfolgt wie bspw.

- Erhöhung der Leistung
- Änderung der Funktionsweise
- Änderung der bestimmungsgemässen Verwendung

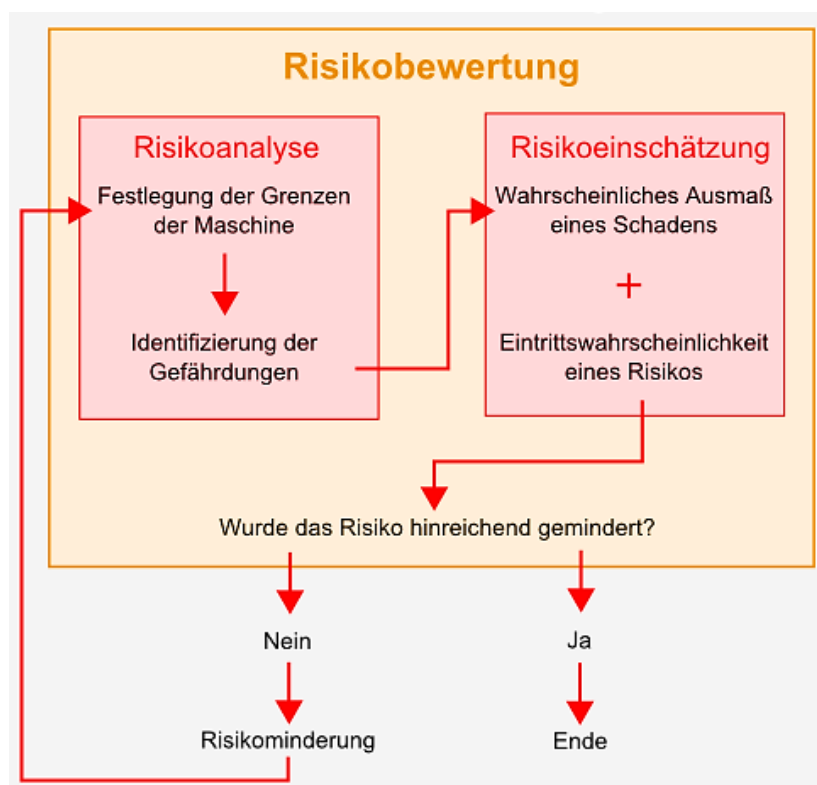


Abb. 5
Risikobeurteilung⁷

⁷ <http://www.maschinen-sicherheit.net>

Risikobeurteilung ist ein Oberbegriff, der sich aus einer *Risikobewertung* und einer *Risikominderung* zusammensetzt. Mit der Risikobewertung soll geprüft werden, ob das Risiko für determinierte Gefährdungen genügend reduziert wurde oder ob weitere Maßnahmen erforderlich sind. Bei der Risikoanalyse werden zuerst die Grenzen der Maschine festgelegt, die bewertet werden soll. Wenn das betrachtete Risiko zur Genüge reduziert wurde, endet das Verfahren der Risikobeurteilung.

Ist die Veränderung wesentlich, muss die umzubauende Maschine wie eine neue Maschine behandelt werden. In diesem Fall ist eine (erneute) Konformitätsbewertung durchzuführen.

2) Bei neuen Maschinen, veränderten Arbeitsbedingungen oder anderen Abläufen, die besondere Kenntnisse erfordern, muss gemäss Art. 3 BetrSichV eine *Gefährdungsbeurteilung* durchgeführt werden.

