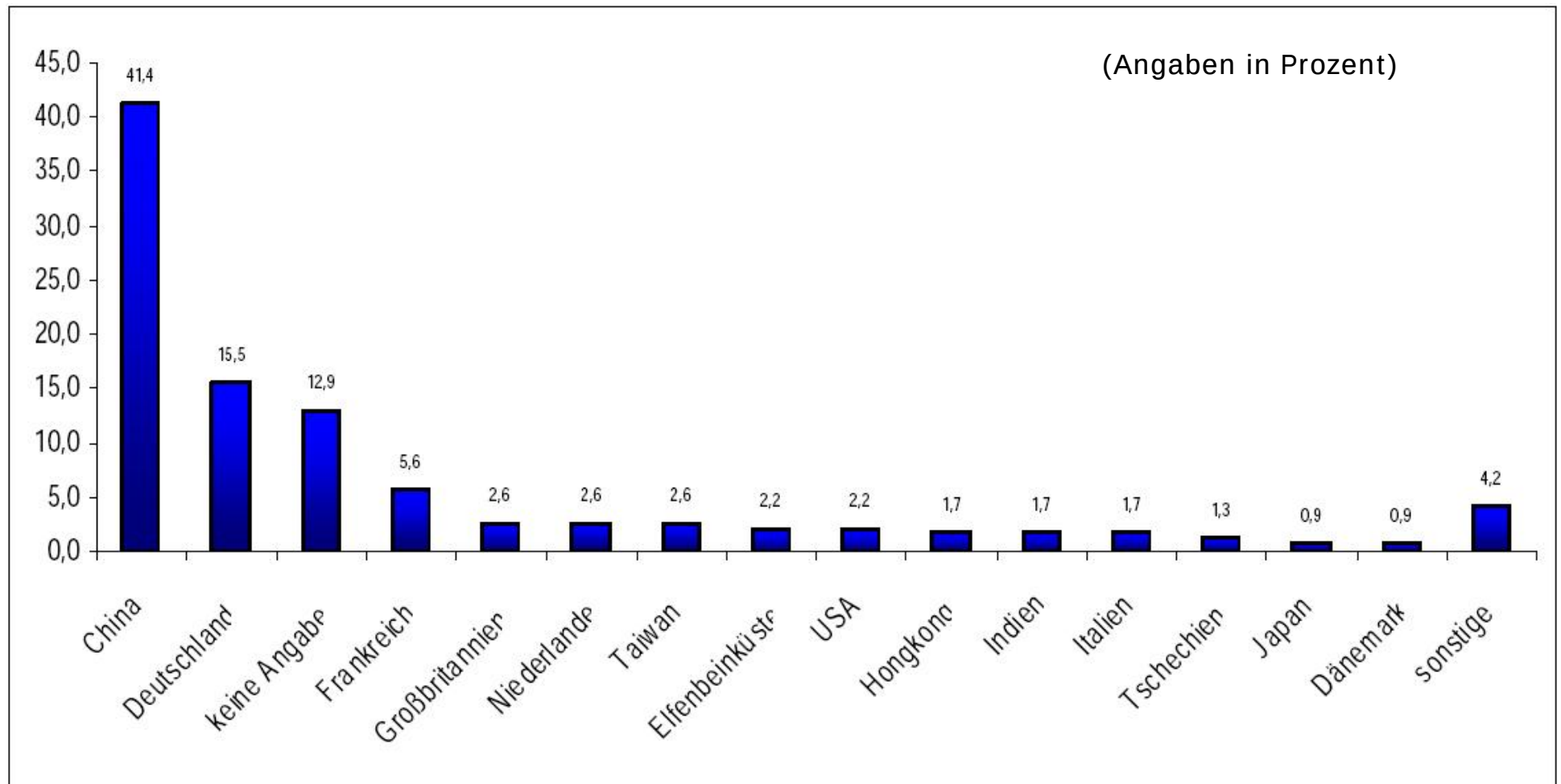


# **Foliensatz Lehrveranstaltung**

## **„Produktsicherheit“**

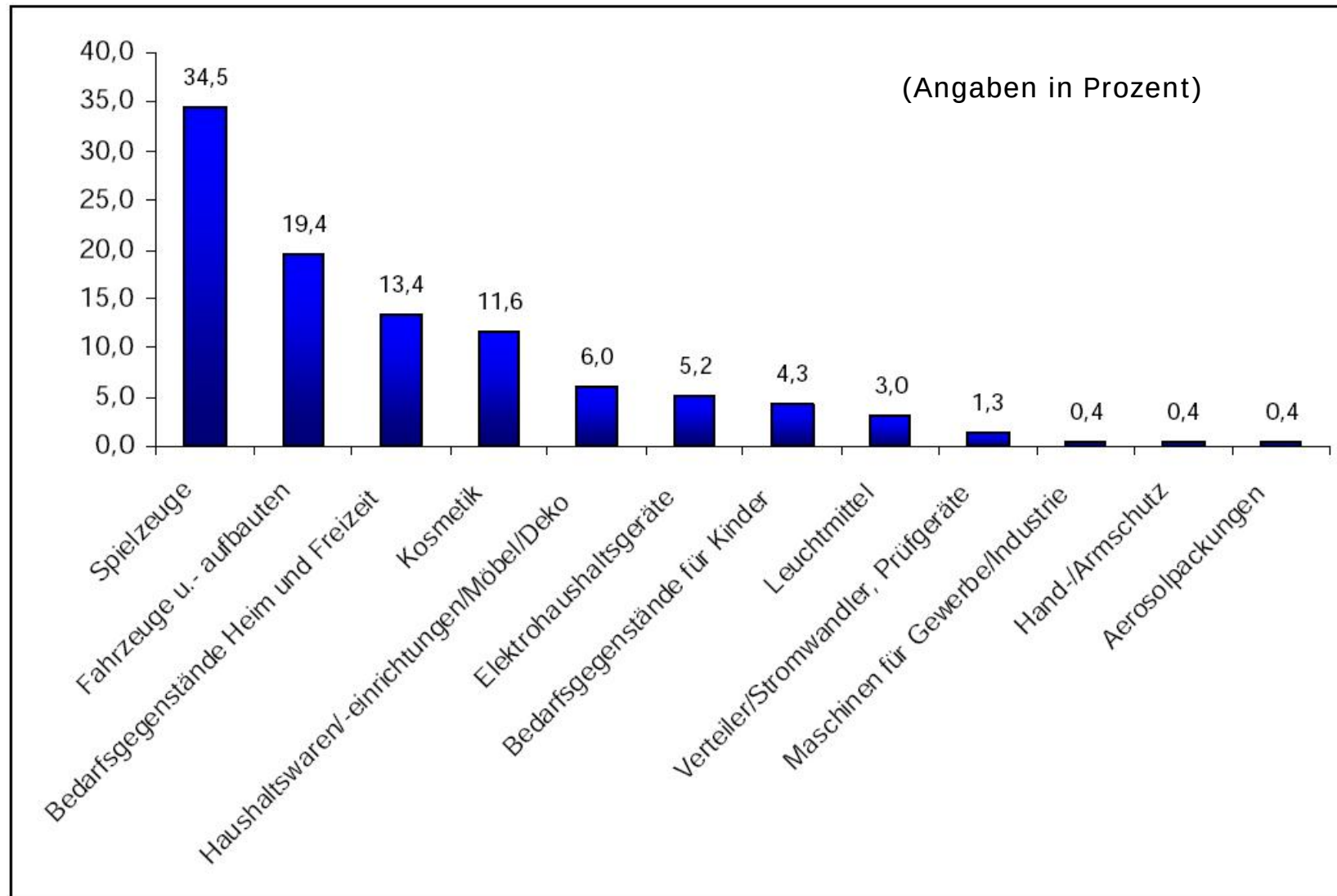
Prof. Dr.-Ing. M. Schmauder

# Ursprungsländer mangelhafter Produkte (Statistik 2010)



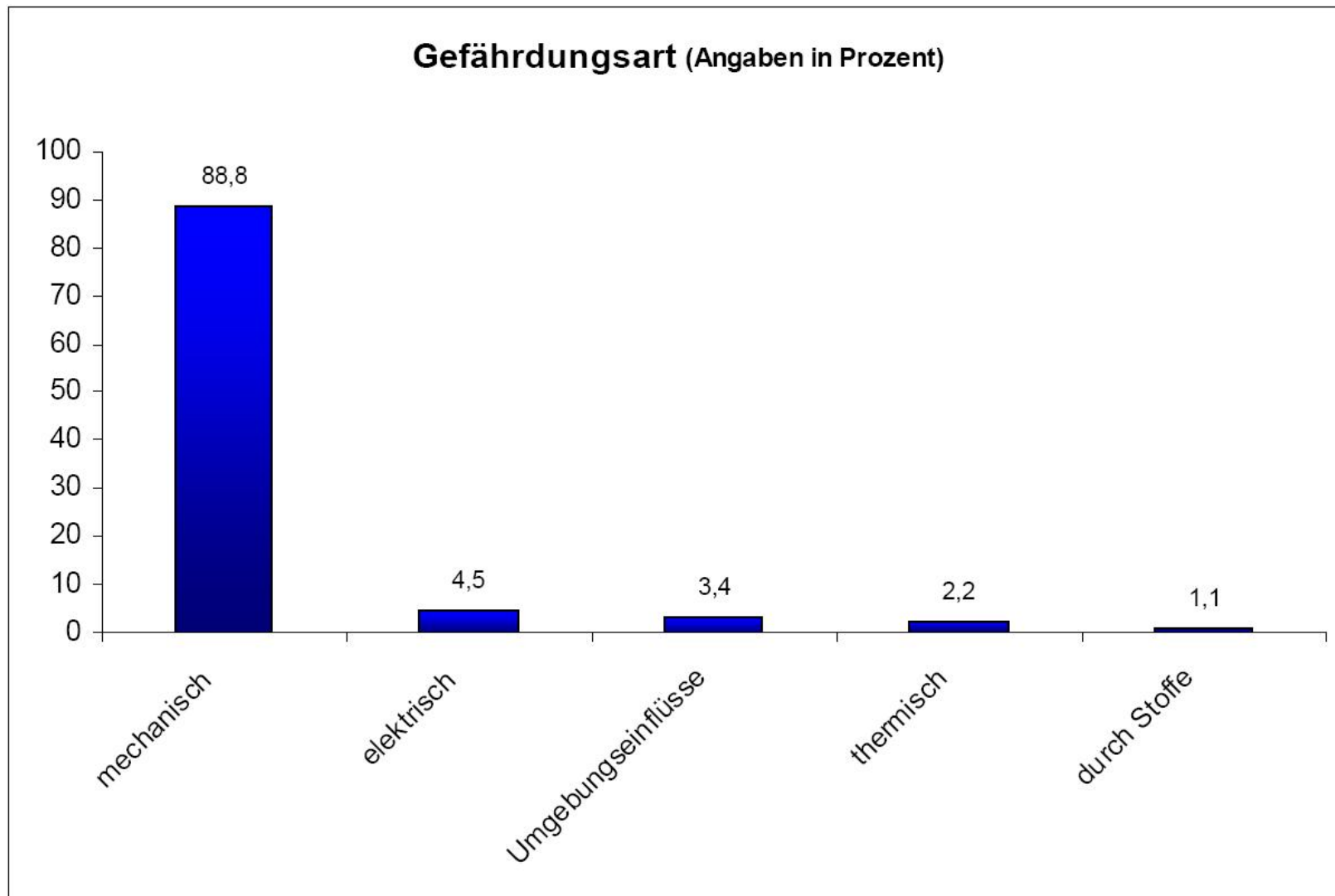
Quelle: BENTZ, I.; u. a.  
Gefährliche Produkte,  
2010

# Mangelhafte Produkte nach Produktgruppen (Statistik 2010)



Quelle: BENTZ, I.; u. a.  
Gefährliche Produkte,  
2010

# Arten der Gefährdungen, von denen die tödlichen Arbeitsunfälle im Jahr 2009 ausgegangen sind



Quelle: BENTZ, I.; u. a.  
Gefährliche Produkte,  
2010

# Mangelhafte Produkte 1



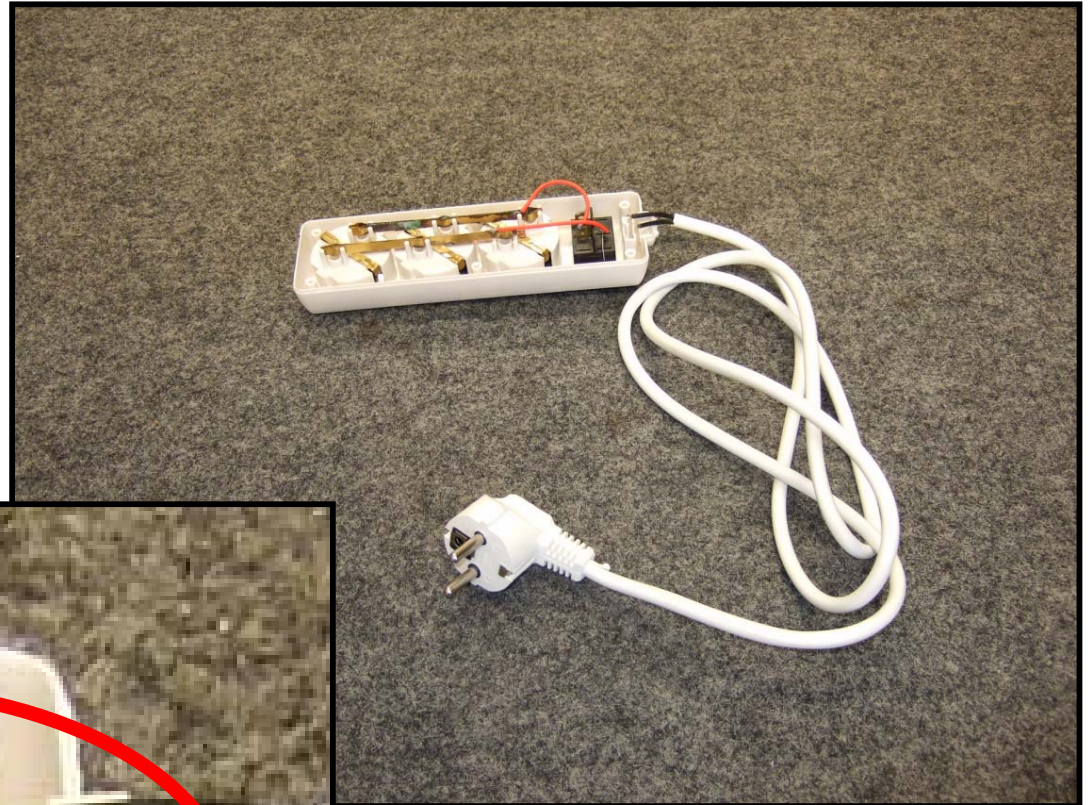
An der Seite des Sandwichmakers befindliche Griffe, die sehr heiß werden und zur Entnahme der Backbleche bestimmt sind, können als Griffe zum Öffnen des Gerätes aufgefasst werden.



1. Einführung

# Mangelhafte Produkte 2

Der nicht vorhandene Schutzleiter bei der Mehrfachsteckdose und die zu geringen Leitungsquerschnitte können zu elektrischen Gefährdungen führen.

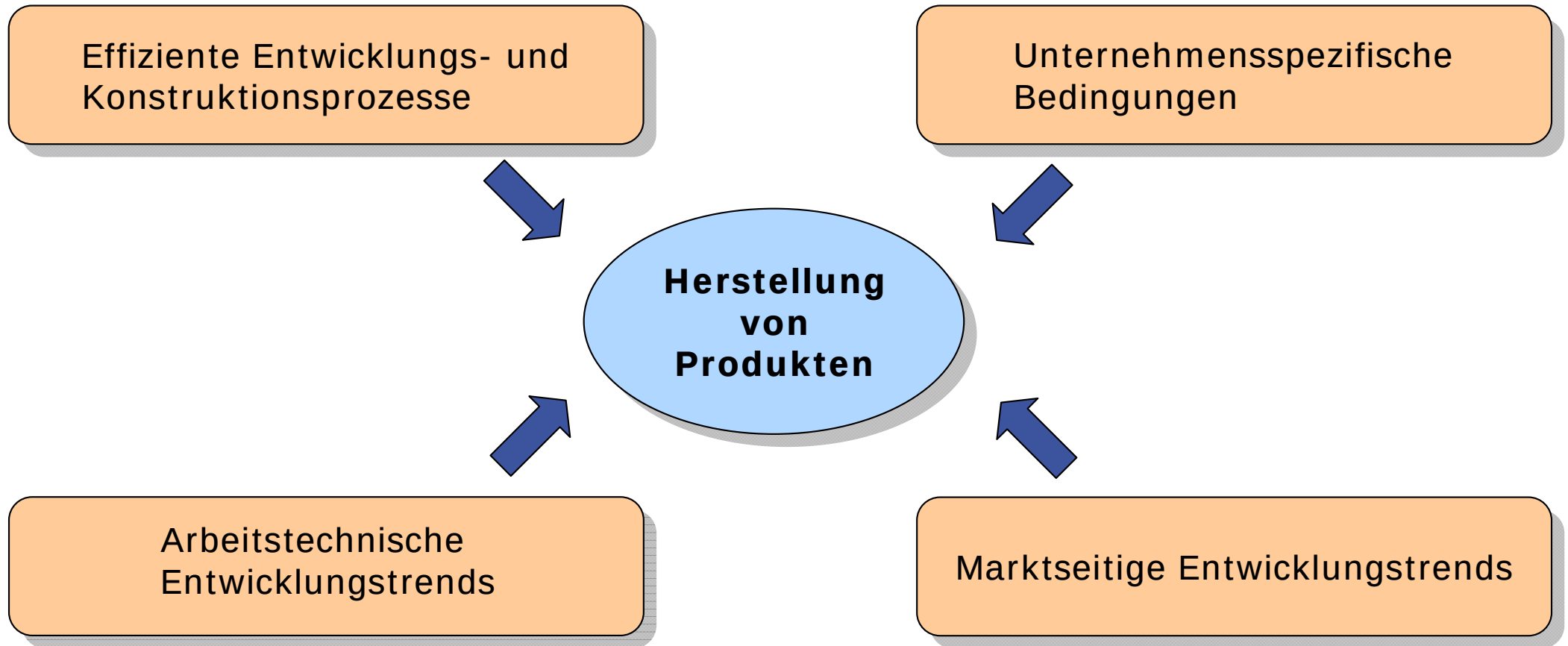


# Mangelhafte Produkte 3

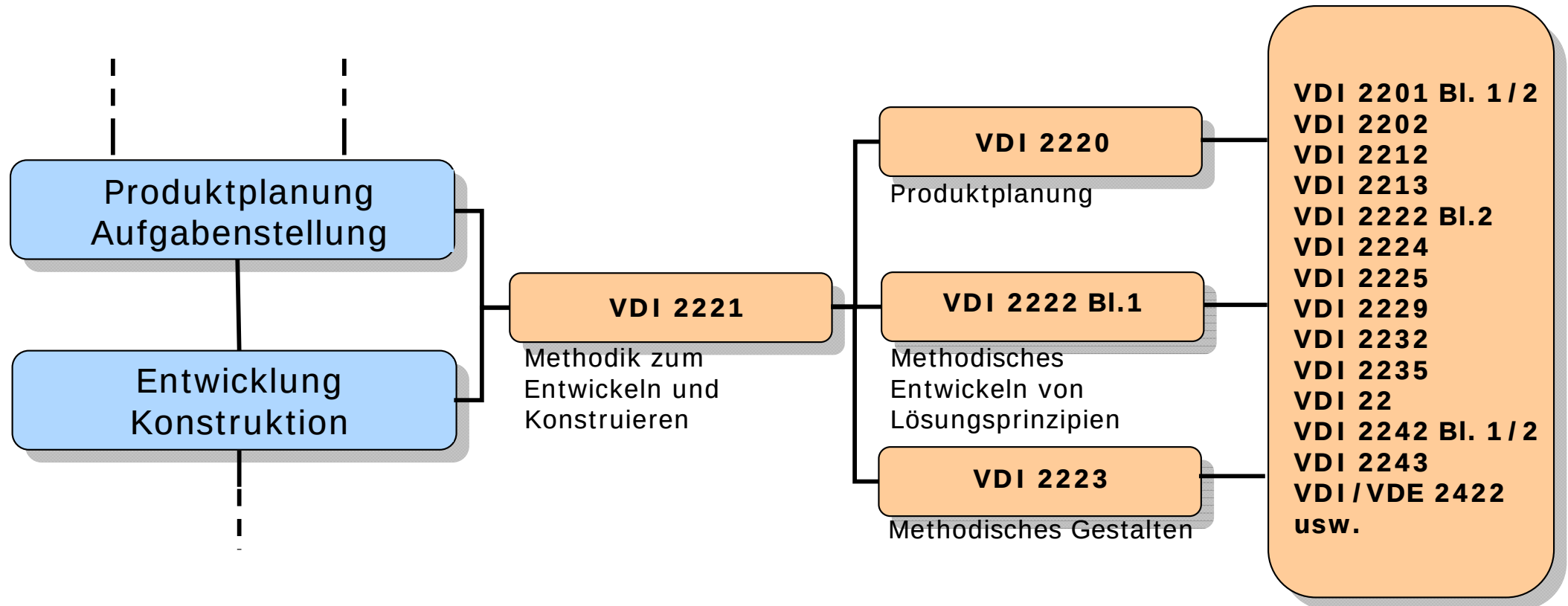
Am leicht zu berührenden Mikrofon des Disco Sets kann eine Spannung von 230 V anliegen.



# Einflüsse auf die Produktherstellung

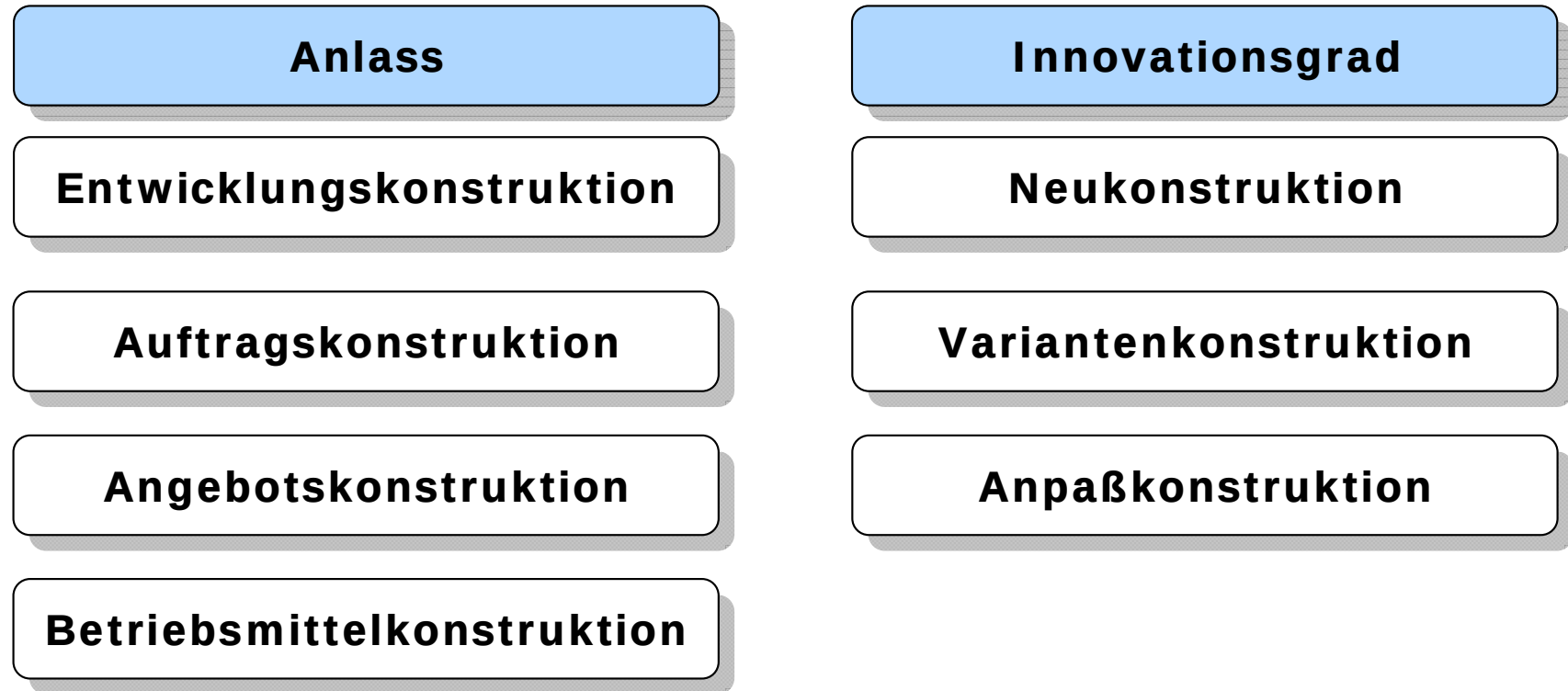


# VDI-Richtlinien der Reihe 2200 ff.



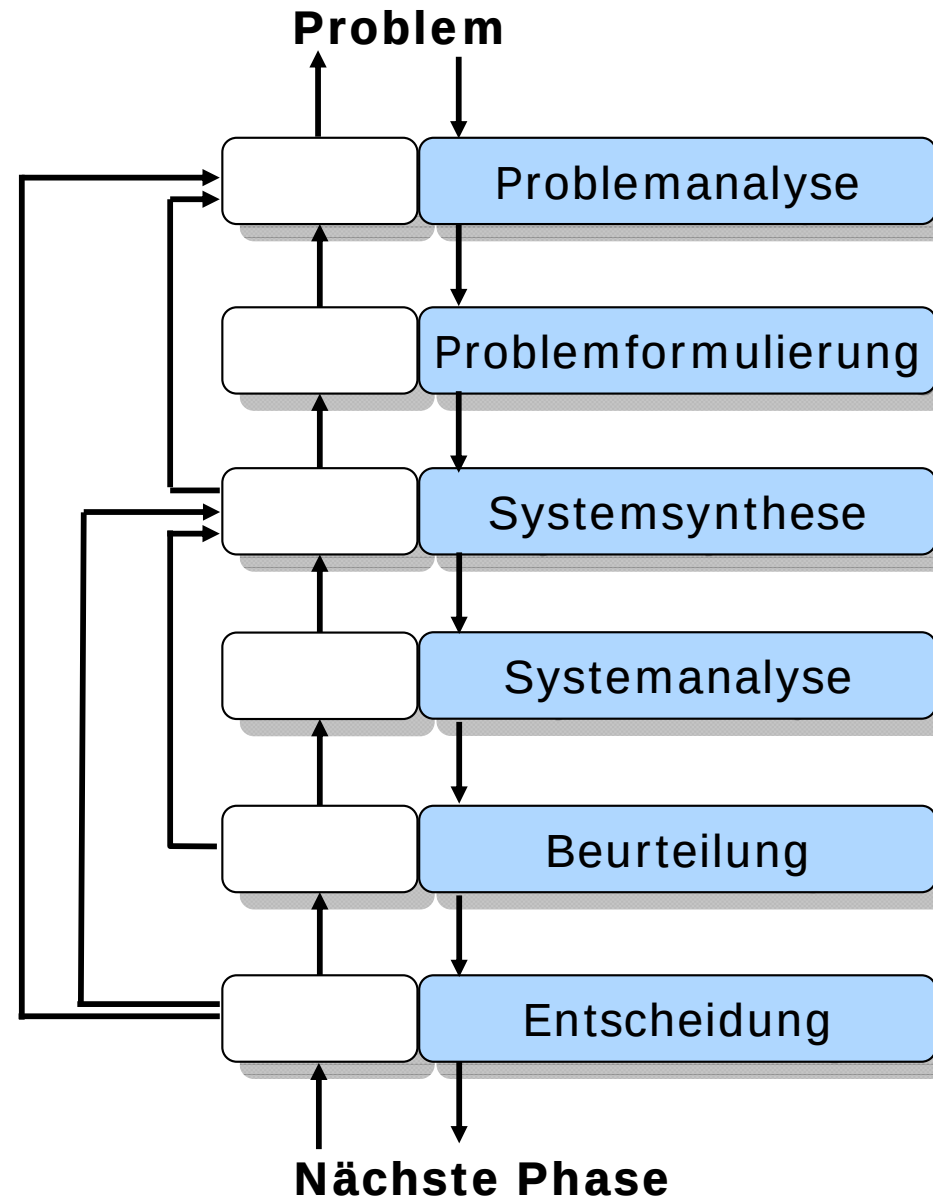
Quelle: VDI 2222 Blatt 1 (1997-06): Konstruktionsmethodik - Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien. Düsseldorf: VDI Verlag.

# Differenzierung von Konstruktionsarten



Quelle: VDI 2222 Blatt 1 (1997-06): Konstruktionsmethodik - Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien. Düsseldorf: VDI Verlag.

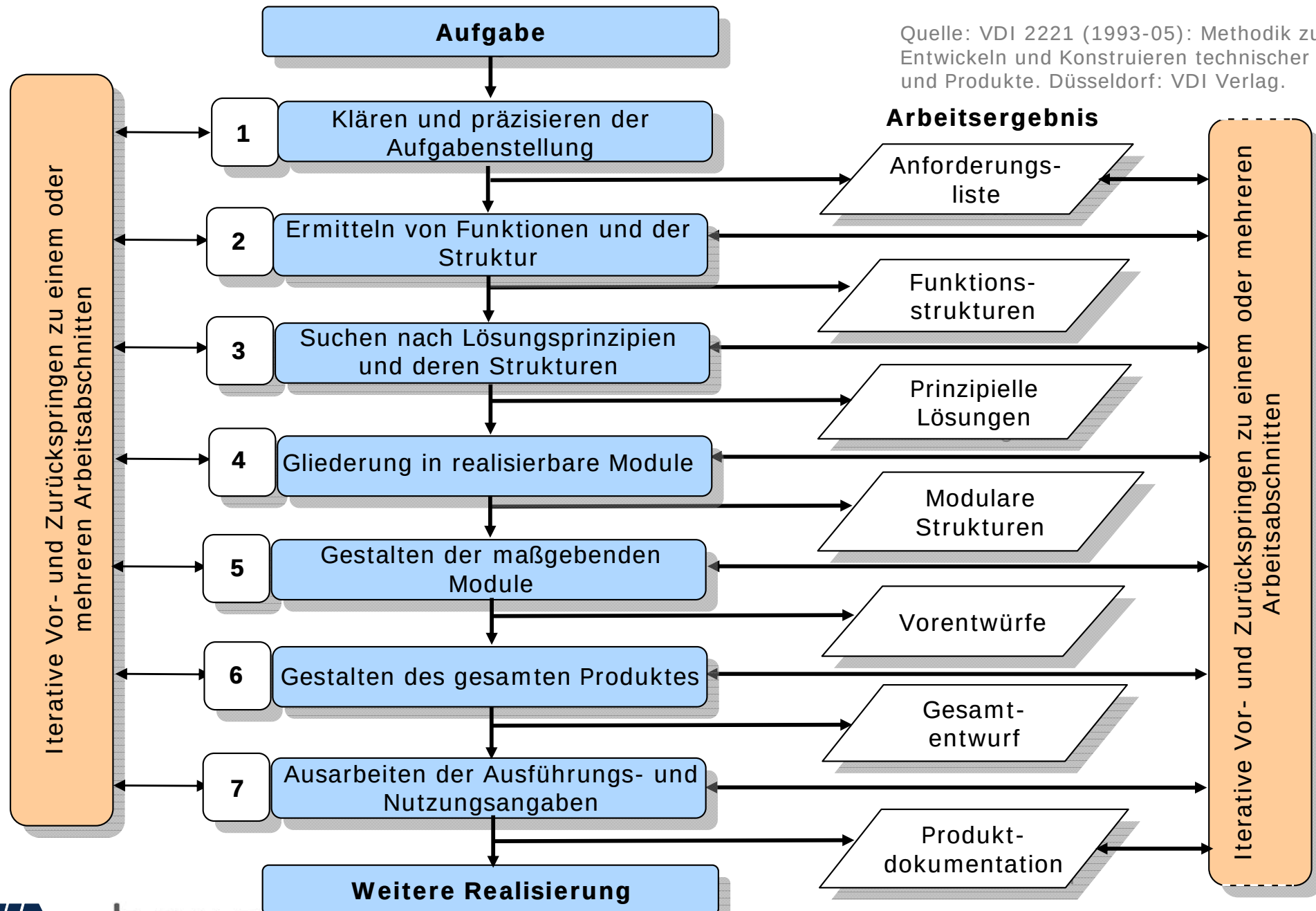
# Strategie zur Problemlösung



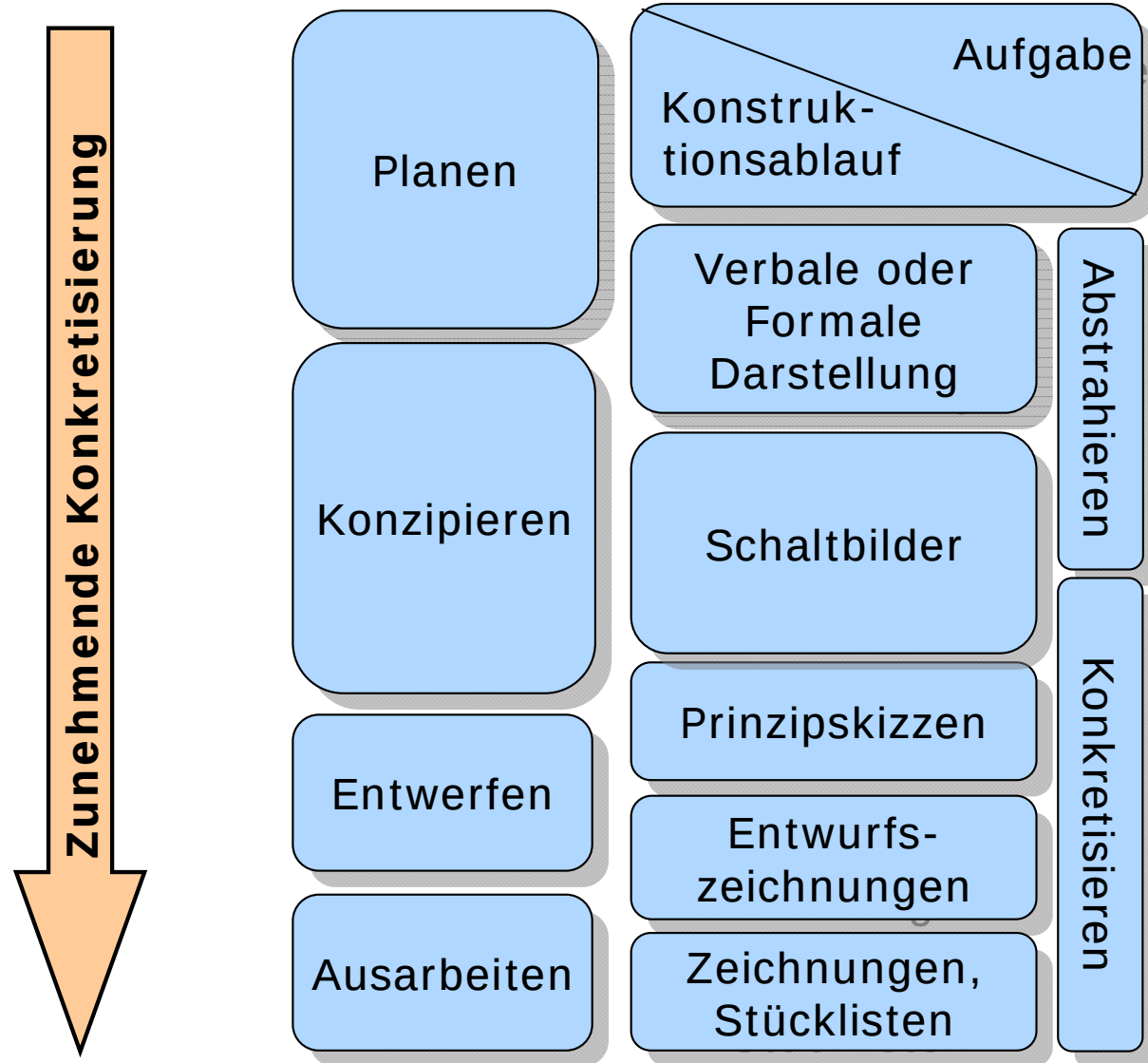
Quelle: VDI 2221 (1993-05):  
Methodik zum Entwickeln und  
Konstruieren technischer Systeme  
und Produkte. Düsseldorf: VDI  
Verlag.

# Vorgehen zum Entwickeln und Konstruieren

Quelle: VDI 2221 (1993-05): Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI Verlag.

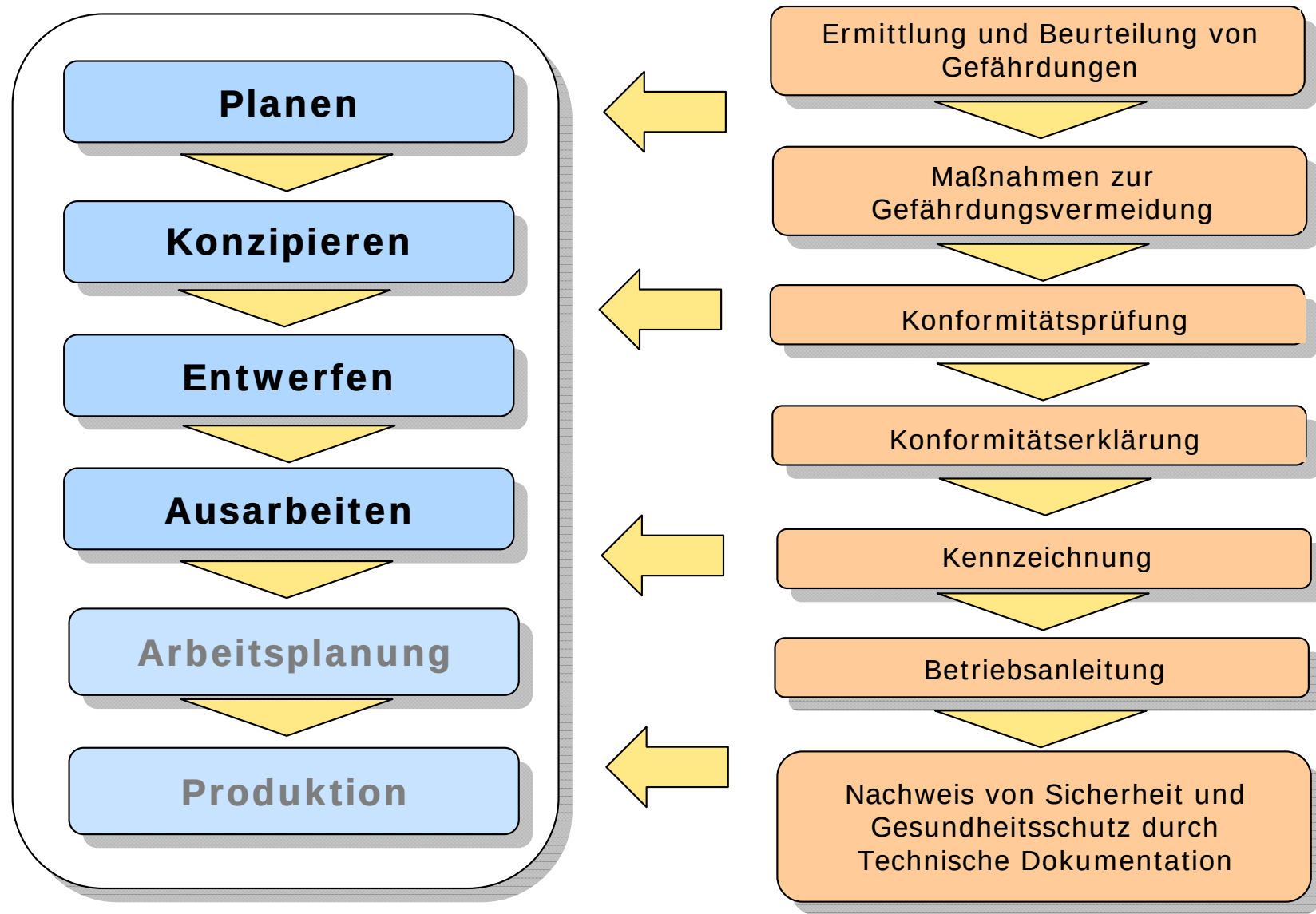


# Konkretisierung bei der Konstruktion



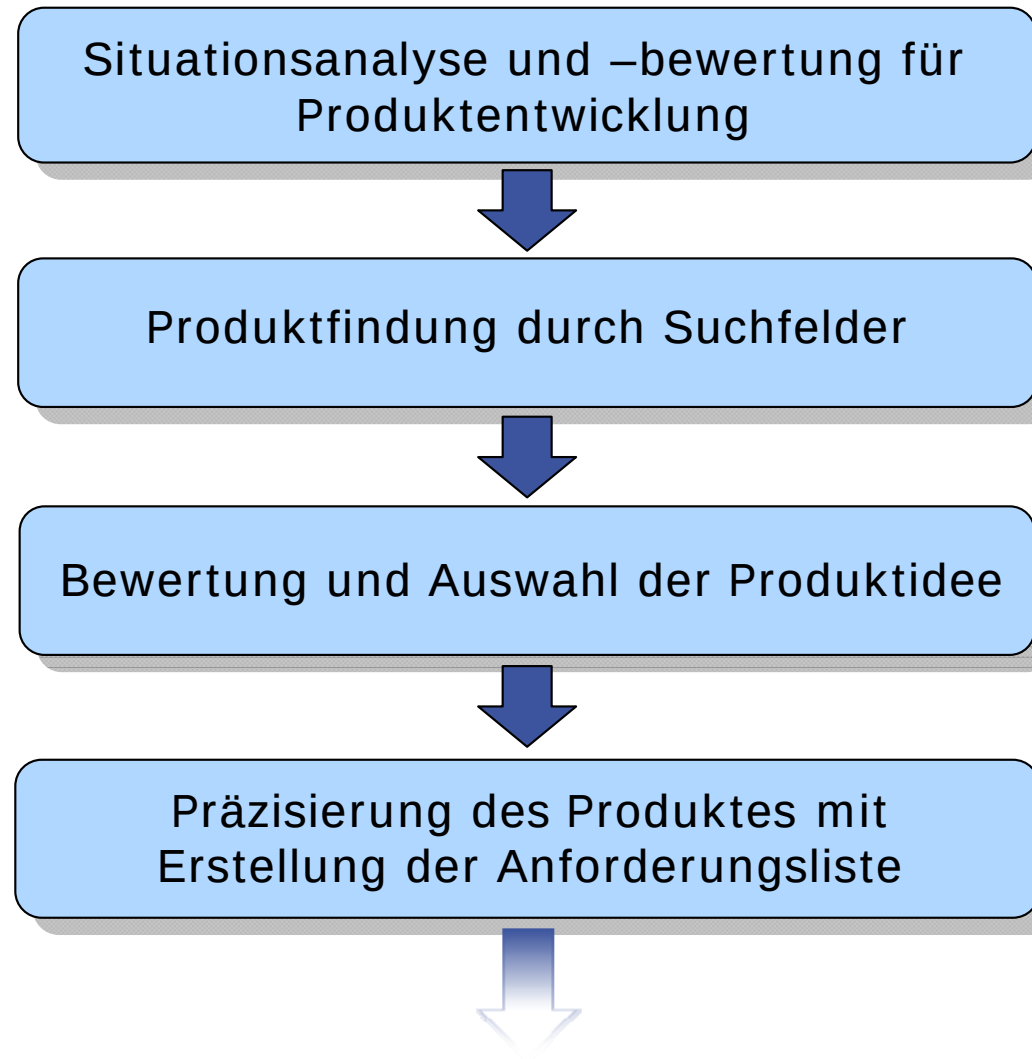
Quelle: VDI 2222 Blatt 2  
(1982-02):  
Konstruktionsmethodik -  
Erstellung und Anwendung  
von Konstruktionskatalogen.  
Düsseldorf: VDI Verlag.

# Integration von Sicherheit und Gesundheitsschutz in das Vorgehen bei Entwicklung (und Bau) von Produkten

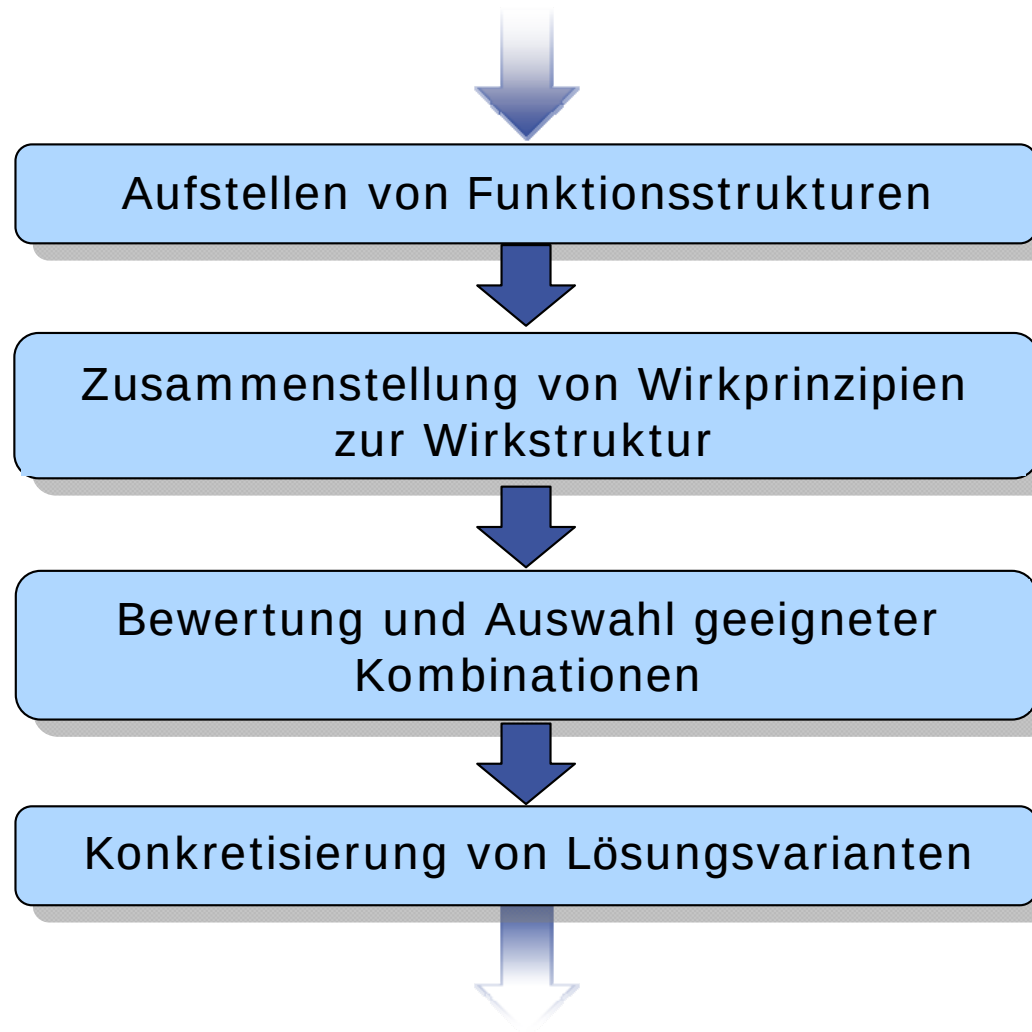


Quelle: HÖHN, Katrin; u. a. Sonderschrift S 53, 1999.