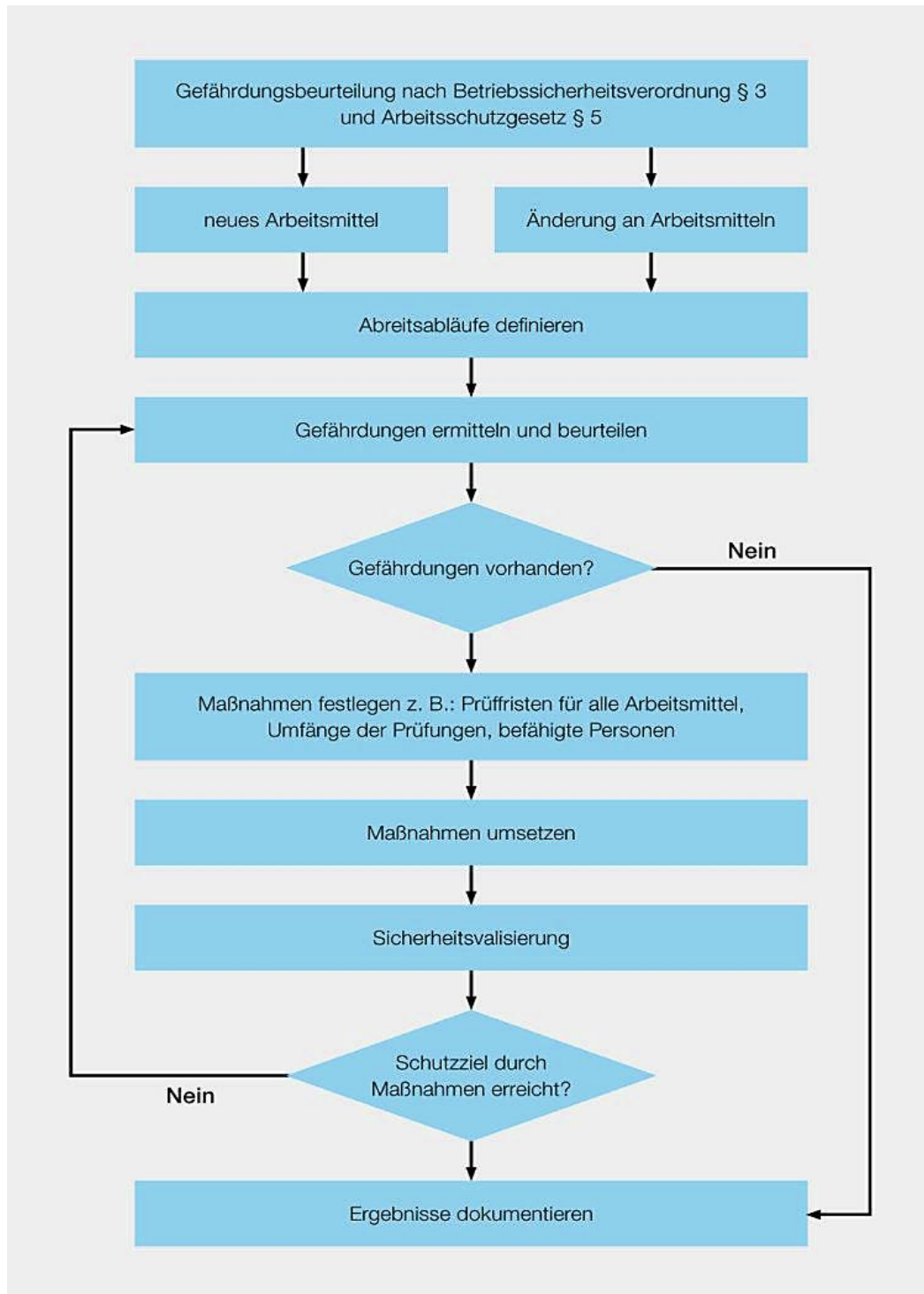


Abb. 6
Gefährdungsbeurteilung

Als Eckpunkte für eine *Gefährdungsbeurteilung* haben sich die folgenden Schritte bewährt:

- Ermitteln der Gefährdungen
- Beurteilen der Gefährdungen
- Festlegen konkreter Arbeitsschutzmaßnahmen
- Überprüfen der Durchführung und der Wirksamkeit der Maßnahmen

Mitarbeiter sind nach einer Gefährdungsbeurteilung zu unterweisen, insbesondere neue Mitarbeiter sind sorgfältig in ihr Betätigungsfeld einzuführen.

Zu einer Instruktion gehören Informationen und Anleitungen bezüglich Sicherheit und Gesundheitsschutz, darunter über:

- Verwendungsbedingungen eines Arbeitsmittels
- Absehbare Störfälle und Gefahren bei der Arbeit
- von den Arbeitnehmern auszuführende Kontrollen an Schutzeinrichtungen
- Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung

Für die Ausbildung von Kranführern gelten die Bestimmungen der Kranverordnung und der EKAS-Richtlinie 6510.

3.5 Technische Unterlagen

Gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ist jeder Hersteller einer Maschine oder Anlage dazu verpflichtet, die einzelnen Entwicklungsphasen in einer EU-Amtssprache zu dokumentieren. Diese Verpflichtung gilt für alle Phasen des Lebenszyklus einer Maschine und ist Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung. Technische Unterlagen müssen von der in der Konformitätserklärung benannten Person innerhalb angemessener Frist editiert und den Kontrollinstanzen⁸ zur Verfügung gestellt werden. Diese Unterlagen müssen 10 Jahre nach dem Inverkehrbringen der Maschine als Nachweis für das Kontrollorgan aufbewahrt werden. Auch unvollständige Maschinen benötigen technische Unterlagen.

Die technische Dokumentation nach der Maschinenrichtlinie beinhaltet im Einzelnen:

a) eine Liste der grundlegenden Anforderungen dieser Richtlinie, der Normen und der anderen technischen Spezifikationen, die bei der Konstruktion der Maschine berücksichtigt wurden sowie eine Beschreibung der Lösungen, die zur Verhütung der von der Maschine ausgehenden Gefahren gewählt wurden.

b) eine allgemeine Beschreibung und einen Gesamtplan der Maschine sowie

- eine Betriebsanleitung
- Prüfungsergebnisse zur Konformität
- eine Konformitätserklärung oder eine Einbauerklärung und Montageanleitung
- Konformitätserklärungen der in die Maschine eingebauten Geräte

c) Detaillierte und vollständige Pläne, darunter:

- Elektroschemas und Steuerkreispläne
- Technische Berichte und ausgestellte Zertifikate

⁸ Als Kontrollinstanzen kommen z.B. in Frage: SUVA, ESTI, SCS, TÜV, Swissmedic u.a.m.

4 Funktionale Sicherheit von Maschinen und Anlagen

4.1 Begriffe

Performance Level (PL) ist ein Kennwert für die Zuverlässigkeit, mit der eine Steuerung eine Sicherheitsfunktion erfüllt. Er definiert sich als Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde. In einer fünfstufigen Skala von a bis e steht e für die geringste Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls.

Safety Integrity Level (SIL) ist eine Maßeinheit zur Quantifizierung von Risikoreduzierung.

Mittels *Safety Calculator PASCAL* von Pilz lässt sich der erreichbare Performance Level und SIL bestimmen.

5 Quellenverweise

5.1 Fachliteratur

Krey, Kappor: Praxisleitfaden Produktesicherheit (Hanser)

Klindt et al: Die neue EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (Beuth)

Schneider: Zertifizierung im Rahmen der CE-Kennzeichnung (VDE)

Kessels, Muck: Risikobeurteilung gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (Beuth)

Barg et al: 10 Schritte zum Performance Level (Bosch Rexroth)

5.2 Informationsschriften

Europäische Kommission Unternehmen und Industrie: Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (Beuth)

SUVA: - Ändern von gebrauchten Maschinen (CE05-2.d)
- Risiken beurteilen und mindern (#66037)

EKAS: - Richtlinie Arbeitsmittel (#6512)