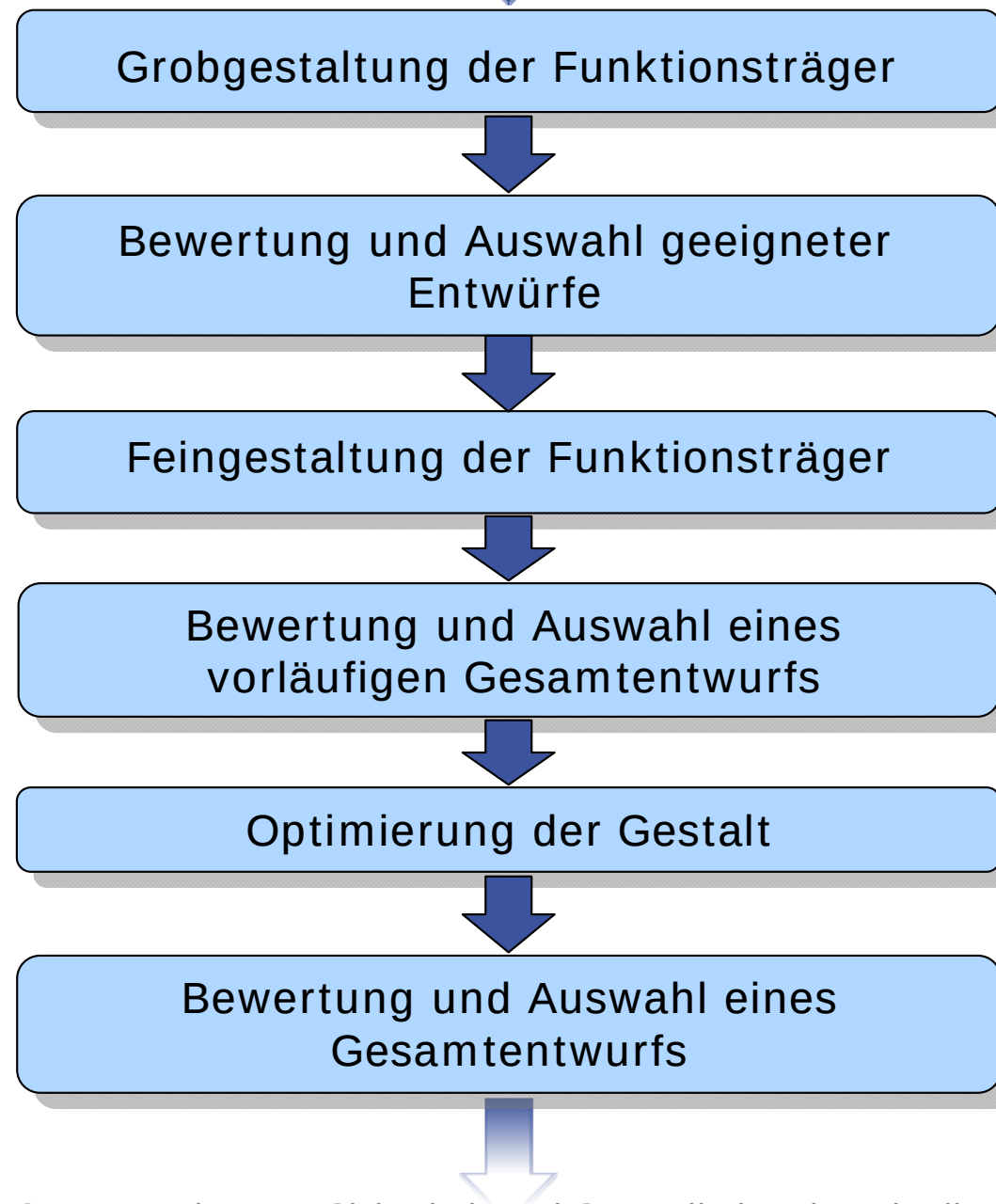
# Vorgehen beim Planen



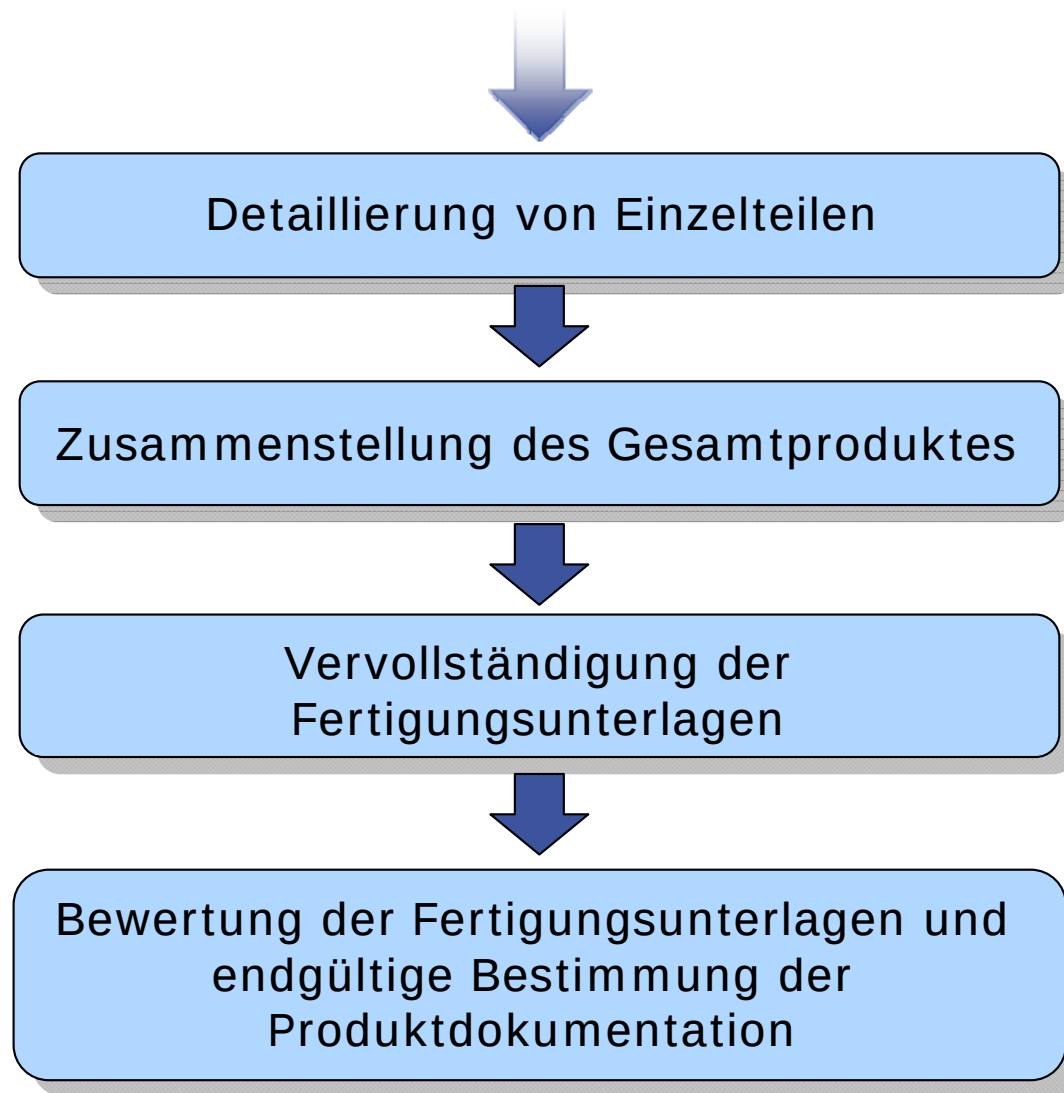
# Vorgehen beim Konzipieren



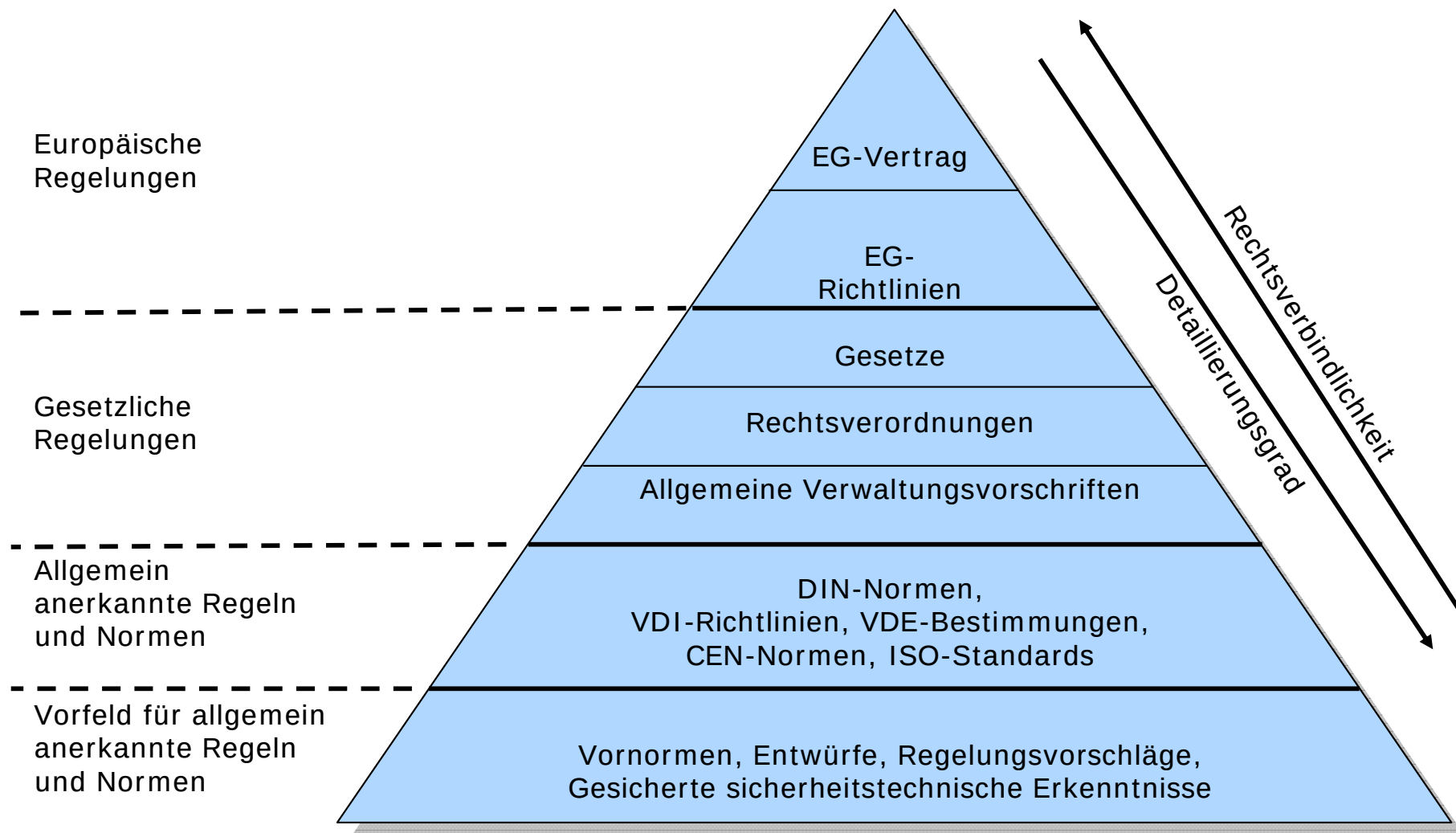
# Vorgehen beim Entwerfen



# Vorgehen beim Ausarbeiten

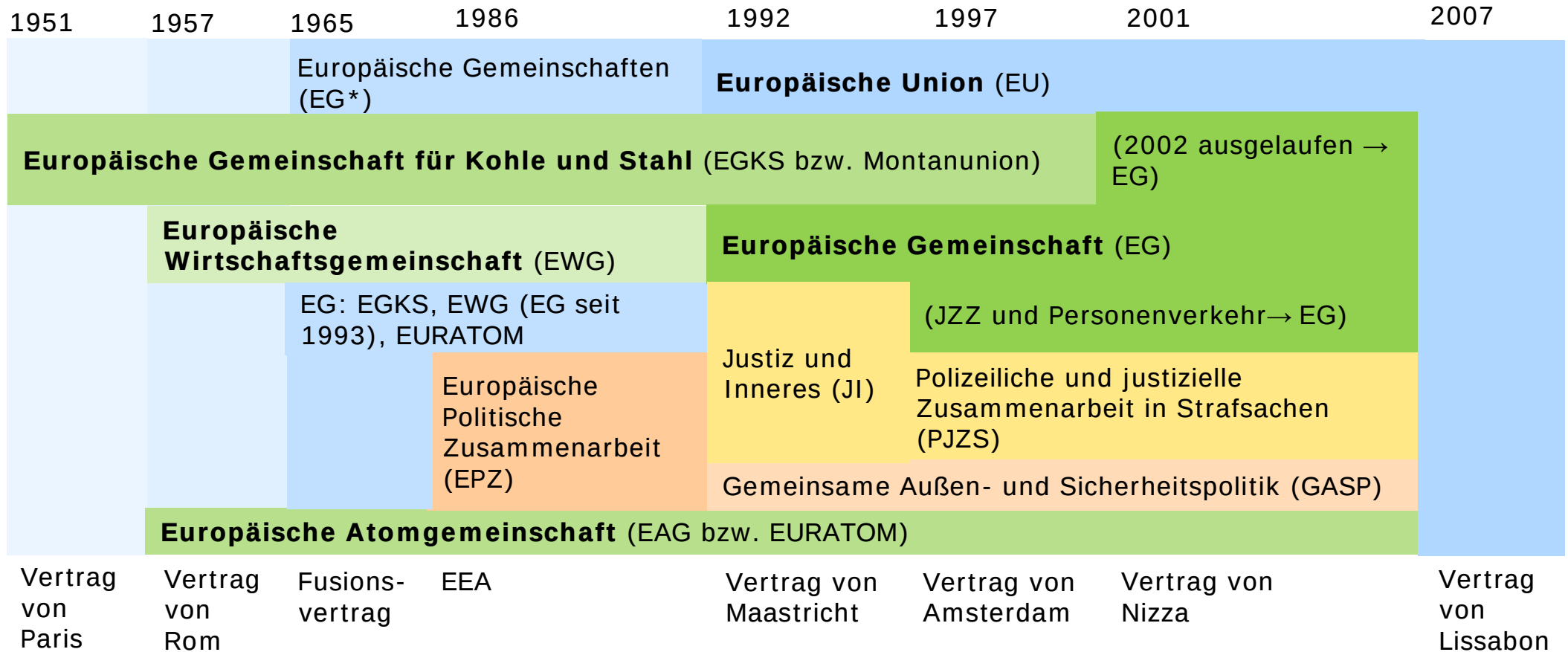


# Hierarchie der Rechtsvorschriften



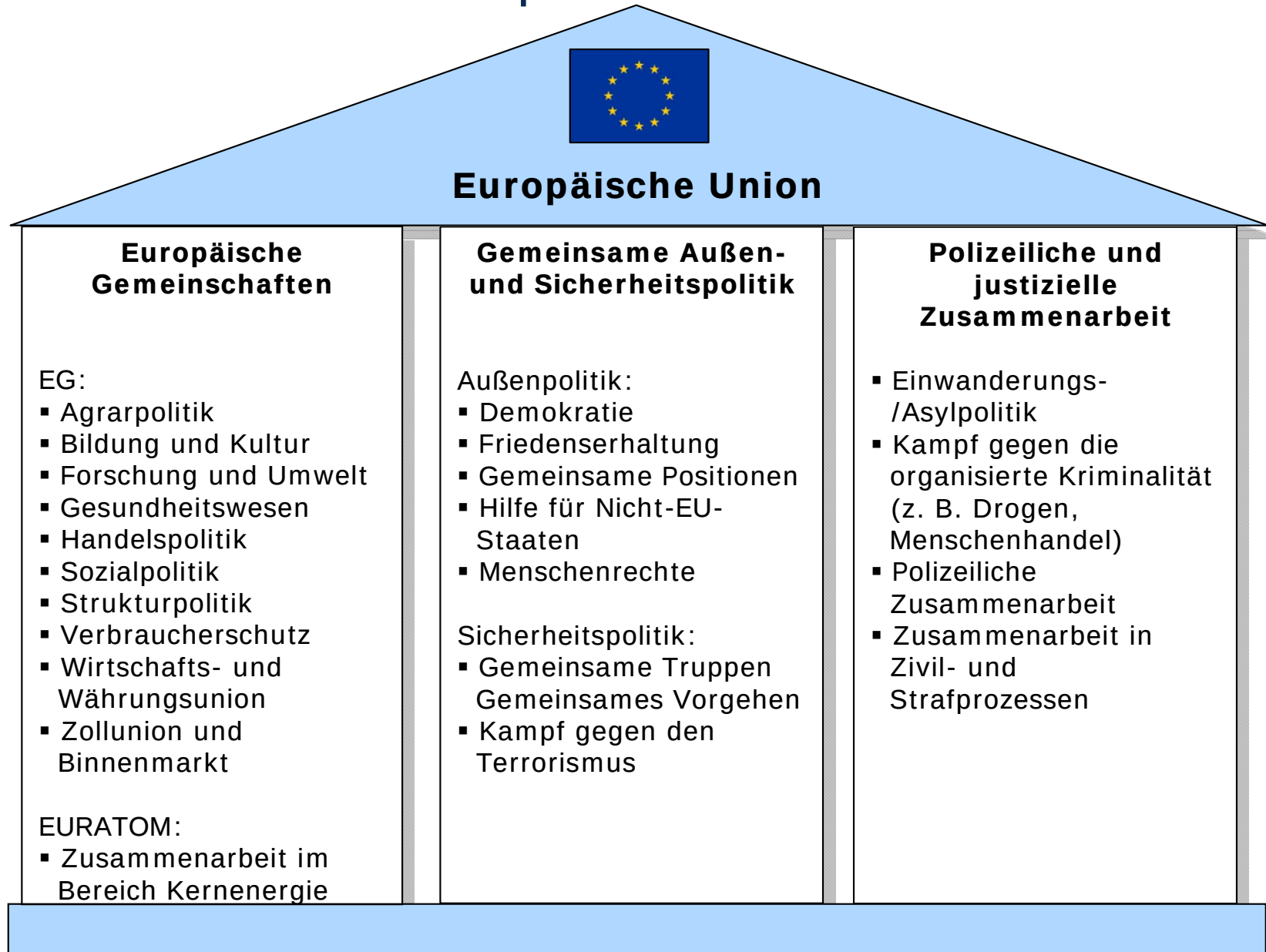
In Anlehnung an: DRESCHER, Martin: Hierarchie des Arbeits- und Gesundheitsschutz.

# Europäische Union – Geschichte, Struktur und Verträge



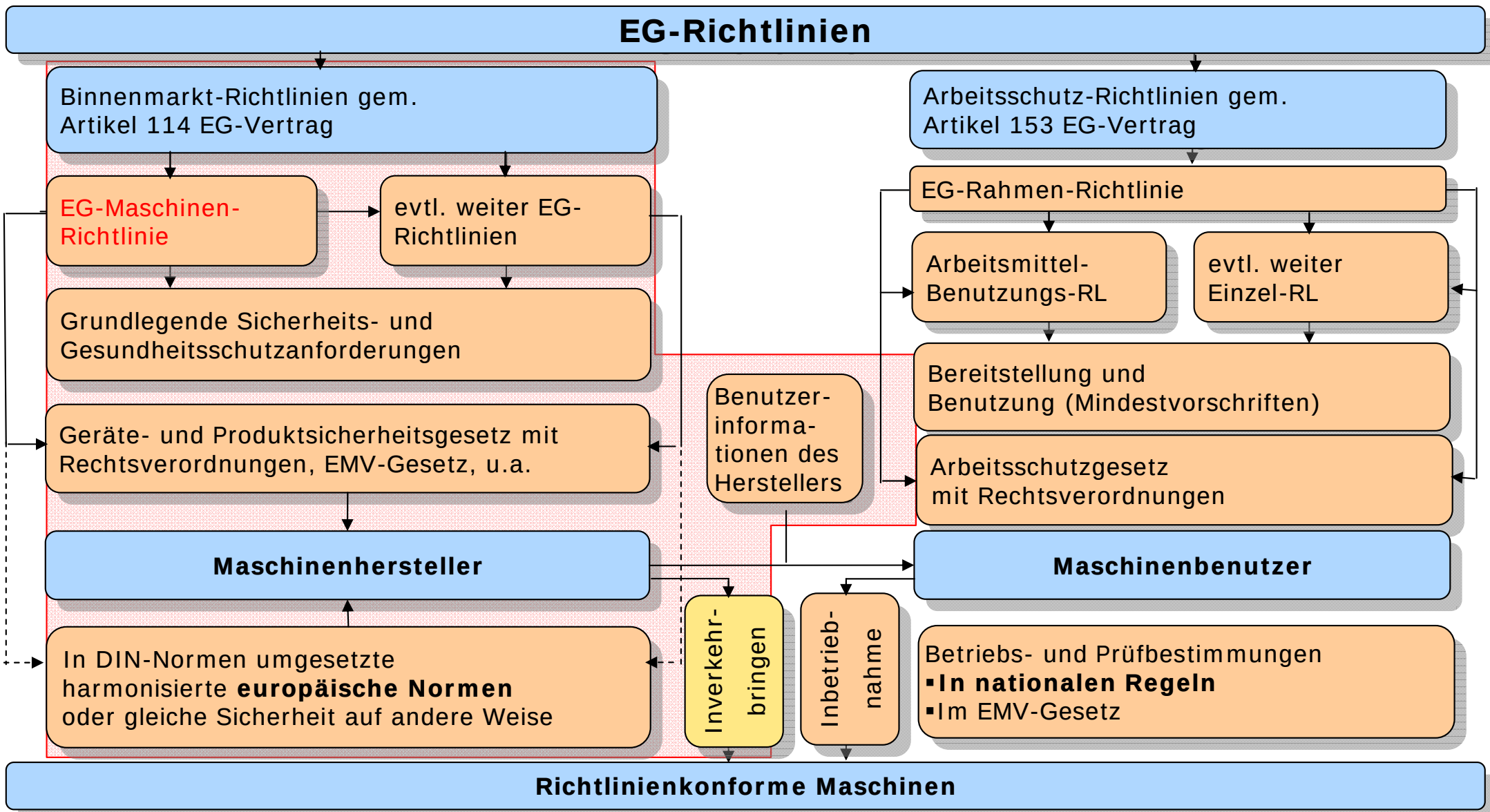
Quelle: Wikipedia (2009): „Europäische Gemeinschaft.“ URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische\\_Gemeinschaft](http://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische_Gemeinschaft) [Stand: 24.09.2008]

# Die „Drei Säulen“ der Europäischen Union



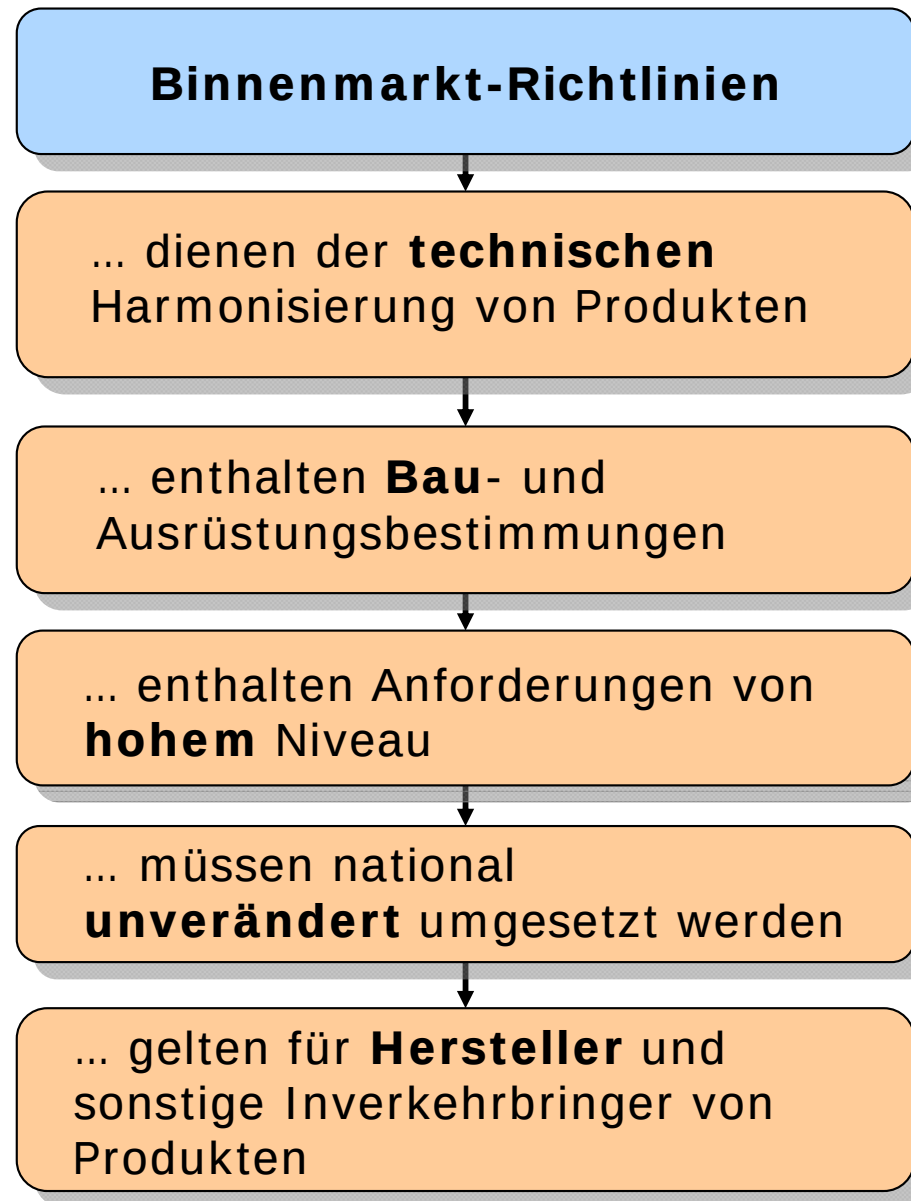
Quelle: Kaneiderdaniel (2009): „Die drei Säulen der Europäischen Union“. URL: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/a/ab/Saeulenmodell\\_EU.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/a/ab/Saeulenmodell_EU.svg) [Stand: 24.09.2008]

# Europäische und nationale Regelwerke für sichere Maschinen



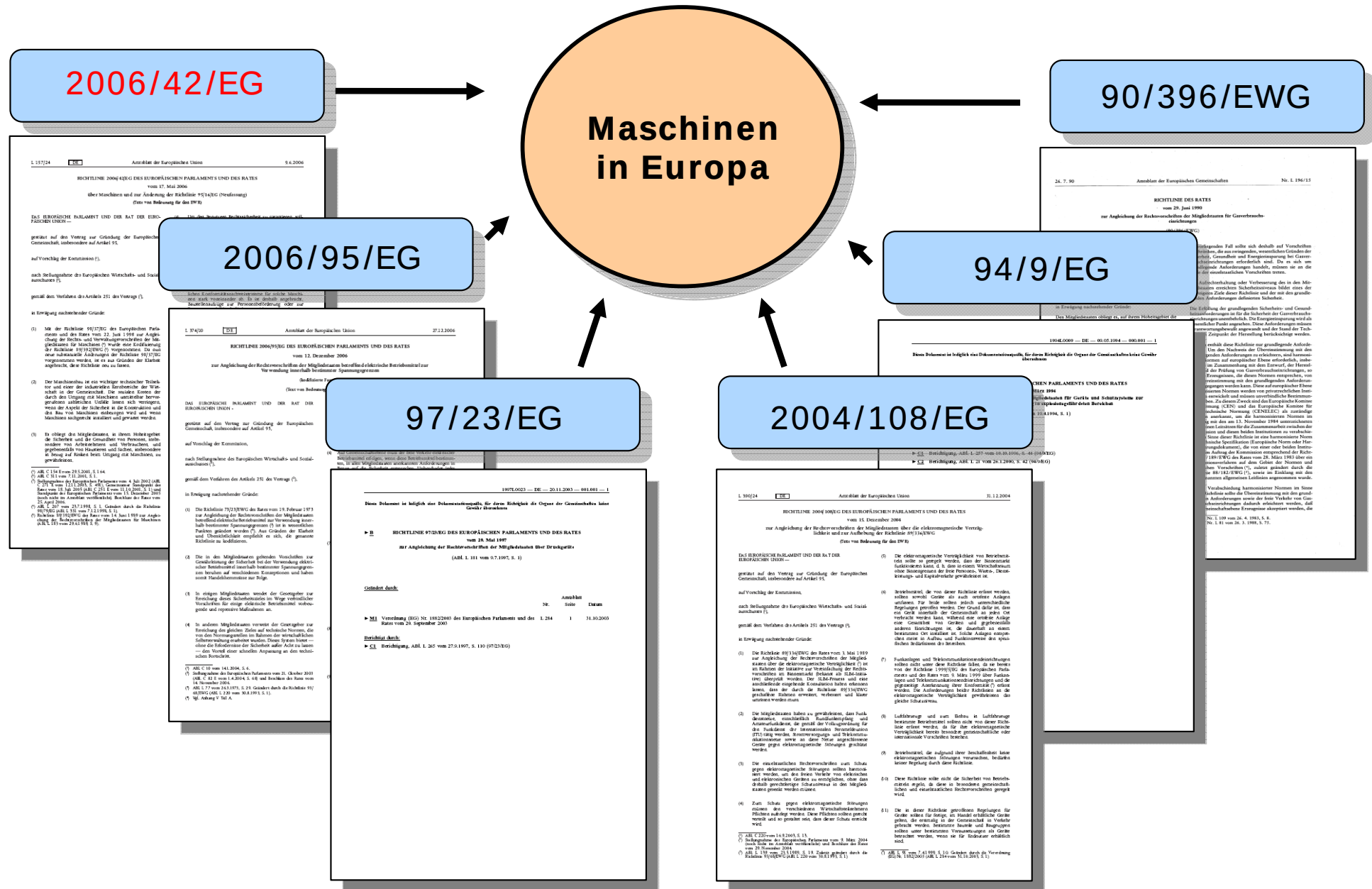
In Anlehnung an: REUDENBACH, Rolf (2005): Sichere Maschinen in Europa Teil 1 Rechtsgrundlagen. Bochum: Verlag Technik & Information.

# Eigenschaften von Binnenmarkt-Richtlinien

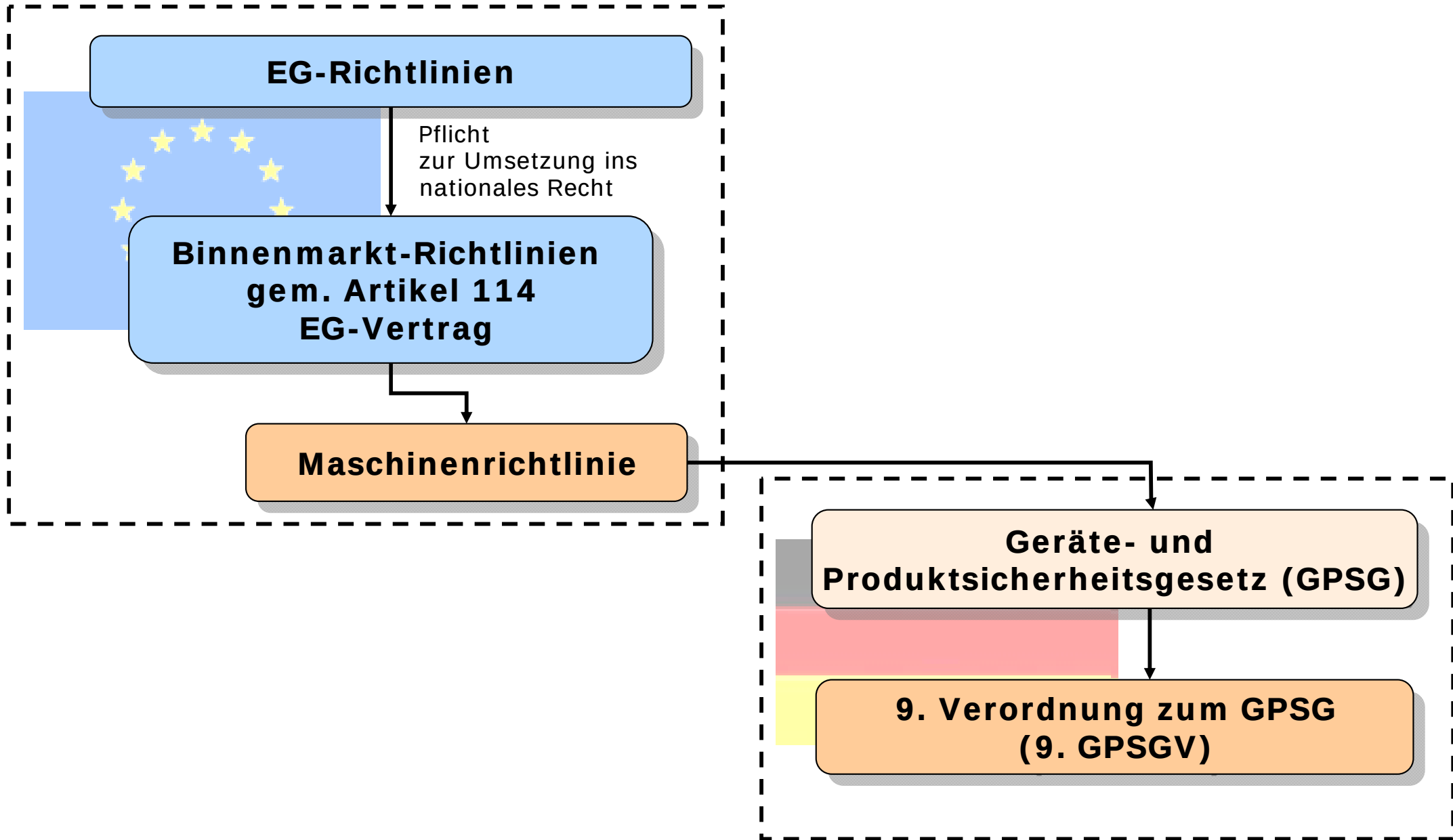


Quelle: REUDENBACH, Rolf (2005): Sichere Maschinen in Europa Teil 1 Rechtsgrundlagen. Bochum: Verlag Technik & Information.

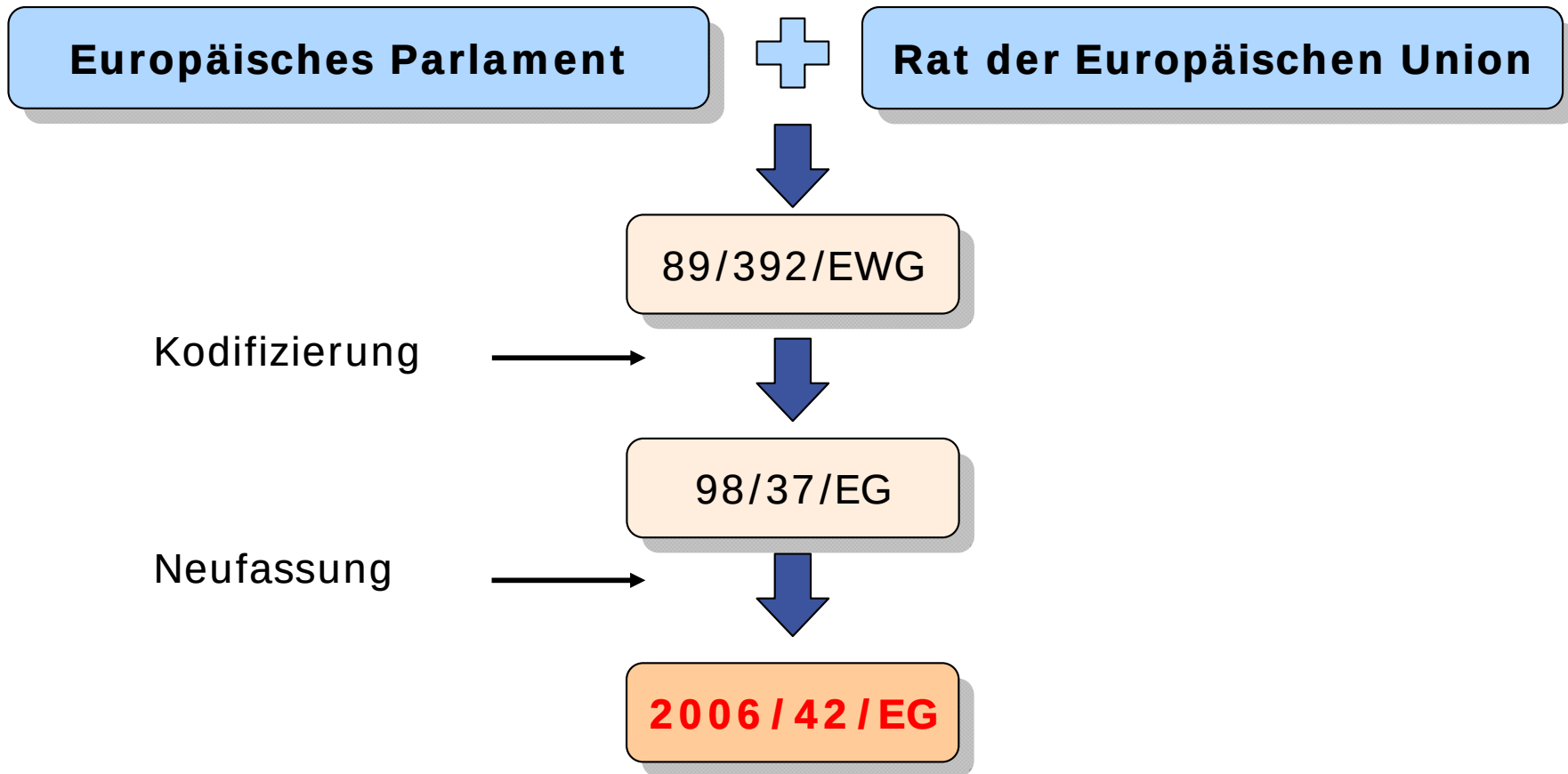
# Auswahl wichtiger Binnenmarkt-Richtlinien für Maschinen



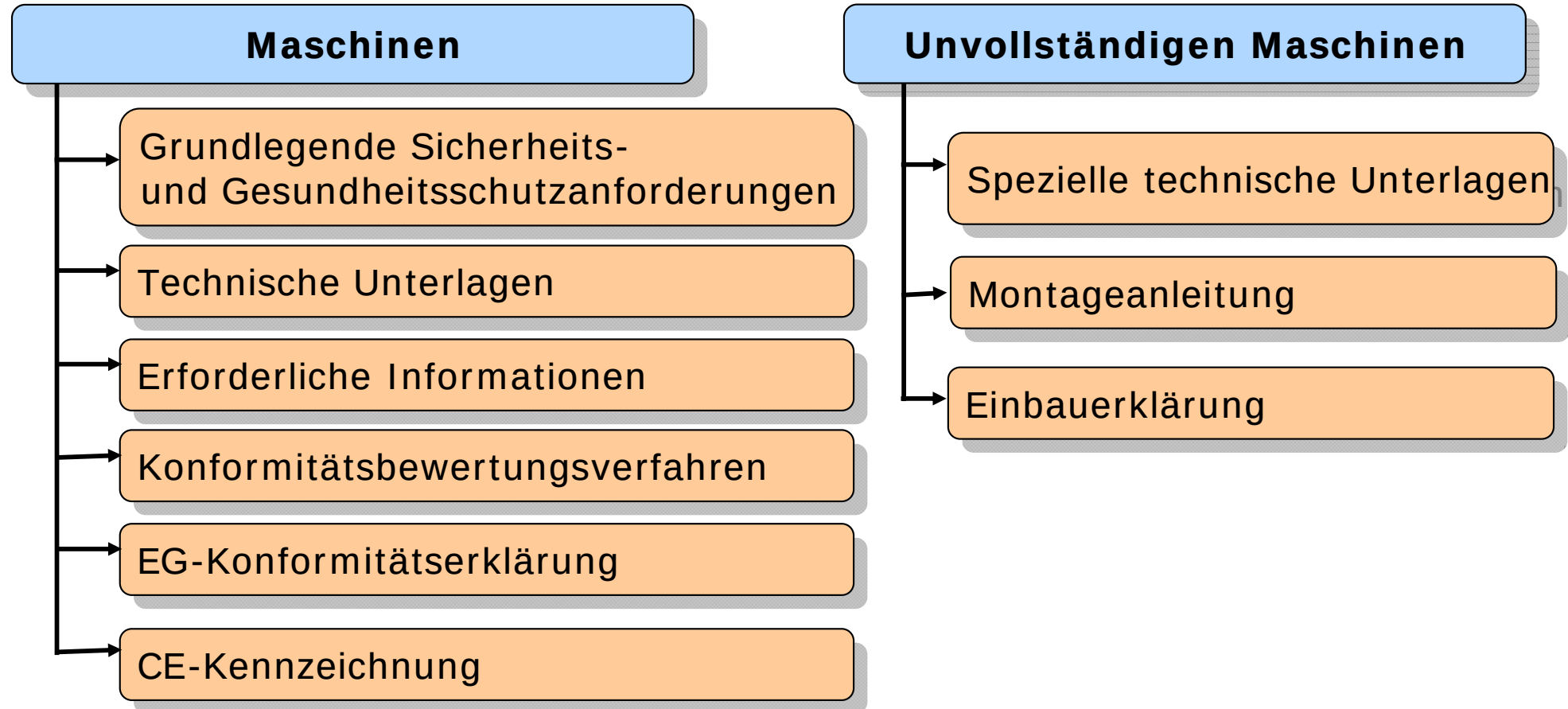
# Rechtsgrundlagen zu Maschinen



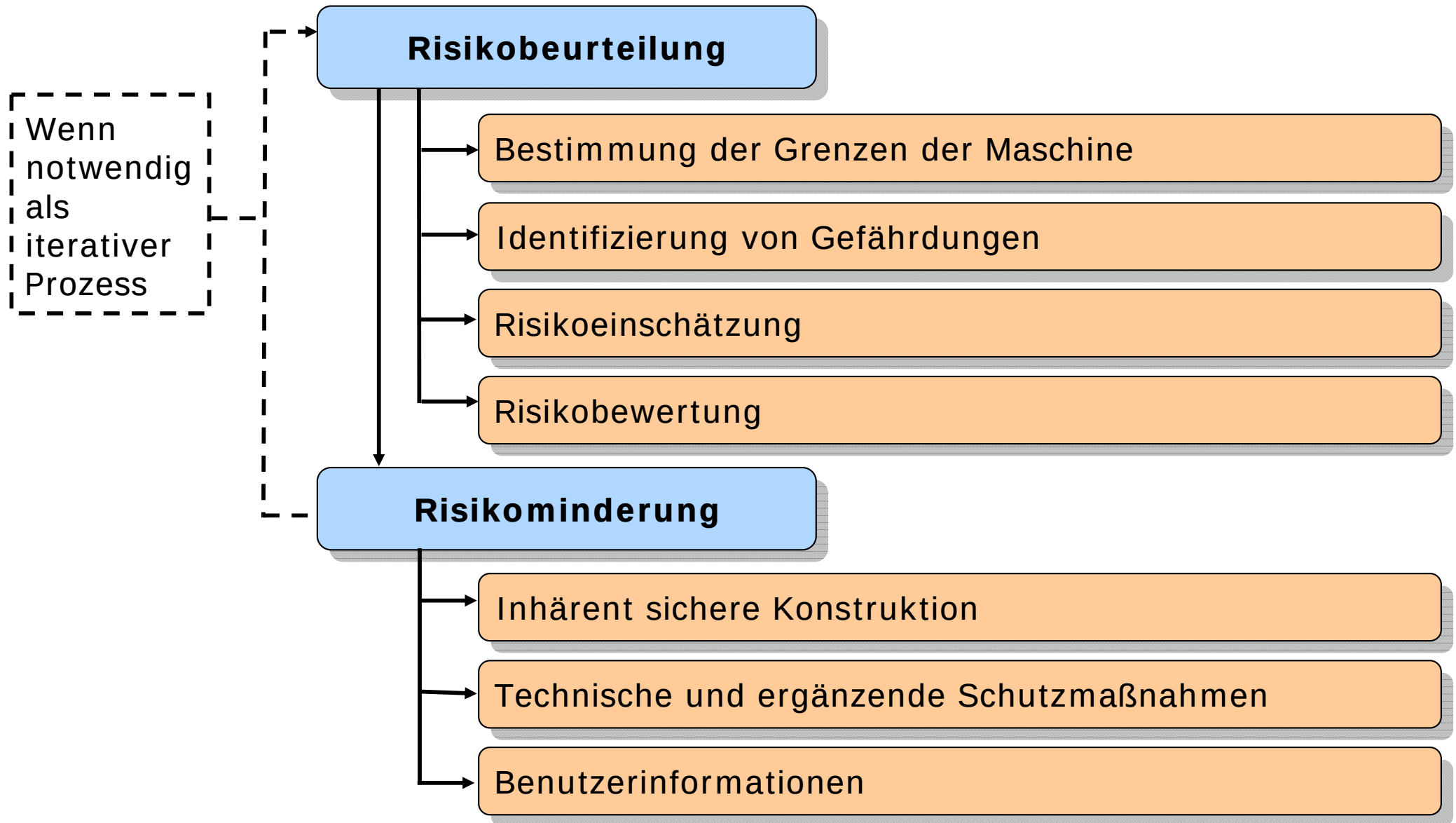
# Entstehung der aktuellen Maschinenrichtlinie



# Anforderungen an das Inverkehrbringen von ...

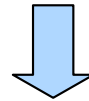


# Risikobeurteilung und Risikominderung

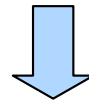


# Grundsätze für die Integration der Sicherheit

**1.** Beseitigung oder Minimierung der Risiken (Integration des Sicherheitskonzepts in die Entwicklung und den Bau der Maschine)

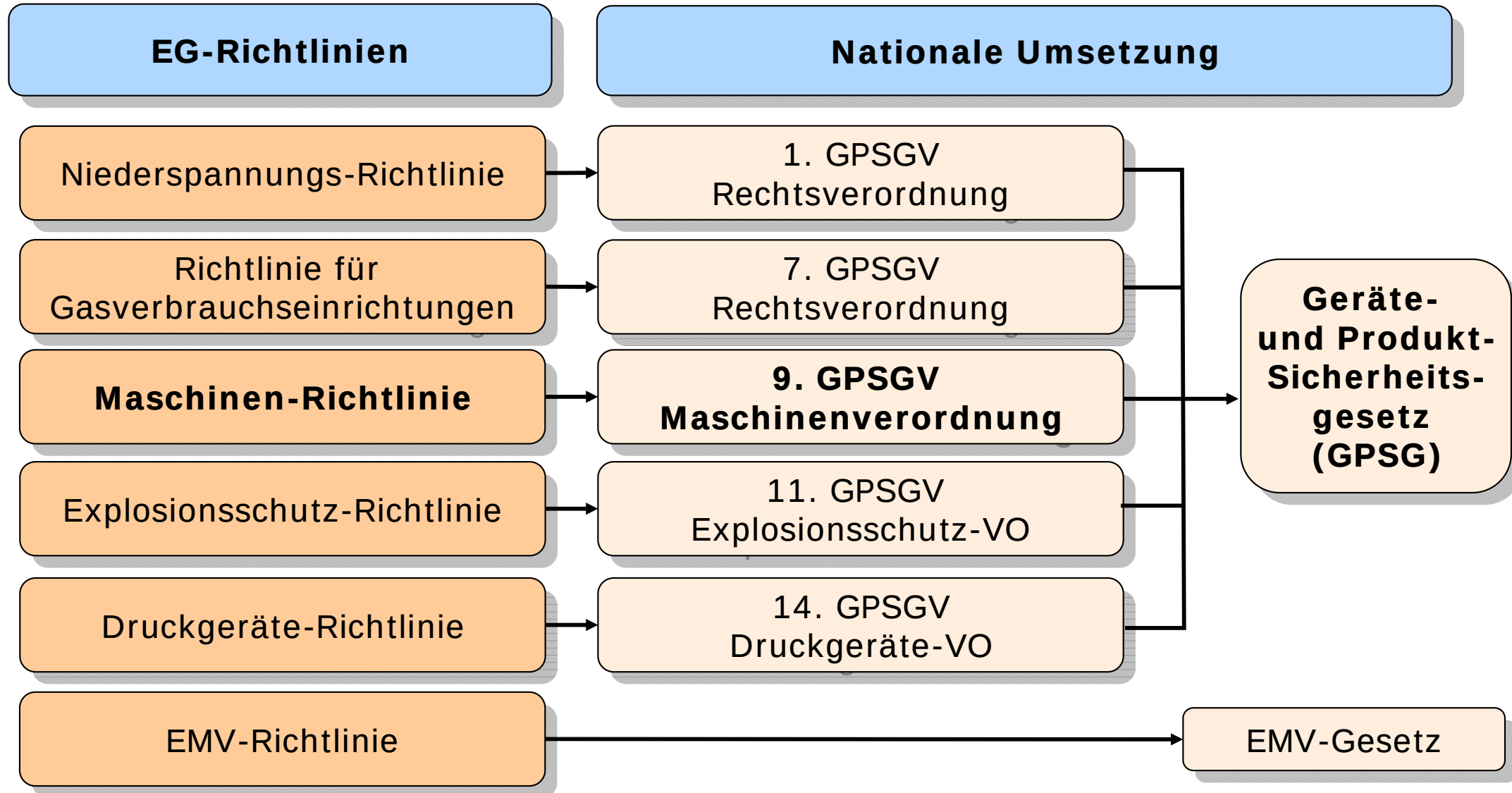


**2.** Ergreifen von notwendigen Schutzmaßnahmen gegen nicht zu beseitigende Risiken



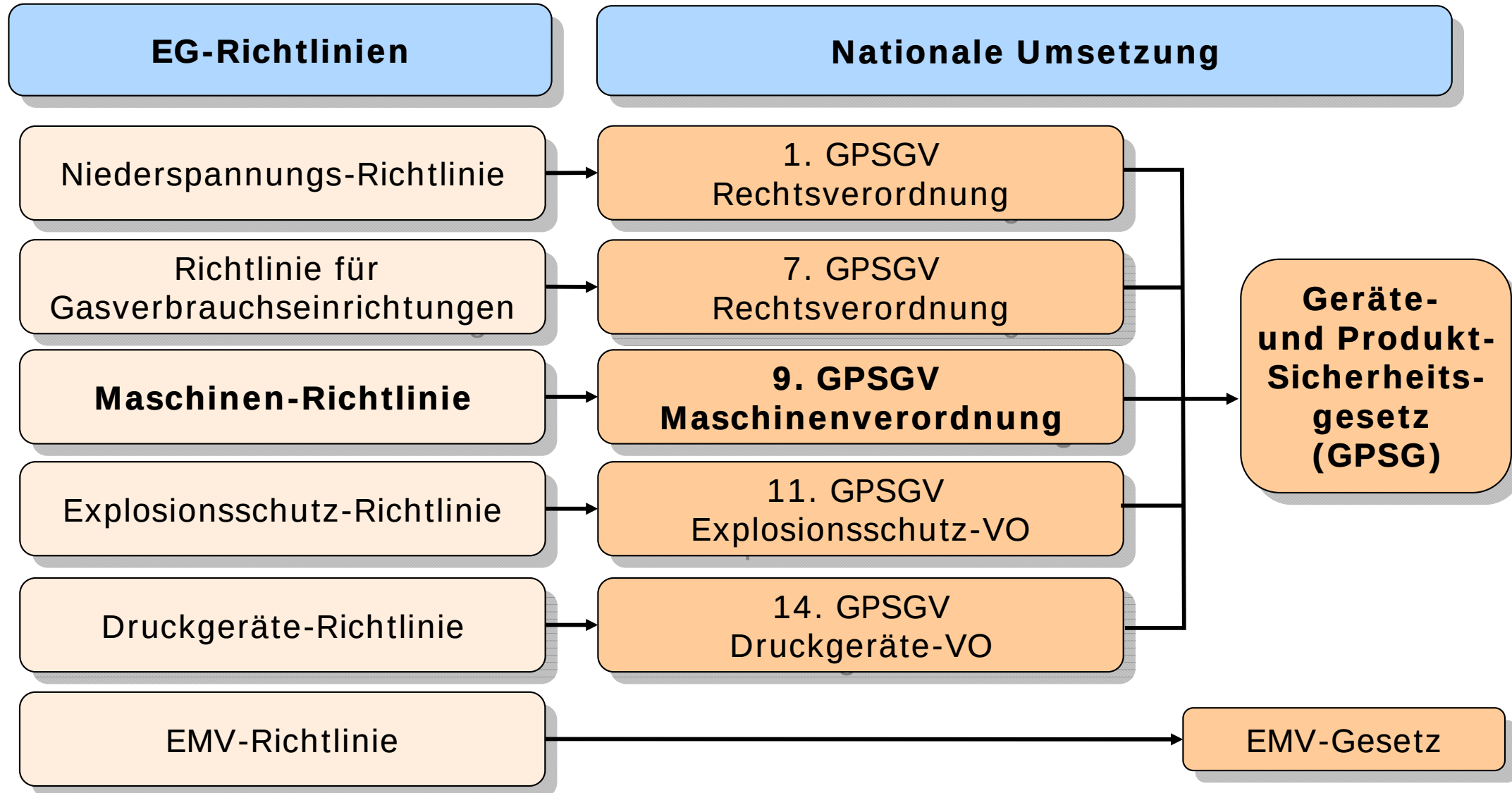
**3.** Unterrichtung der Benutzer über die Restrisiken aufgrund der nicht vollständigen Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen; Hinweise auf eventuell erforderliche Spezialausbildung und persönliche Schutzausrüstung

# Binnenmarkt-Richtlinien und deren nationale Umsetzung 1



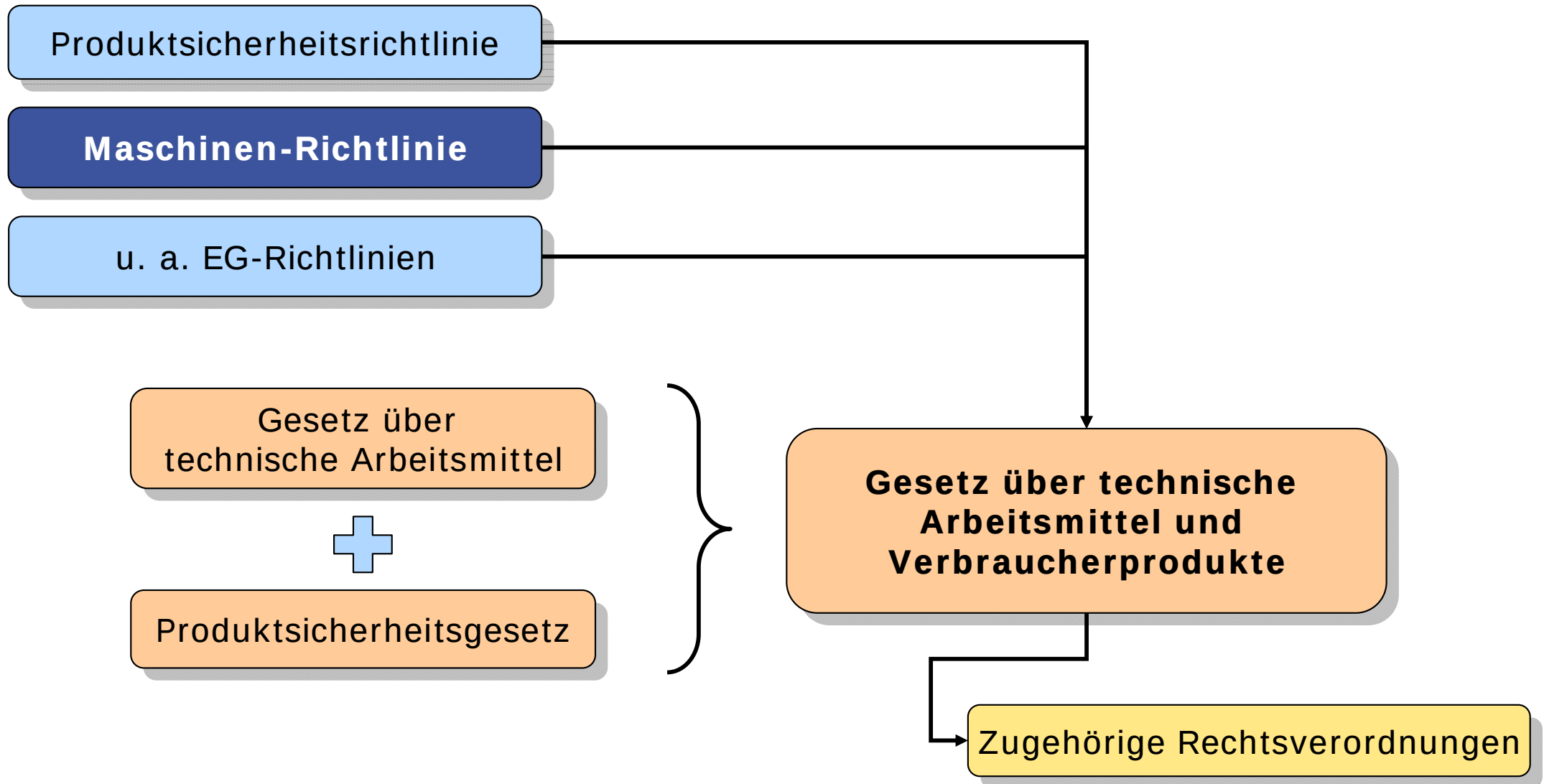
Quelle: REUDENBACH, Rolf (2005): Sichere Maschinen in Europa Teil 1 Rechtsgrundlagen. Bochum: Verlag Technik & Information.

# Binnenmarkt-Richtlinien und deren nationale Umsetzung 2

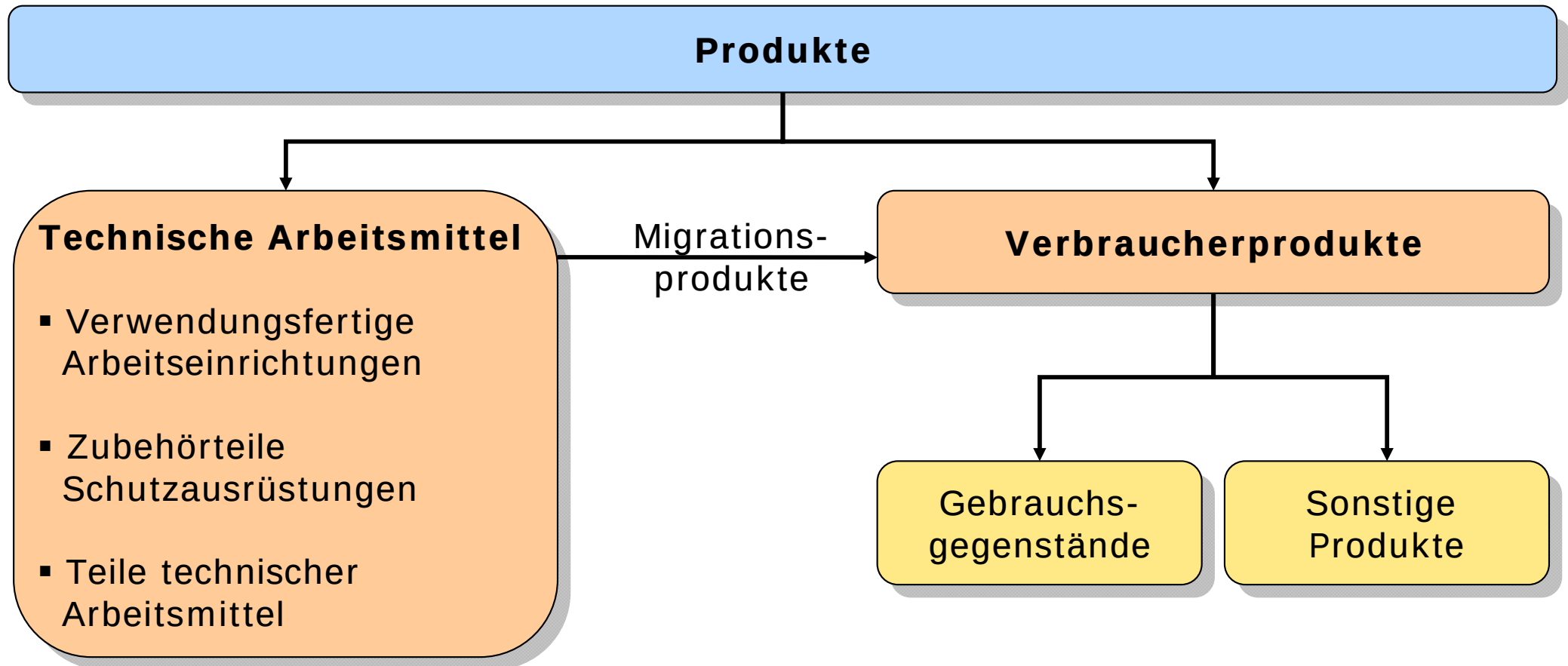


Quelle: REUDENBACH, Rolf (2005): Sichere Maschinen in Europa Teil 1 Rechtsgrundlagen. Bochum: Verlag Technik & Information.

# Ursprung des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes



# Produkte im Sinne des GPSG



Quelle: REUDENBACH, Rolf (2005): Sichere Maschinen in Europa Teil 1 Rechtsgrundlagen. Bochum: Verlag Technik & Information.

## **Im Sinne der 9. Verordnung des GPSG gilt als eine Maschine:**

Eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines beziehungsweise eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind.

# Definition „Inverkehrbringen“

## § 2 Absatz 8 GPSG:

Inverkehrbringen ist **jedes Überlassen** eines Produktes an einen anderen, unabhängig davon, ob das Produkt neu, gebraucht, wiederaufgearbeitet oder wesentlich verändert worden ist.



Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# „Eigenbau“

„Überlassen“  
eines Arbeitsmittels  
an die eigenen Arbeitnehmer:  
**kein Inverkehrbringen**



§ 3 Abs. 4 Maschinenverordnung (9. GPSGV):

Verpflichtungen wie für Hersteller, wenn eine Maschine oder ein Sicherheitsbauteil **für den Eigengebrauch** hergestellt werden.

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Europäische Normungsorganisationen



European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung

**Europäisches Komitee  
für Normung**

Quelle: <http://www.cen.eu/cenorm/index.htm>



**Europäisches Komitee für  
elektrotechnische Normung**

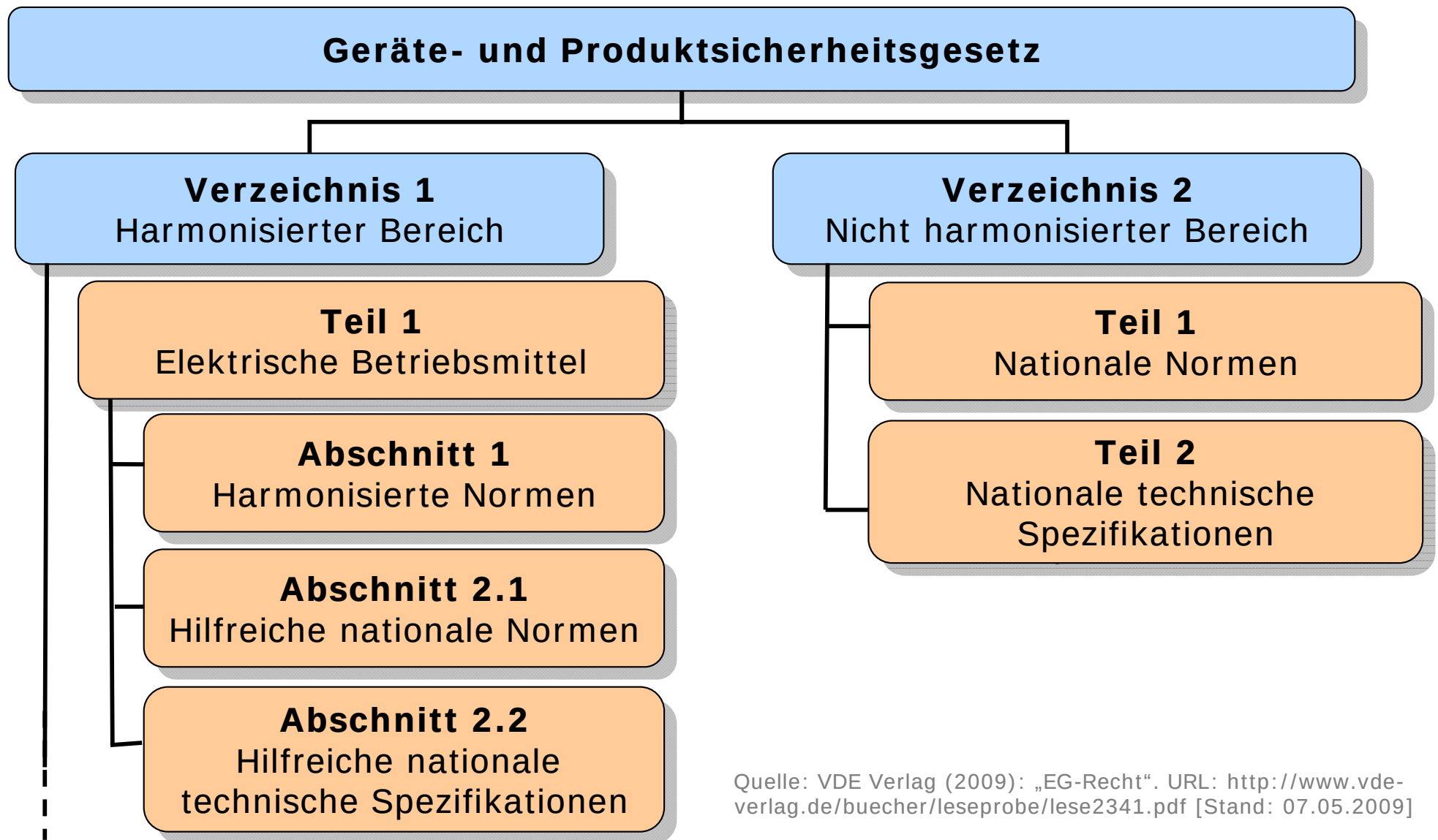
Quelle: <http://www.cenelec.eu/Cenelec/Homepage.htm>



**Europäisches Institut für  
Telekommunikationsnormen**

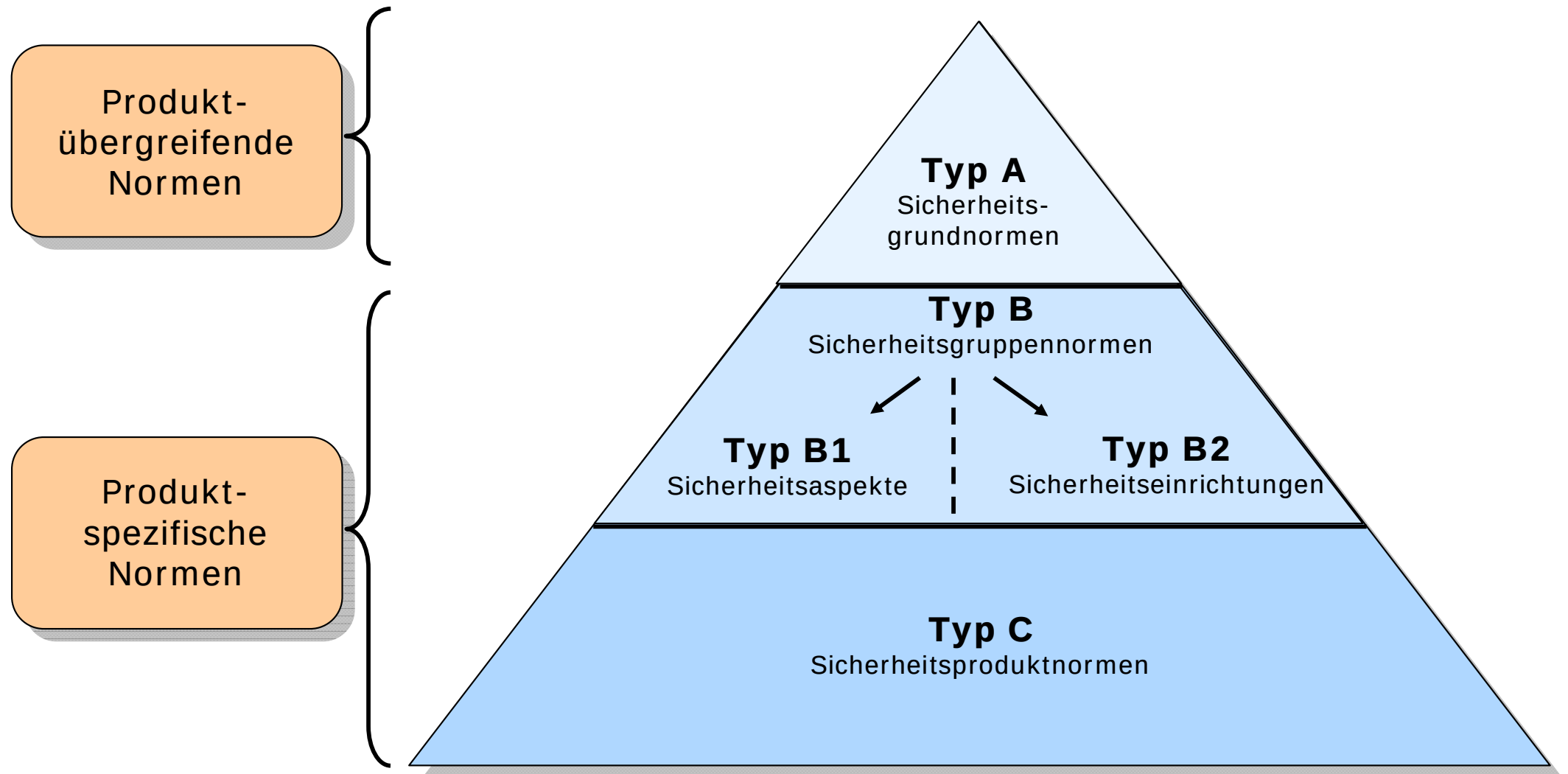
Quelle: <http://www.etsi.org/WebSite/homepage.aspx>

# Normenverzeichnisse zum GPSG



Quelle: VDE Verlag (2009): „EG-Recht“. URL: <http://www.vde-verlag.de/buecher/leseprobe/lese2341.pdf> [Stand: 07.05.2009]

# Typen europäischer Sicherheitsnormen

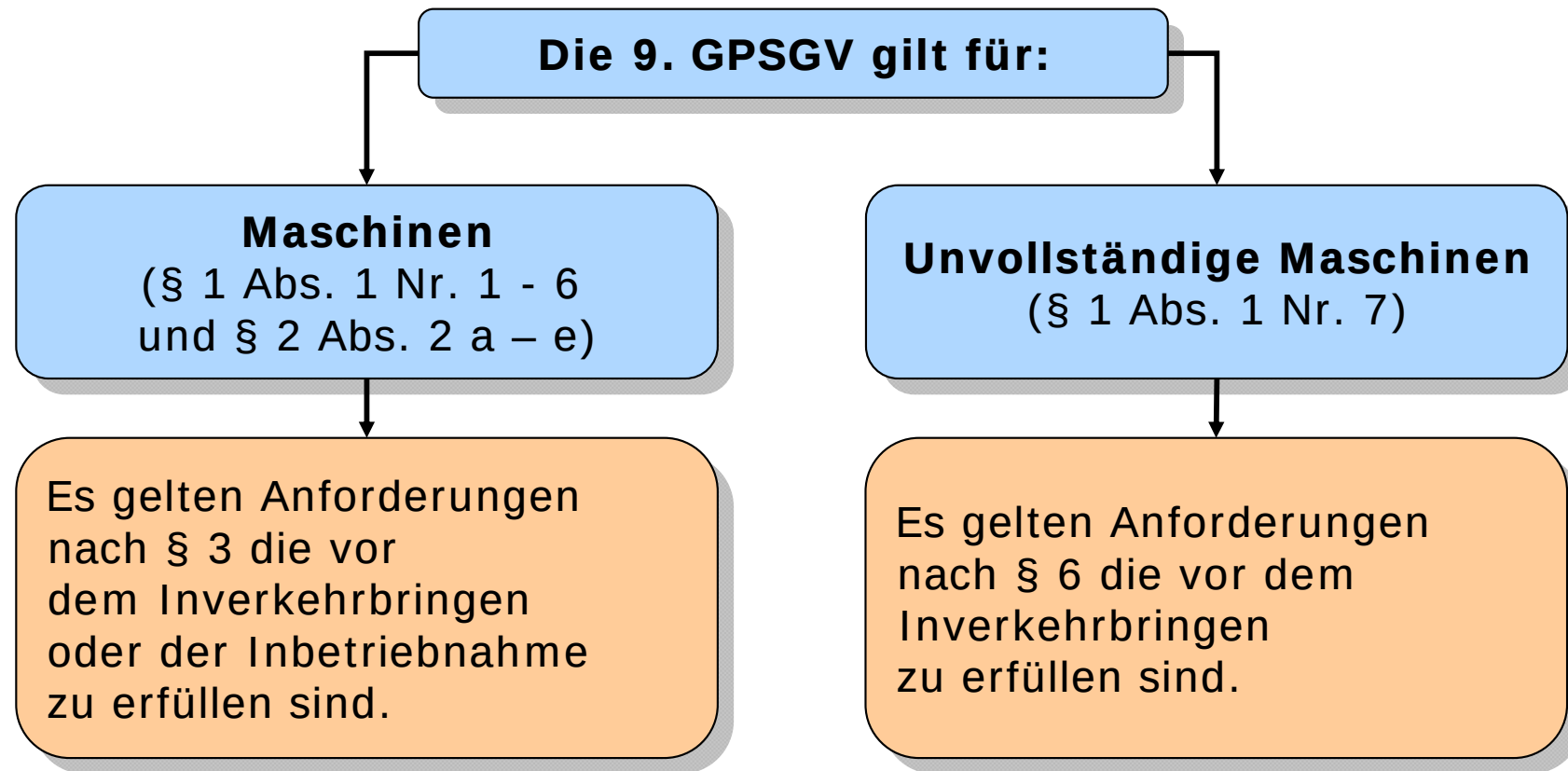


# Beispiele europäischer Sicherheitsnormen

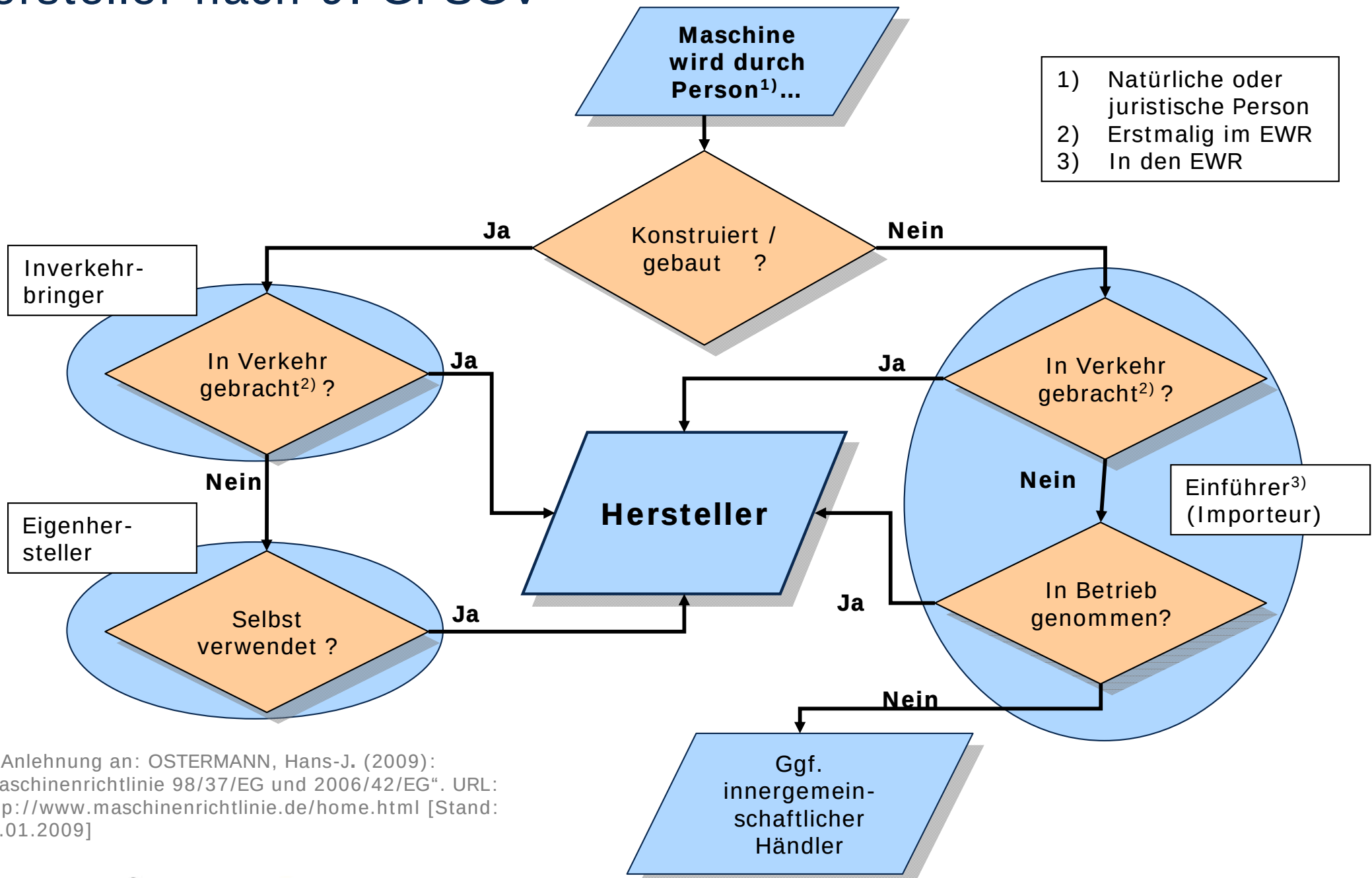
|                                       |               |                                                                                                    |                                                             |                                                                |
|---------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Sicherheits-<br/>grundnormen</b>   | <b>Typ A</b>  | <b>Allgemeine Gestaltungsgrundsätze,<br/>Risikobeurteilung und Riskominderung<br/>EN ISO 12100</b> |                                                             |                                                                |
| <b>Sicherheits-<br/>gruppennormen</b> | <b>Typ B1</b> | <b>Sicherheits-<br/>abstände<br/>EN ISO 13857</b>                                                  | <b>Sicherheitsbez.<br/>Teile v. Steuer.<br/>ISO 13849-1</b> | <b>Arm- / Hand-<br/>annäherung<br/>EN 999</b>                  |
|                                       | <b>Typ B2</b> | <b>NOT-Halt<br/>Einrichtung<br/>EN ISO 13850</b>                                                   | <b>Elektrische<br/>Ausrüstung<br/>EN 60204-1</b>            | <b>Druckempfindliche<br/>Schutzeinrichtungen<br/>EN 1760-1</b> |
| <b>Sicherheits-<br/>produktnormen</b> | <b>Typ C</b>  | <b>Handgehaltene<br/>n. el. Maschinen<br/>EN 792-1</b>                                             | <b>Industrieroboter<br/>ISO EN 10218-1</b>                  | <b>Extruder und<br/>Extrusionsanlagen<br/>EN 1114-1</b>        |
|                                       |               | <b>Mechanische<br/>Pressen<br/>EN 692</b>                                                          | <b>Verpackungs-<br/>maschinen<br/>EN 415-1</b>              | <b>Spritzgieß-<br/>maschinen<br/>EN 201</b>                    |
|                                       |               | <b>Hydraulische<br/>Pressen<br/>EN 693</b>                                                         | <b>Steigförder<br/>und Systeme<br/>EN 620</b>               | <b>Hydraulische<br/>Gesenkbiegepressen<br/>EN 12622</b>        |

In Anlehnung an: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Maschinen und unvollständige Maschinen



# Hersteller nach 9. GPSGV

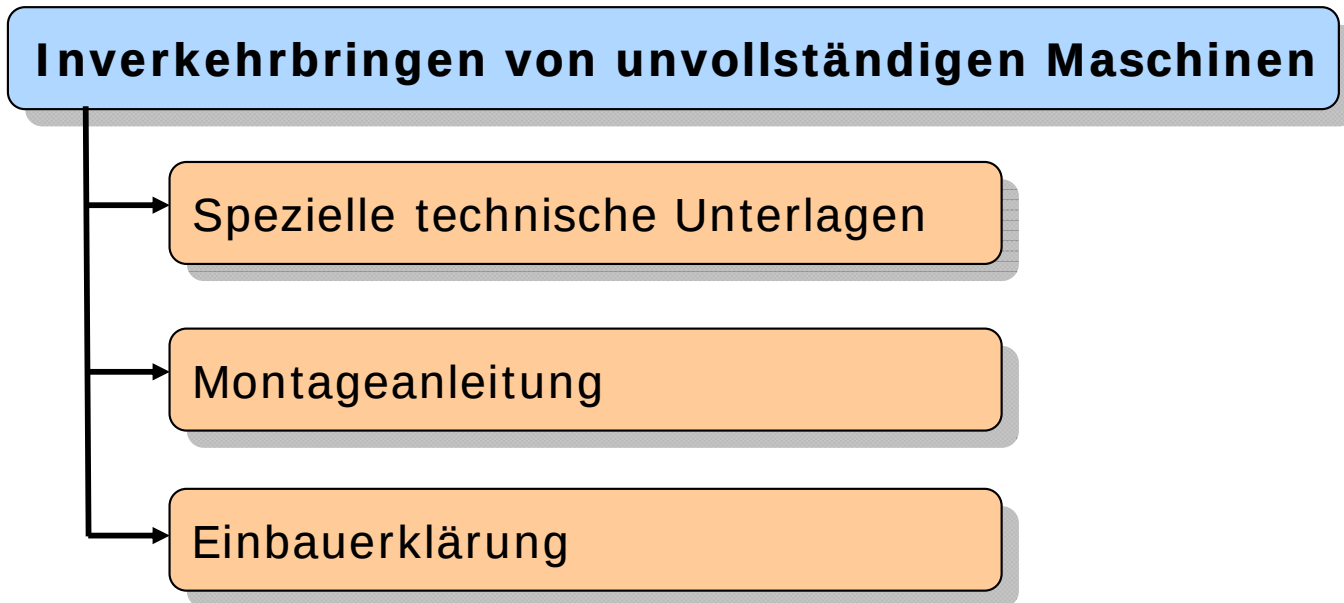


In Anlehnung an: OSTERMANN, Hans-J. (2009): „Maschinenrichtlinie 98/37/EG und 2006/42/EG“. URL: <http://www.maschinenrichtlinie.de/home.html> [Stand: 22.01.2009]

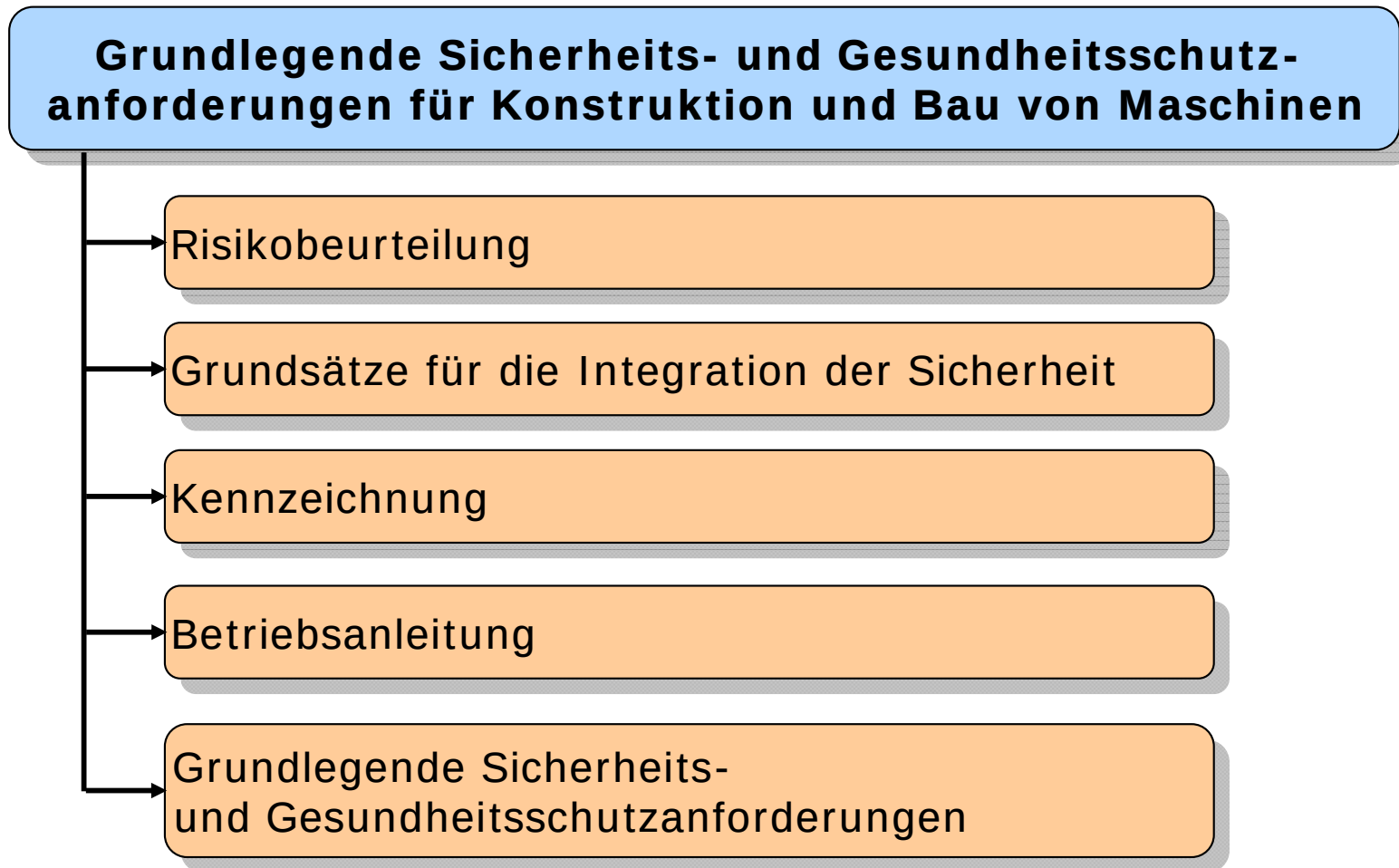
# Anforderungen für das Inverkehrbringen bzw. die Inbetriebnahme von Maschinen



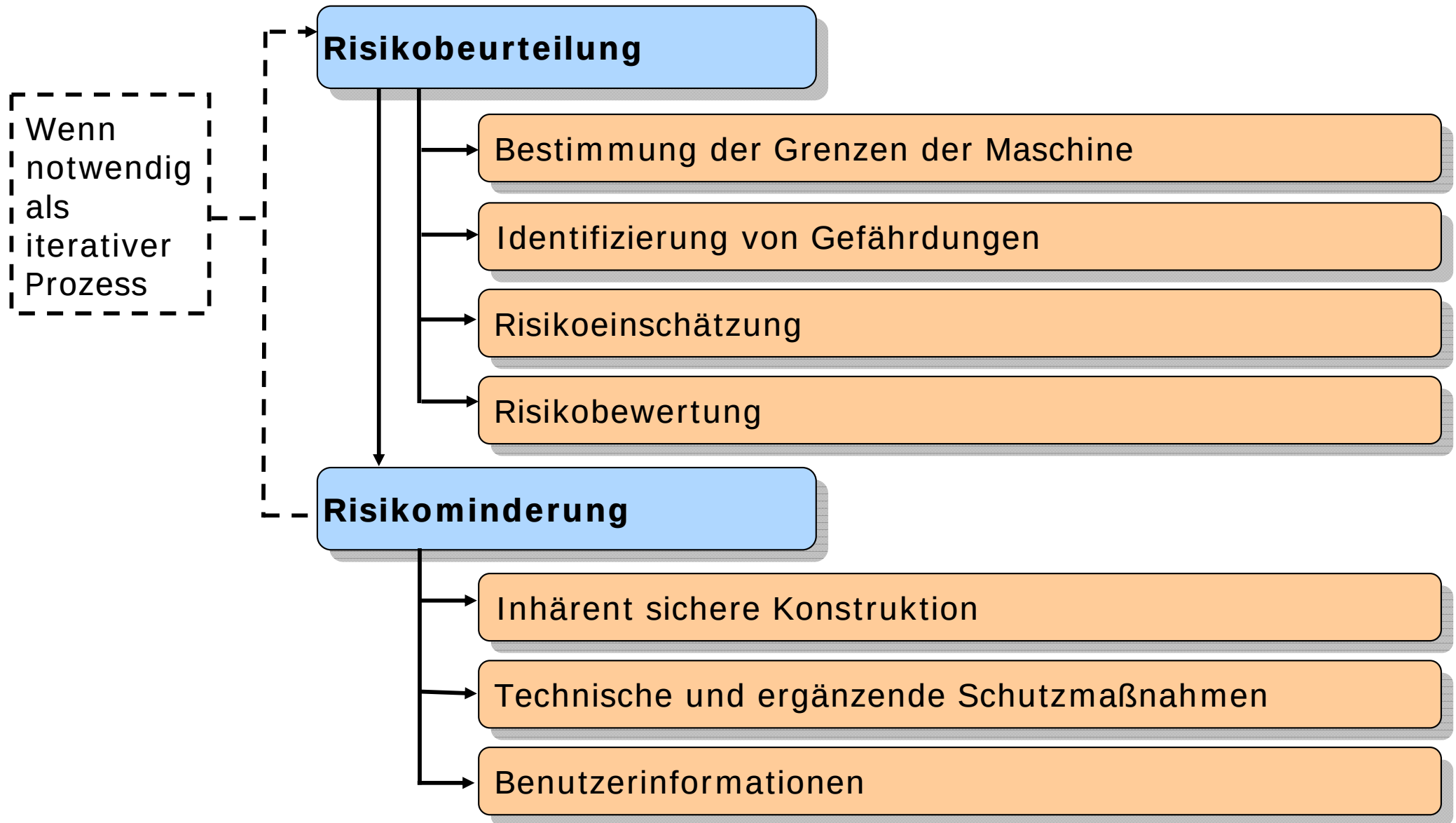
# Anforderungen für das Inverkehrbringen von unvollständigen Maschinen



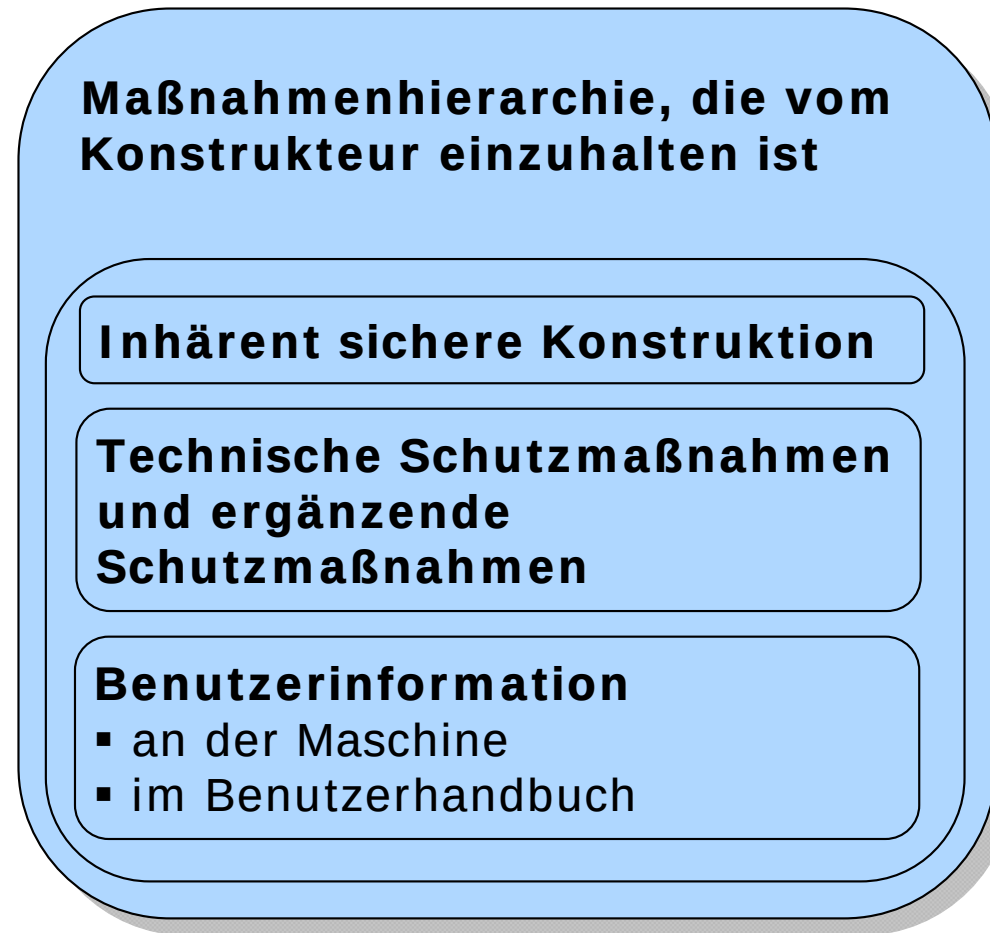
# Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen



# Risikobeurteilung und Risikominderung

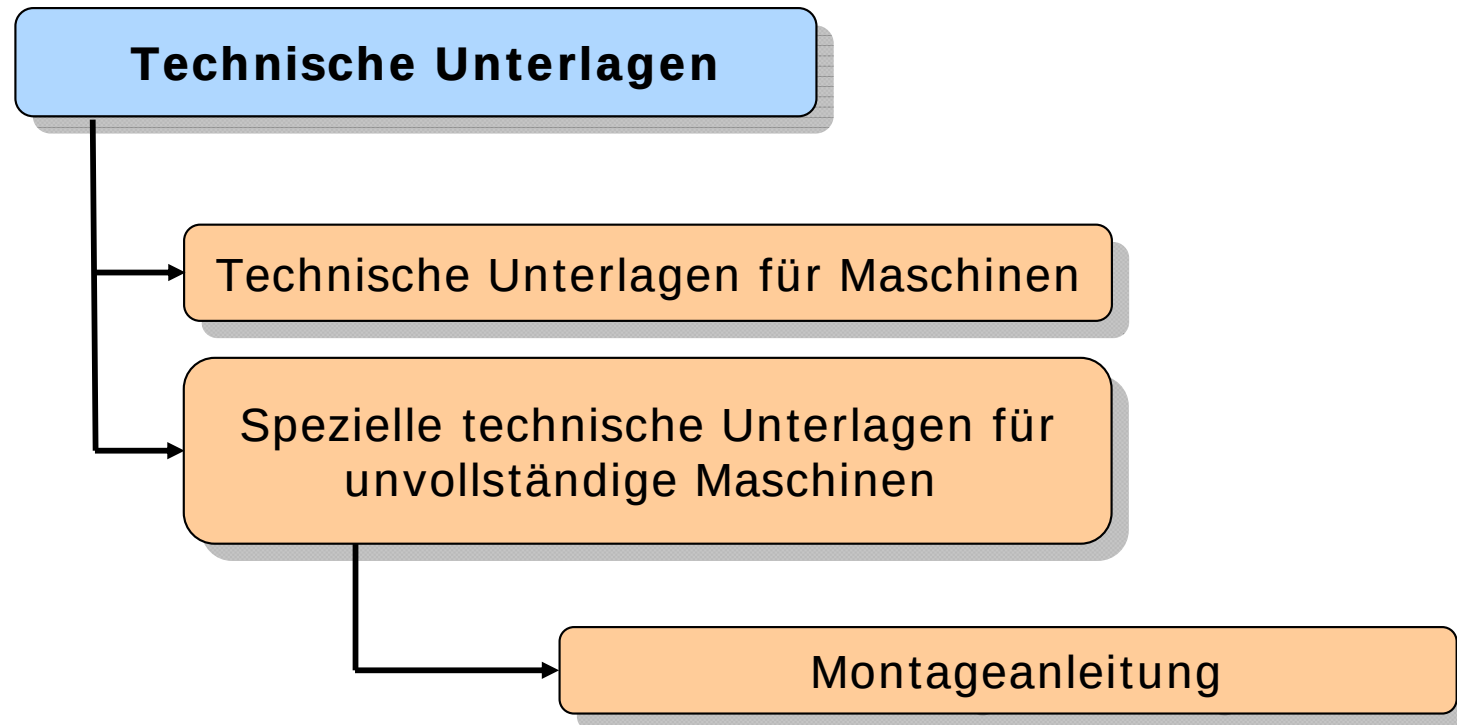


# Maßnahmenhierarchie

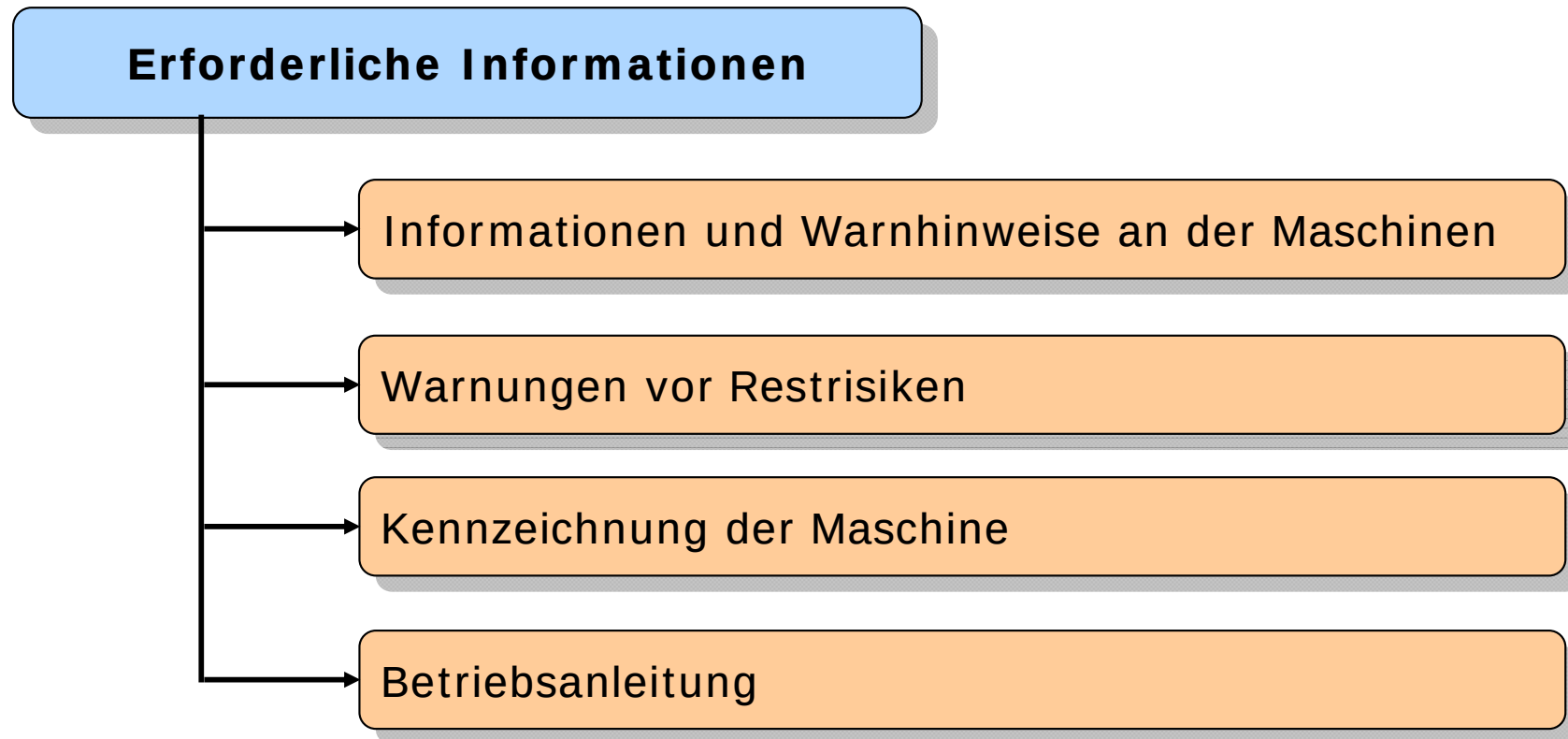


In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

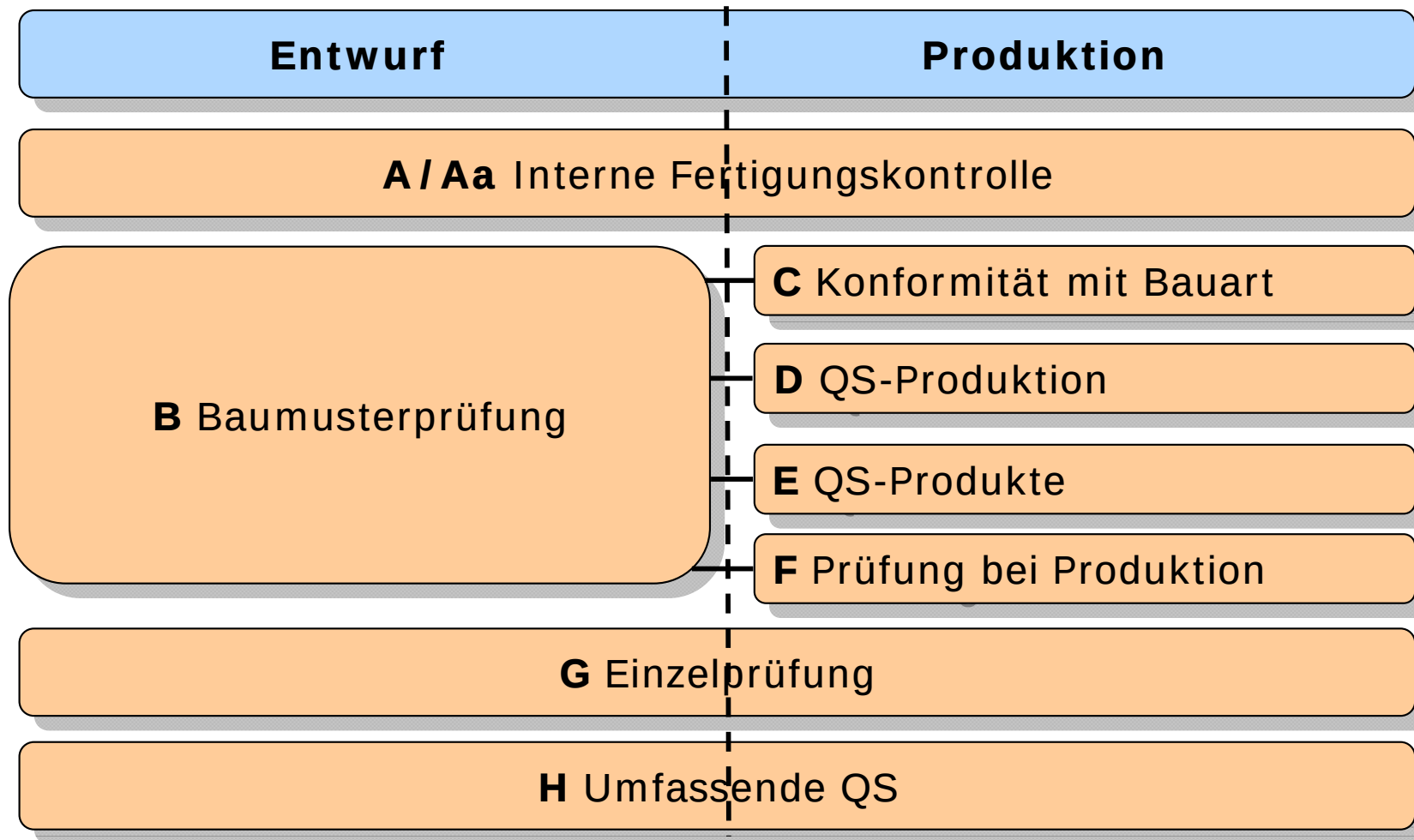
# Erstellung der technischen Unterlagen



# Bereitstellung der erforderlichen Informationen



# Module zur EG-Konformitätserklärung



Quelle: REUDENBACH, Rolf (2005): Sichere Maschinen in Europa Teil 1 Rechtsgrundlagen. Bochum: Verlag Technik & Information.

# Inhalt der EG-Konformitätserklärung

1. **Firmenbezeichnung und Anschrift** des Herstellers bzw. Bevollmächtigten.
2. **Name und Anschrift** der in der Gemeinschaft ansässigen **Person**, die die technischen Unterlagen zusammenstellt.
3. **Beschreibung und Identifizierung** der Maschine, einschließlich allgemeiner Bezeichnung, Funktion, Modell, Typ, Seriennummer und Handelsbezeichnung.
4. Einen **Satz**, in dem die **Übereinstimmung** mit den für sie geltenden Richtlinien erklärt wird. Dazu sind die Referenzen die im *Amtsblatt der Europäischen Union* veröffentlicht wurden anzugeben.
5. **Name, Anschrift und Kennnummer der benannten Stelle**, die für die Maschine ein EG-Baumusterprüfverfahren durchgeführt hat und die **Nummer der EG-Baumusterprüfbescheinigung** (bei Erfordernis).
6. **Name, Anschrift und Kennnummer der benannten Stelle**, die für die Maschine das umfassende Qualitätssicherungssystem genehmigt hat (bei Erfordernis).
7. Die Fundstellen der **angewandten harmonisierten Normen** (bei Erfordernis).
8. Die Fundstellen der **angewandten sonstigen technischen Normen und Spezifikationen** (bei Erfordernis).
9. **Ort und Datum** der Erklärung.
10. **Angaben zur Konformitätserklärung ausstellenden Person.**

Quelle: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG.

# Beispiel für eine EG-Konformitätserklärung

## **EG-Konformitätserklärung für Maschinen (EG-RL 2006/42/EG)**

Der nachstehende Hersteller:

**Polymer AG**  
**Am Industriepark 13, 01109 Dresden, Deutschland**

erklärt hiermit, dass die Maschine:

Typ: **Automatische Spritzgießanlage für SLIM CAPS 265**  
Modell: **315C**  
Seriennummer: **133-54-872**

konform ist mit der o.a. Richtlinie, sowie konform ist mit den Bestimmungen folgender weiterer Richtlinien und deren Änderungen:

Niederspannungsrichtlinie **73/23/EWG** und anschließenden Änderungen **93/68/EWG**  
Elektromagnetische Verträglichkeit **89/336/EWG** und anschließenden Änderungen.

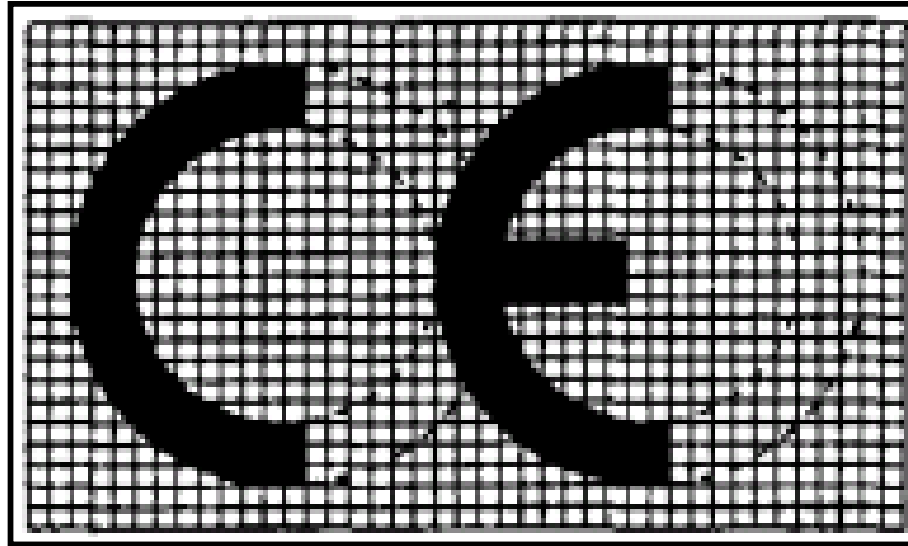
Angewandte harmonisierte Normen:

**EN 201, EN 349, EN 953, EN 1088, EN 60204-1, EN ISO 12100, EN ISO 13857,  
ISO 13849-1**

Dresden, 31.07.2009

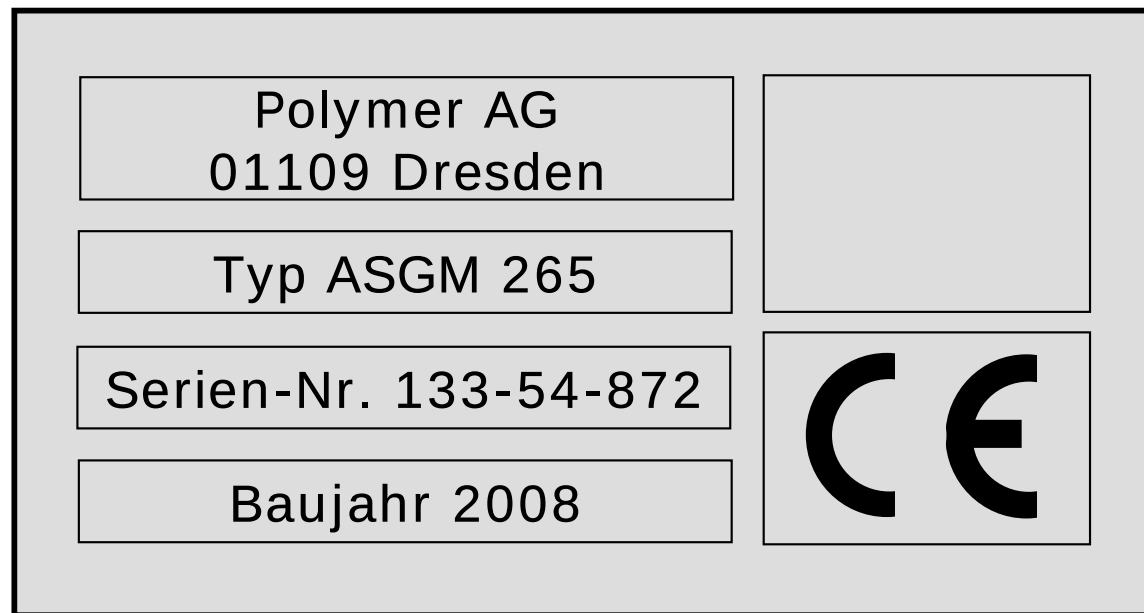
Herr Heinz Lehmann – Technischer Leiter

# CE-Kennzeichen



- Proportionen bewahren
- Größe mindestens 5 mm
- Neben den Angaben des Herstellers / Bevollmächtigten anbringen

# Beispiel für ein Typenschild der Spritzgießanlage



# Bedeutung der Risikobeurteilung (in der Konstruktion)

- Verfahren zum Erkennen und **Bewerten** von Gefährdungssituationen
- Erkennung bzw. Abschätzung von Gefährdungen und Risiken  
→ Risiken ausschließen bzw. so gering wie möglich halten
- Grundlage zur Realisierung von Schutzmaßnahmen
- Bereits in der Planung und Entwicklung von Produkten durchgeführt
- Vermeidung von nachträglichen Änderungen

# Bedeutung der Maschinenrichtlinie

- Vereinheitlichung der Rechtsvorschriften für Maschinen in den europäischen Mitgliedstaaten
- Verbesserung der Situation auf dem Binnenmarkt in Europa
- Regelung des Inverkehrbringens von Maschinen in den europäischen Wirtschaftsraum
  - Erfüllung grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen
  - Risikobeurteilung
  - Dokumentation und Kennzeichnung

# Verfahren der Risikobeurteilung

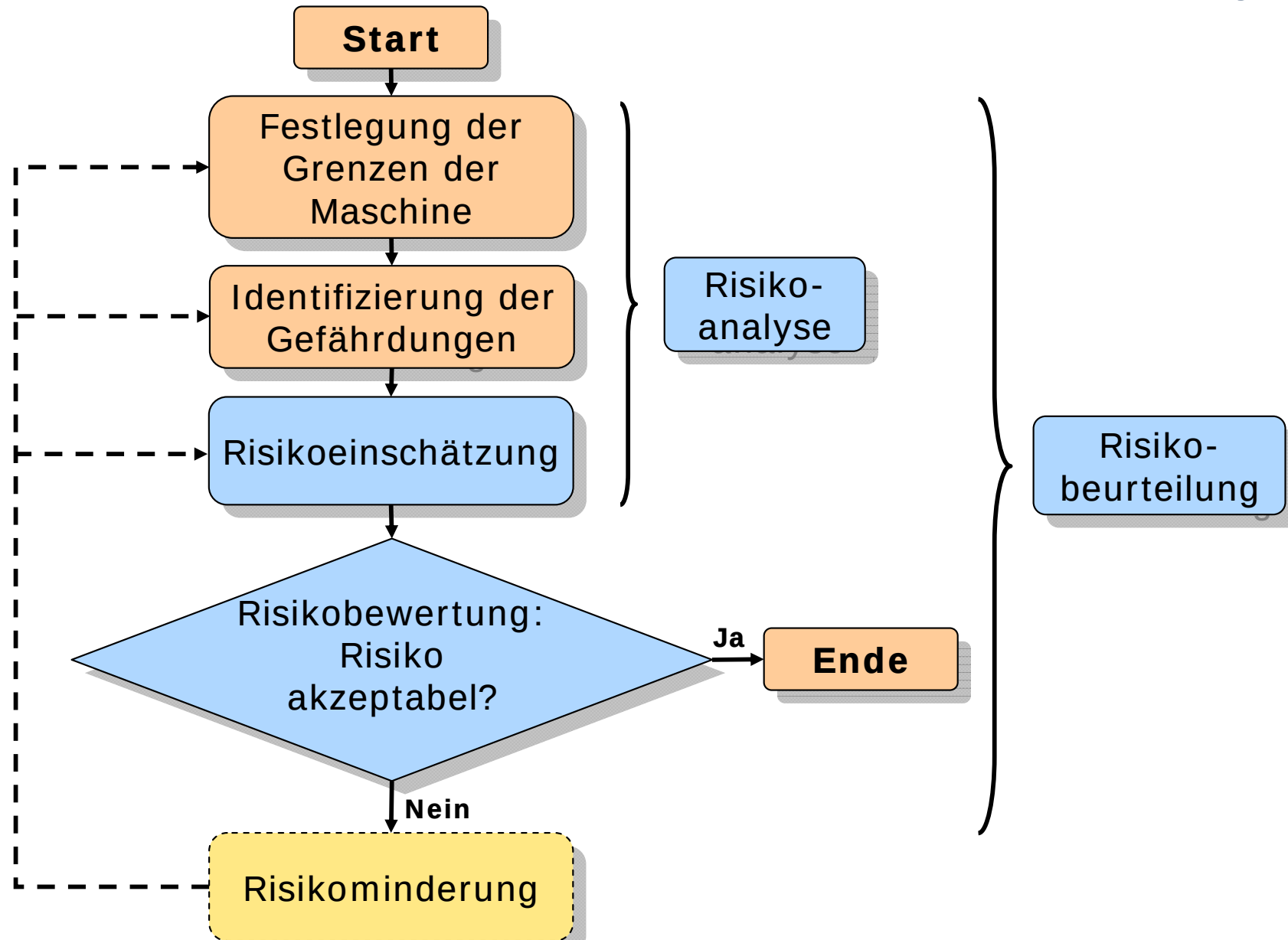
- Festlegung der Grenzen und der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine
- Identifizierung von Gefährdungen und der zugehörigen Gefährdungssituationen
- Risikoeinschätzung für jede identifizierte Gefährdung und Gefährdungssituation
- Risikobewertung und Treffen von Entscheidungen über die Notwendigkeit zur Risikominderung

## **Anschließend folgt die Risikominderung:**

- Inhärent sichere Konstruktion
- Technische und ergänzende Schutzmaßnahmen
- Benutzerinformationen

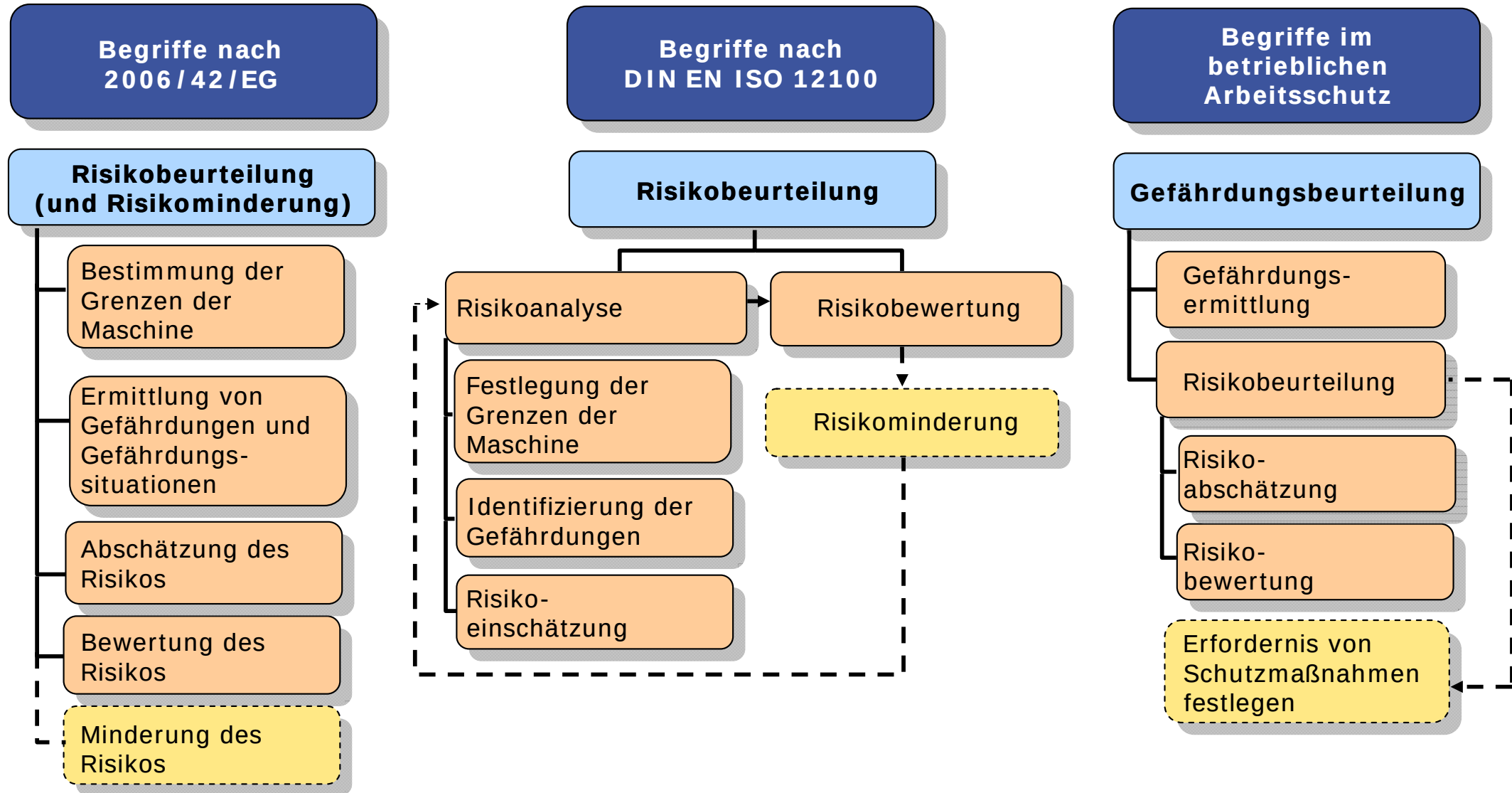
Quelle: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

# Iterativer Prozess zur hinreichenden Risikominderung



Quelle: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

# Vergleich der Begriffe zur Risiko- und Gefährdungsbeurteilung



# Typische Gefährdungen an Maschinen

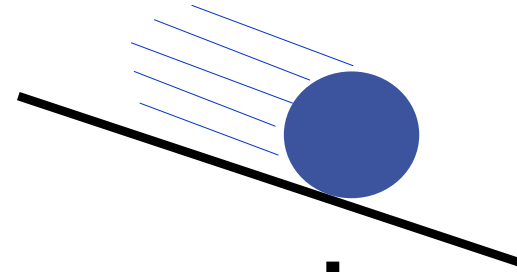
| Maschine                                                                                                  | Charakteristische Gefährdungen                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Materialfördersystem<br> | <b>Flüssigkeiten unter Druck</b> im hydraulischen System,<br><b>Unterdruck</b> ,<br><b>Lärm</b>                                                          |
| Spritzgießmaschine<br>   | <b>Heiße Oberflächen</b> und geschmolzener Kunststoff,<br><b>Flüssigkeiten unter Druck</b> im hydraulischen System,<br>Gefährdung durch <b>Quetschen</b> |
| Montagezelle<br>       | <b>Lärm</b> ,<br>Gefährdung durch <b>bewegte Maschinenteile</b> ,<br>Gefährdung durch <b>Einziehen oder Fangen</b>                                       |

# Physikalische Grundlagen

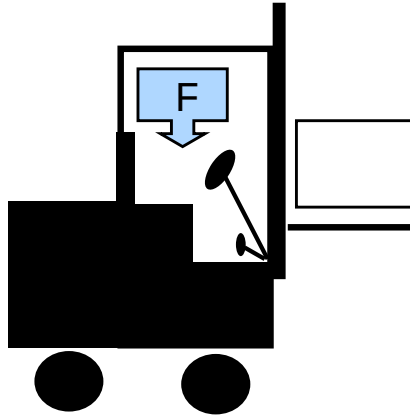
$$E_p = m \cdot g \cdot h$$



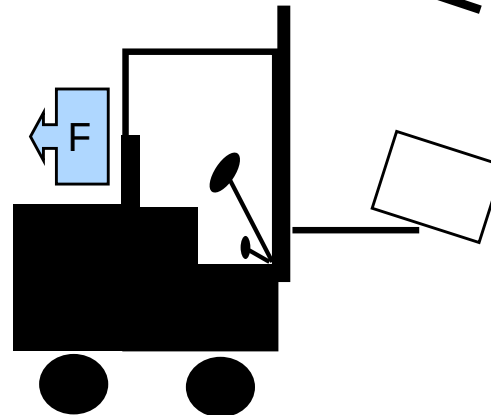
$$E_K = m \cdot v^2$$



$$E_K + E_p = \text{konst.}$$



Potenzielle Energie  
(Lageenergie)

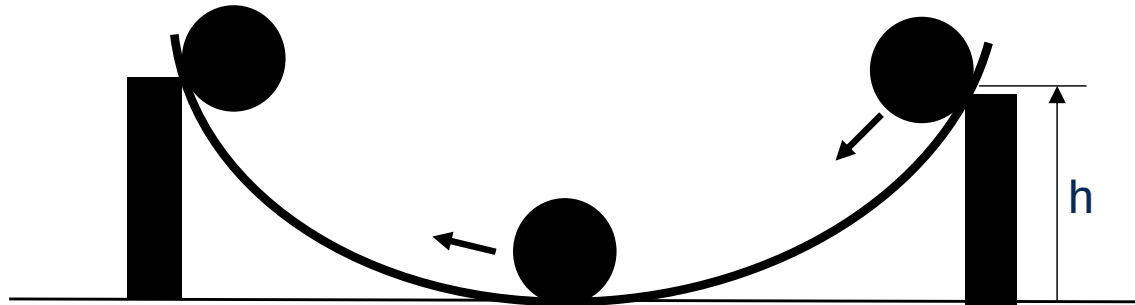


Kinetische Energie  
(Bewegungsenergie)

Auf Einheitenbetrachtungen wird an dieser Stelle verzichtet, da dies als Grundwissen vorausgesetzt wird!

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

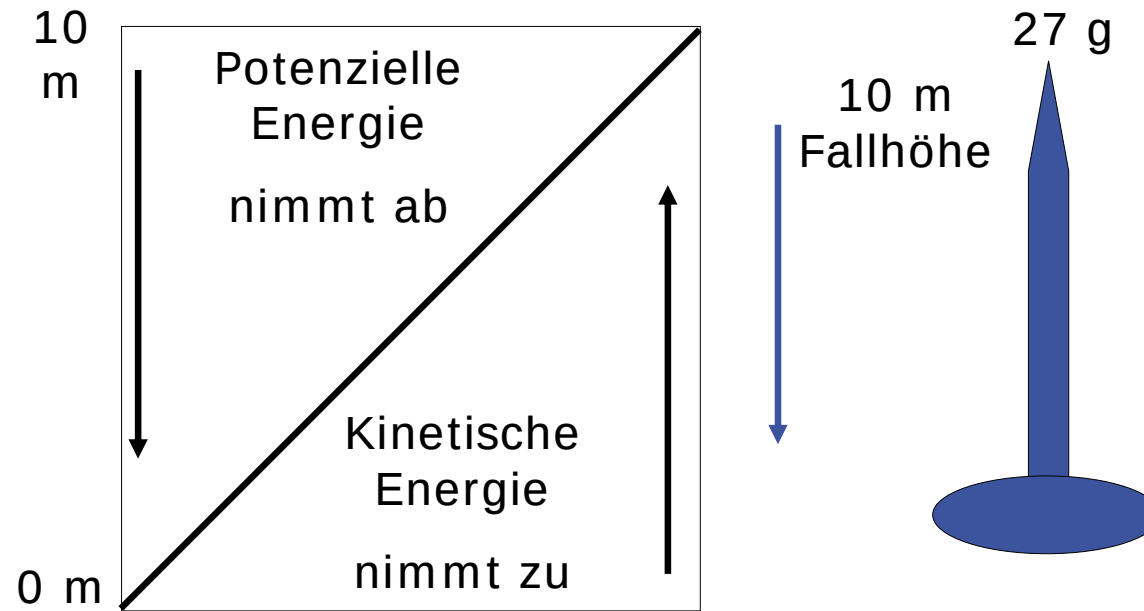
# Energieumwandlungen bei einer rollenden Kugel



| Energieart              |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Lage-energie $E_p$      | maximal                                                                           | nimmt ab                                                                           | null                                                                                | nimmt zu                                                                            | maximal                                                                             | nimmt ab                                                                            |
| Bewegungs-energie $E_k$ | null                                                                              | nimmt zu                                                                           | maximal                                                                             | nimmt ab                                                                            | null                                                                                | nimmt zu                                                                            |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Beispiel: Umwandlung potenzieller Energie in kinetische



$$\text{Gesamtenergie } E = 0,027 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 2,65 \text{ J}$$

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Gefährdungen durch ungeschützt bewegte Maschinenteile

| Gefährdungsfaktor                                                                                                                              | Feinstruktur /<br>Art der Gefährdung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Wirkung / Folgen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Gefährdung durch ungeschützte bewegte Maschinenteile</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gefährdung durch Quetschen</li> <li>▪ Gefährdung durch Scheren</li> <li>▪ Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden</li> <li>▪ Gefährdung durch Erfassen</li> <li>▪ Gefährdung durch Einziehen oder Fangen</li> <li>▪ Gefährdung durch Stoß</li> <li>▪ Gefährdung durch Durchstich oder Einstich</li> <li>▪ Gefährdung durch Reibung oder Abrieb</li> <li>▪ Gefährdung durch Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck</li> </ul> | <p>Leichte Schnittverletzungen bis zu tödlichen Verletzungen<br/>(Prellungen, Quetschungen, Amputationsverletzungen, Schürf- und Schnittverletzungen, Frakturen, Traumata, Pfählungsverletzungen, Weitere Folgeschäden physiologischer Art und psychologischer Art;<br/>abhängig von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energieart (Verletzungsart)</li> <li>▪ Energiebetrag (Verletzungsschwere)</li> <li>▪ Wirkungsrichtung der Energie (verletztes Körperteil)</li> </ul> |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Ausgewählte mechanische Gefährdungen durch ungeschützt bewegte Maschinenteile 1

| Art der Gefährdung               | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                               | Darstellung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quetschstellen                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>...sind Stellen, bei denen sich infolge zwangsgeführter Bewegungen Teile so gegeneinander oder gegen feste Teile bewegen, dass Personen oder deren Körperteile gequetscht werden können.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Scherstellen                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>...sind Stellen, bei denen sich Teile aneinander oder an anderen Teilen so vorbeibewegen, dass Personen oder deren Körperteile durchtrennt werden.</li> </ul>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Schneid-, Stich oder Stoßstellen | <ul style="list-style-type: none"> <li>...sind Stellen, bei denen bewegte, scharfe, spitze oder stumpfe Teile Personen oder deren Körperteile verletzen können.</li> </ul>                                                                 |      |

Quellen: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

BAuA [Hrsg.] (2004): Ratgeber zur Ermittlung gefährdungsbezogener Arbeitsschutzmaßnahmen im Betrieb. Handbuch für Arbeitsschutzfachleute.

Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Sonderschrift, S 42, 4. Aktualisierte Auflage.

# Ausgewählte mechanische Gefährdungen durch ungeschützt bewegte Maschinenteile 2

| Art der Gefährdung | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                               | Darstellung                                                                          |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Fangstellen        | <ul style="list-style-type: none"><li>...sind Stellen, bei denen sich vorstehende scharfe Kanten, Zähne, Keile, Schrauben, Wellen usw. so bewegen, dass Personen, deren Körperteile oder deren Bekleidung erfasst und mitgerissen werden können.</li></ul> |   |
| Einzugstellen      | <ul style="list-style-type: none"><li>...sind Stellen, bei denen sich Teile so bewegen, dass sich eine Verengung bildet, in die Personen, deren Körperteile oder deren Bekleidungsteile hineingezogen werden können.</li></ul>                             |  |

Quellen: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.  
BAuA [Hrsg.] (2004): Ratgeber zur Ermittlung gefährdungsbezogener Arbeitsschutzmaßnahmen im Betrieb. Handbuch für Arbeitsschutzfachleute. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Sonderschrift, S 42, 4. Aktualisierte Auflage.

# Gefährdungen durch freie Bewegung von Teilen bzw. Material

| Gefährdungsfaktor                                        | Feinstruktur /<br>Art der Gefährdung                                                                                                                                                                                                                                                          | Wirkung / Folgen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gefährdung durch freie Bewegung von Teilen bzw. Material | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Herabfallende Teile</li><li>▪ Wegfliegende Teile</li><li>▪ Herumschlagende Teile</li><li>▪ Kippende Teile</li><li>▪ Pendelnde Teile</li><li>▪ Rollende Teile</li><li>▪ Gleitende bzw. rutschende Teile</li><li>▪ Verspritzen und Versprühen</li></ul> | <p>Leichte Verletzungen bis zu tödlichen Verletzungen<br/>(Prellungen, Quetschungen, Amputationsverletzungen, Schürf- und Schnittverletzungen, Frakturen, Traumata, Pfählungsverletzungen, Weitere Folgeschäden physiologischer Art und psychologischer Art;<br/>abhängig von:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Energieart (Verletzungsart)</li><li>▪ Energiebetrag (Verletzungsschwere)</li><li>▪ Wirkungsrichtung der Energie (verletztes Körperteil)</li></ul> |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Ausgewählte mechanische Gefährdungen durch freie Bewegung von Teilen bzw. Material

| Art der Gefährdung                                                            | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                            | Darstellung                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Kippende, pendelnde Teile                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kippfähige Gegenstände haben eine instabile oder ungünstige Schwerpunktlage, z. B. Stapel, hohe, kopflastige Teile. Durch eine Schwerpunktverlagerung kann eine Gefährdung entstehen.</li> </ul> |    |
| Rollende, gleitende Teile                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch Einwirken von Kräften können Gegenstände ins Rollen oder Gleiten kommen. Dies können sein: Brems- und Beschleunigungskräfte, Schwerkraft oder maschinelle Kräfte.</li> </ul>               |    |
| Herabfallende, wegfliegende, herumschlagende, verspritzende Teile oder Medien | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gefährdungen können von höher gelegenen Gegenständen ausgehen oder von zerberstenden, wegfliegenden oder herumschlagenden Material oder Medien.</li> </ul>                                       |  |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Gefährdung durch bewegte Arbeits- und Transportmittel

| Gefährdungsfaktor                                     | Feinstruktur /<br>Art der Gefährdung                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Wirkung / Folgen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gefährdung durch bewegte Arbeits- und Transportmittel | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Anfahren oder Überfahren von Personen</li><li>▪ Quetschen von Personen durch Fahrbewegungen</li><li>▪ Umkippen, Abstürzen oder Aufprallen von Transportmitteln</li><li>▪ Umkippen, sich lösen und Herabfallen von Transportgut</li><li>▪ Stürzen von Personen auf/ von Transportmitteln</li></ul> | <p>Leichte Verletzungen bis zu tödlichen Verletzungen<br/>(Prellungen, Quetschungen, Amputationsverletzungen, Schürf- und Schnittverletzungen, Frakturen, Traumata, Pfählungsverletzungen, Weitere Folgeschäden physiologischer Art und psychologischer Art;<br/>abhängig von:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Energieart (Verletzungsart)</li><li>▪ Energiebetrag (Verletzungsschwere)</li><li>▪ Wirkungsrichtung der Energie (verletzendes Körperteil)</li></ul> |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Ausgewählte mechanische Gefährdungen durch bewegte Arbeits- und Transportmittel

| Art der Gefährdung                                       | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                         | Darstellung                                                                         |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Anfahren oder Überfahren von Personen                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Personen können von Fahrzeugen oder beweglichen Arbeitsmitteln angefahren oder überfahren werden.</li> </ul>                                                                                                  |                                                                                     |
| Quetschen von Personen durch Fahrbewegungen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Personen können durch Fahrbewegungen gequetscht werden, z. B. wenn Fahrzeuge gegen ein Fahrhindernis fahren oder gefährliche Engen entstehen (z. B. beim Kuppeln, Rückwärtsfahren oder rangieren).</li> </ul> |                                                                                     |
| Umkippen, Abstürzen oder Aufprallen von Transportmitteln | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transportmittel können in Kurvenfahrten umkippen oder umstürzen oder auf Gegenstände oder andere Fahrzeuge auffahren.</li> </ul>                                                                              |  |
| Umkippen, sich lösen und Herabfallen von Transportgut    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ungesicherte oder falsch gesicherte Ladungen oder Fahrzeugaufbauten können sich beim Fahren lösen und herabfallen oder umkippen.</li> </ul>                                                                   |                                                                                     |
| Stürzen von Personen auf/ von Transportmitteln           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Personen können durch unsichere Auf- und Abstiege und Standort auf und vom Transportmittel stürzen.</li> </ul>                                                                                                |                                                                                     |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Gefährdungen durch Teile mit gefährlichen Oberflächen und Formen

| Gefährdungsfaktor                             | Feinstruktur /<br>Art der Gefährdung                                                                                        | Wirkung / Folgen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teile mit gefährlichen Oberflächen und Formen | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ecken, Kanten</li><li>▪ Spitzen, Schneiden</li><li>▪ Oberflächenrauigkeit</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Stoßen, Stechen, Schneiden</li><li>▪ Schürfen, Aufreißen</li><li>▪ Einhaken, Hängen bleiben</li></ul> <p>Abhängig von:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Form und Abmessungen der Oberflächen</li><li>▪ Intensität der Körperbewegung</li><li>▪ betroffenem Körperteil und dessen spezifische Widerstandsfähigkeit</li><li>▪ der Schutzwirkung verwendeter persönlicher Schutzausrüstungen</li><li>▪ Wahrnehmbarkeit der gefährlichen Oberfläche</li><li>▪ Bewegungsraum und Wegführung</li><li>▪ Standfläche</li></ul> |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

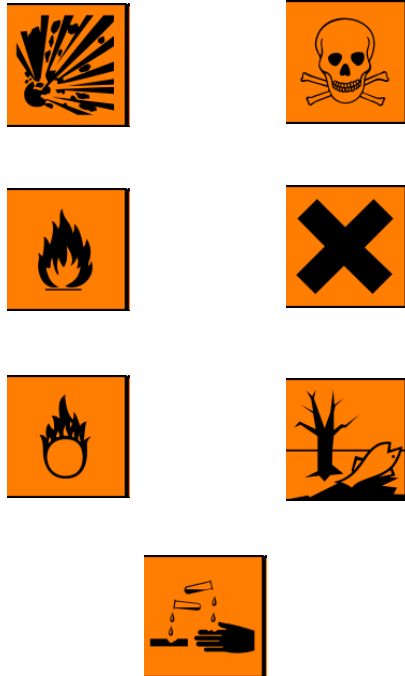
# Gefährdungen durch Stürze

| Gefährdungsfaktor | Feinstruktur /<br>Art der Gefährdung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Wirkung / Folgen                                                                                                                                                                            |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sturzgefährdung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rutschgefährdung auf nassen, schmutzigen, glatten Flächen, auf Ablagerungen, losen Belägen, auf Neigungen/ Steigungen</li> <li>▪ Gefährdung durch Stolpern, Umknicken, Fehltreten an Unebenheiten, gelösten belegten, Fußangeln, herumliegende Gegenstände, unzureichende Form und Tragfähigkeit der Fläche</li> </ul> | <p>Leichte Verletzungen bis zu schwere Verletzungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausrutschen</li> <li>▪ Stolpern</li> <li>▪ Umknicken</li> <li>▪ Fehltreten</li> </ul>      |
| Absturzgefährdung | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zusammenbrechen oder Durchbrechen von hochgelegenen Standplätzen</li> <li>▪ Umknicken, Abrutschen, Wegrollen von hochgelegenen Standplätzen</li> <li>▪ Fallen, Kippen, Rutschen von Personen über eine Absturzkante</li> </ul>                                                                                         | <p>Leichte Verletzungen bis zu tödlichen Verletzungen</p> <p>Abhängig von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Absturzhöhe</li> <li>▪ Beschaffenheit der Aufprallfläche</li> </ul> |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Identifizierung von Gefährdungen durch Kennzeichnung am Beispiel von Gefahrstoffen

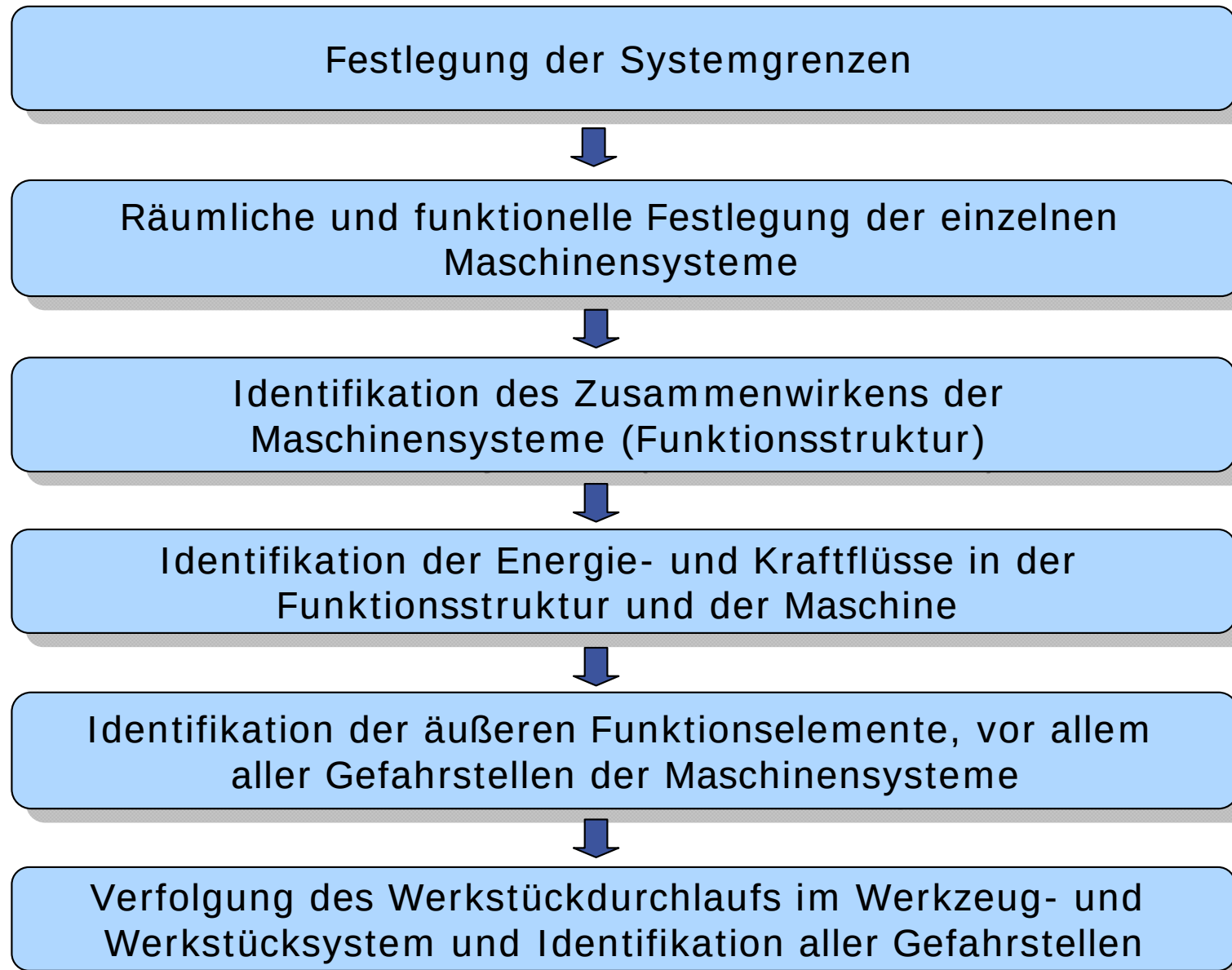
## Gefahrensymbole nach Gefahrstoffverordnung



## Gefahrenpiktogramme nach Global Harmonisiertem System

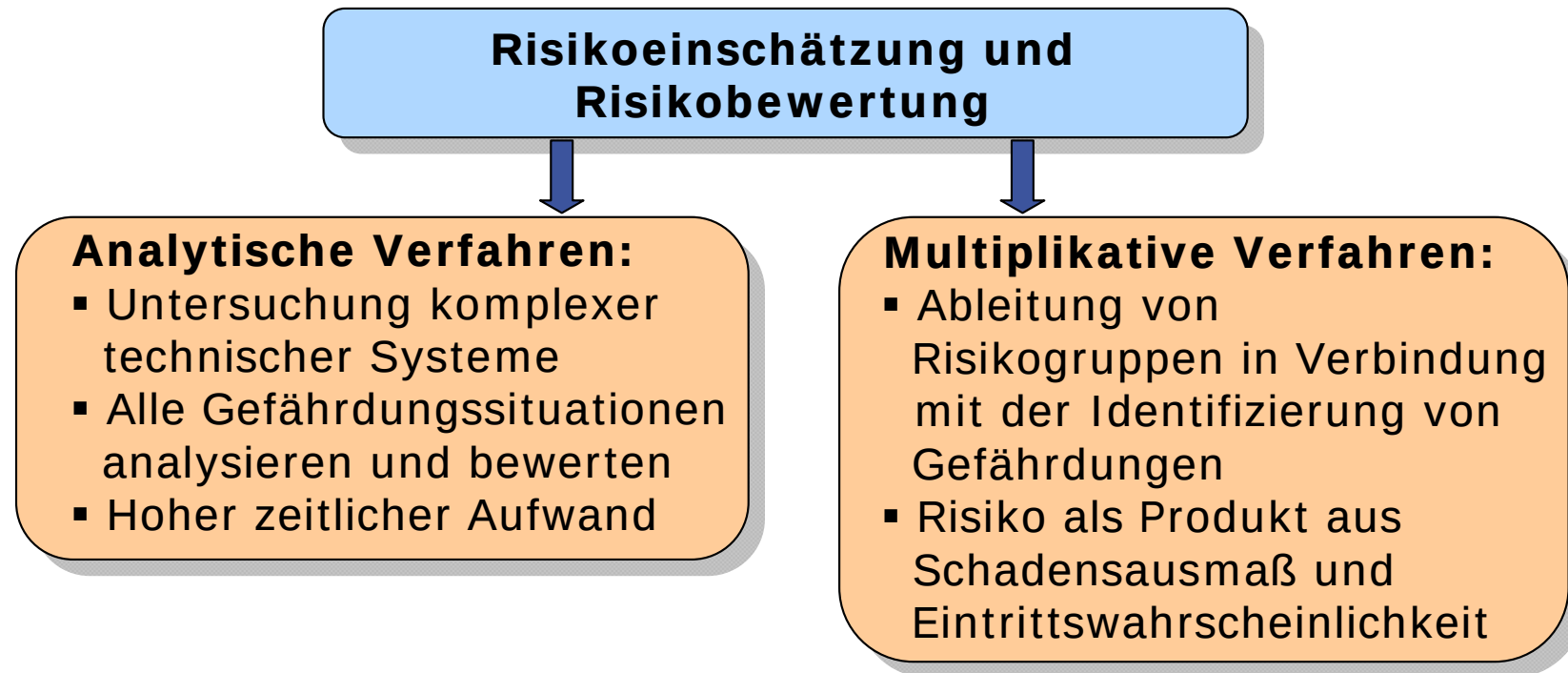


# Maschinenspezifische Identifizierung von Gefährdungen



Quelle: NEUDÖRFER, Alfred (2001): Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte Methoden und systematische Lösungssammlung zur EG-Maschinenrichtlinie. Berlin: Springer.

# Verfahren zur Risikoeinschätzung und Risikobewertung



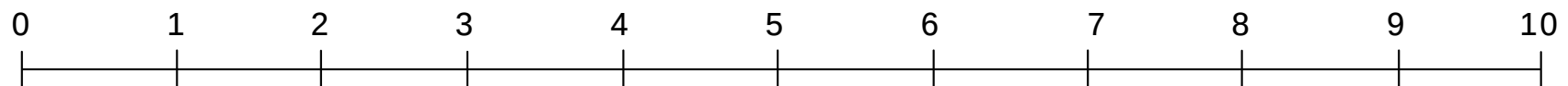
# Ermittlung von Schutzklassen mit Hilfe der Risikoprioritätsanzahl

|                                                             |                               |                                  |                       |                         |                           |                       |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| <b>Eintritts-<br/>Wahr-<br/>schein-<br/>lichkeit<br/>AW</b> | Ereignis kommt häufig vor     | 5                                | 5                     | 10                      | 15                        | 20                    |
|                                                             | Ereignis kommt selten vor     | 4                                | 4                     | 8                       | 12                        | 16                    |
|                                                             | Ereignis ist vorstellbar      | 3                                | 3                     | 6                       | 9                         | 12                    |
|                                                             | Ereignis ist kaum vorstellbar | 2                                | 2                     | 4                       | 6                         | 8                     |
|                                                             | Ereignis kommt nicht vor      | 1                                | 1                     | 2                       | 3                         | 4                     |
| <b>Risikoprioritätszahl<br/>RPZ = AW x VS</b>               |                               |                                  | 1                     | 2                       | 3                         | 4                     |
|                                                             |                               |                                  | Kleinere Verletzungen | Reversible Verletzungen | Irreversible Verletzungen | Tödliche Verletzungen |
|                                                             |                               | <b>Schwere der Verletzung VS</b> |                       |                         |                           |                       |

Quelle: NEUDÖRFER, Alfred (2001): Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte Methoden und systematische Lösungssammlung zur EG-Maschinenrichtlinie. Berlin: Springer.

# Risikomatrix und Risikomaß mit zugeordneter Maßnahmengringlichkeit

| <div> <div>Folgen</div> <div>Wahr-schein-lichkeit</div> </div> | Gesundheitsrisiken |                 |                                 |                                         |                                              |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                                | Keine              | Reversibel      |                                 | Irreversibel                            |                                              |
|                                                                | Keine Folgen       | Bagatell-folgen | Verletzungs-/Erkrankungs-folgen | Leichter bleibender Gesundheits-schaden | Schwerer bleibender Gesundheits-schaden, Tod |
| Nicht vorstellbar                                              | 0                  | 0               | 0                               | 1                                       | 1                                            |
| Äußerst gering                                                 | 0                  | 0               | 1                               | 3                                       | 4                                            |
| Vorstellbar                                                    | 0                  | 1               | 2                               | 5                                       | 7                                            |
| Sehr hoch                                                      | 0                  | 1               | 3                               | 7                                       | 10                                           |

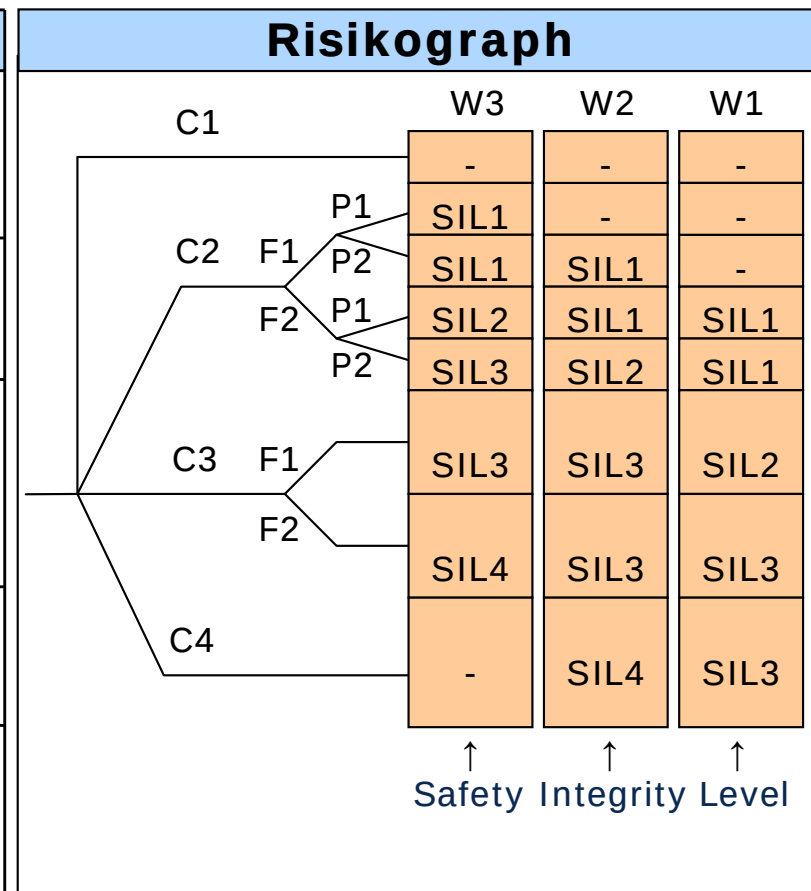


In Ordnung    Maßnahmen empfohlen    Maßnahme notwendig    Maßnahmen unabdingbar

In Anlehnung an: BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ [Hrsg.]; NOHL, Jörg; THIEMECKE, Hartmut (1988): Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen Teil II: Praxisbezogene Anwendung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH.

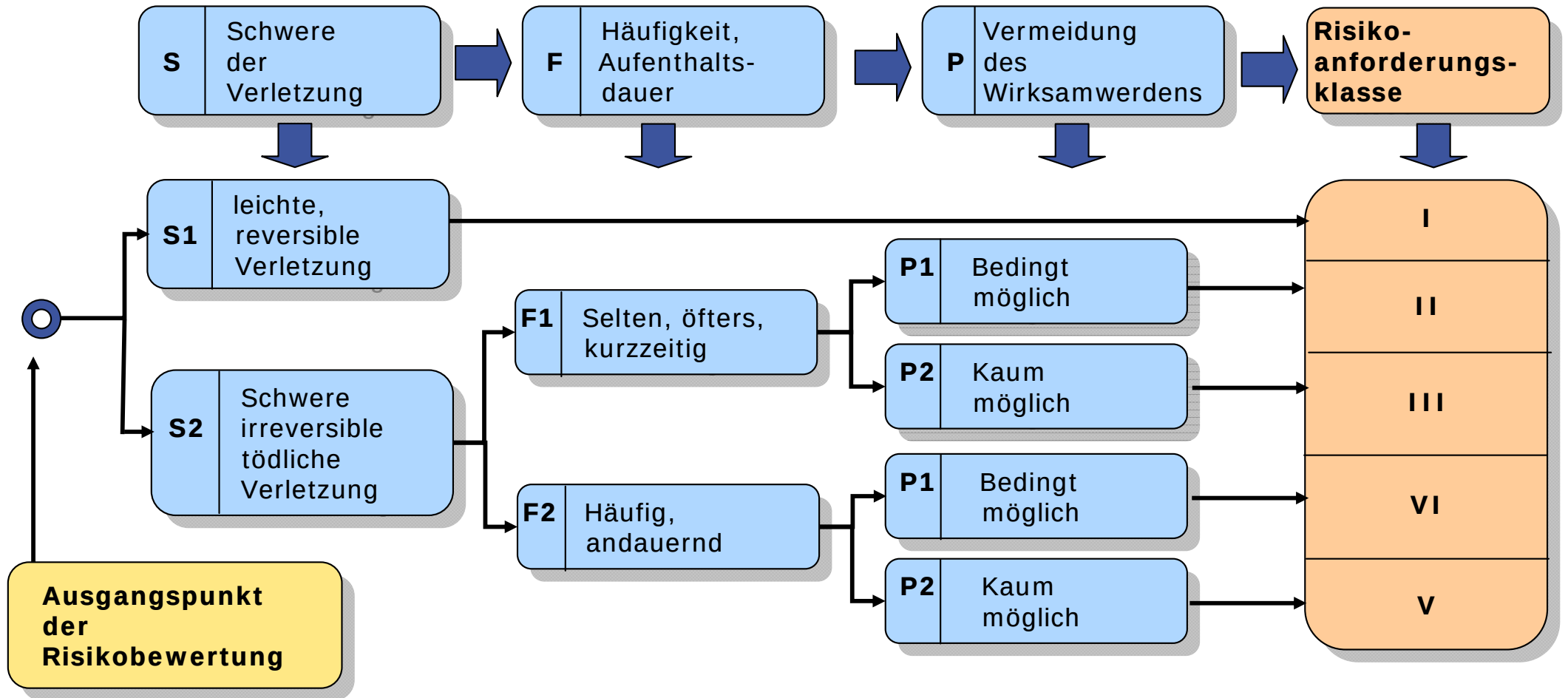
# Risikoparameter und Risikograph

| Risikoparameter |                                                                  |    |                                                  |    |                                            |    |                                         |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------|----|--------------------------------------------|----|-----------------------------------------|
| C               | Schadens-<br>ausmaß                                              | F  | Aufenthalts-<br>dauer im<br>Gefahren-<br>bereich | P  | Vermeidung<br>des Wirksam-<br>werdens      | W  | Eintritts-<br>wahrschein-<br>lichkeit   |
| C1              | Leichte<br>Verletzung                                            | F1 | Seltener<br>bis öfterer<br>Aufenthalt            | P1 | Möglich unter<br>bestimmten<br>Bedingungen | W1 | Sehr geringe<br>Wahrschein-<br>lichkeit |
| C2              | Schwere,<br>irreversible<br>Verletzungen,<br>Tod einer<br>Person | F2 | Häufiger bis<br>dauernder<br>Aufenthalt          | P2 | Kaum möglich                               | W2 | Geringe<br>Wahrschein-<br>lichkeit      |
| C3              | Tod<br>mehrerer<br>Personen                                      |    |                                                  |    |                                            | W3 | Relativ hohe<br>Wahrschein-<br>lichkeit |
| C4              | Katastrophale<br>Auswirkungen,<br>sehr viele Tode                |    |                                                  |    |                                            |    |                                         |



Quelle: DIN EN 61508-1 (2009): Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Berlin: Beuth.

# Risikograph

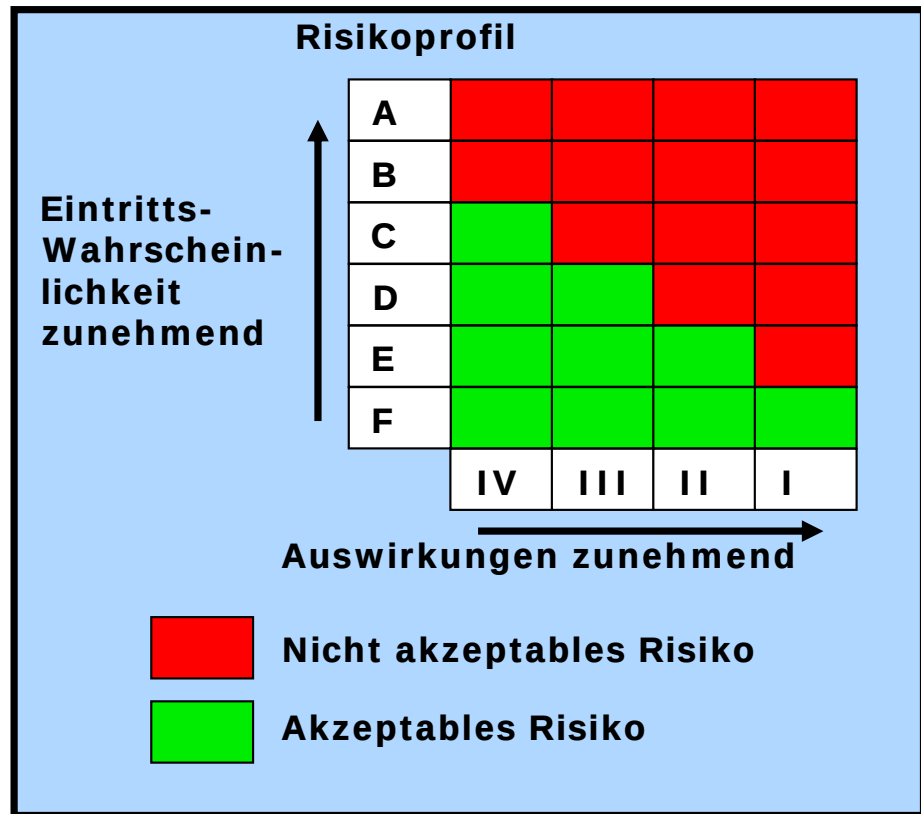


In Anlehnung an: DEFREN, W. (1995): Strategien bei der Risikoanalyse im Maschinenbau, Heft 1 S.6/11. S.I.S.

# Risikoprofil der ZÜRICH-Methode

| Kategorie: Auswirkung |              |
|-----------------------|--------------|
| I                     | Katastrophal |
| II                    | Kritisch     |
| III                   | Klein        |
| IV                    | Unbedeutend  |

| Kategorie: Eintrittswahrscheinlichkeit |                     |
|----------------------------------------|---------------------|
| A                                      | Häufig              |
| B                                      | Oft                 |
| C                                      | Gelegentlich        |
| D                                      | Selten              |
| E                                      | Unwahrscheinlich    |
| F                                      | Praktisch unmöglich |



Quelle: IVSS [Hrsg.] (1997): Gefahrenermittlung, Gefahrenbewertung, Praxisbewährte systematische Methoden. Heidelberg.

# Einschätzungskriterien und die festgesetzten Risikofaktoren des Bewertungsverfahrens mit gewichteten Kriterien

| Einschätzungskriterien                                                                                                            | Risikofaktor (R) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Schadensausmaß</b>                                                                                                             |                  |
| Leichte Verletzung                                                                                                                | 1                |
| Vollständig heilbare Verletzungen                                                                                                 | 2                |
| Bleibender Gesundheitsschaden, welcher die Lebensführung kaum beeinflusst                                                         | 3                |
| Bleibender Gesundheitsschaden, welcher die Lebensführung beeinflusst                                                              | 4                |
| Tod                                                                                                                               | 5                |
| <b>Häufigkeit und Dauer der Exposition</b>                                                                                        |                  |
| ca. 1 Stunde pro Monat                                                                                                            | 1                |
| ca. 1 Stunde pro Woche                                                                                                            | 2                |
| ca. 1 Stunde pro Tag                                                                                                              | 3                |
| ca. 1 – 4 Stunden pro Tag                                                                                                         | 4                |
| > ca. 4 Stunden pro Tag                                                                                                           | 5                |
| <b>Wahrscheinlichkeit, dass die Gefährdung eintreten kann</b>                                                                     |                  |
| Kaum vorstellbar                                                                                                                  | 1                |
| Vorstellbar, aber unüblich                                                                                                        | 2                |
| Unter bestimmten Bedingungen vorstellbar                                                                                          | 3                |
| Kann erwartet werden                                                                                                              | 4                |
| Tritt ohne Zweifel ein                                                                                                            | 5                |
| <b>Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens</b>                                                                    |                  |
| Die Gefahr ist für jeden rechtzeitig wahrnehmbar, Maßnahmen zur Begrenzung des Schadens können getroffen werden                   | 1                |
| Der Betroffene kann aufgrund seiner fachlichen Qualifikation rechtzeitig die Gefahr erkennen                                      | 2                |
| Nur bei ausreichender Unterweisung in die möglichen Gefahren und deren Formen der Ankündigung ist eine Schadensbegrenzung möglich | 3                |
| Nur bei ständiger Kontrolle der Anzeichen, welche die Gefahr ankündigen, ist eine Schadensbegrenzung möglich                      | 4                |
| Falls die Sicherheitsmaßnahmen versagen, ist das Schadensereignis unvermeidbar                                                    | 5                |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Beispiele für die Bewertung des Risikos und die Akzeptanzskala

| Bewertungskriterien                                     | Bewertungs-Faktor (B) | Risikofaktor (R) | Produkt (B x R) |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|
| Schadensausmaß                                          | 5                     | 1                | 5               |
| Häufigkeit und Dauer der Exposition                     | 2                     | 5                | 10              |
| Wahrscheinlichkeit, dass die Gefährdung eintreten kann  | 3                     | 3                | 9               |
| Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens | 3                     | 4                | 12              |
| Summe / Maßzahl für die Bewertung der Gefährdung:       |                       |                  | 36              |

| Maßzahl | Risiko       | Maßnahme                |
|---------|--------------|-------------------------|
| 0 – 5   | akzeptierbar | keine                   |
| 6 – 10  | gering       | innerhalb von 3 Monaten |
| 11 – 20 | signifikant  | innerhalb von 1 Woche   |
| ...     | ...          | ...                     |

Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Skalierungsmaßstab zur Bewertung von Unfallgefährdungen hinsichtlich der charakteristischen Unfallfolge

| Unfallgefährdung                               | Charakteristische Unfallfolge                                                                                                           | K <sub>s</sub> -Wert |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Keine oder minimale Unfallgefährdung vorhanden | Keine oder $\leq 3$ Tage Arbeitsunfähigkeit                                                                                             | 1                    |
| Geringe Unfallgefährdung Vorhanden             | Arbeitsunfähigkeit 4 bis 15 Tage<br>z.B.: Schnittwunden; Quetschungen; kleine Fremdkörper im Auge                                       | 0,9...0,99           |
|                                                | Arbeitsunfähigkeit 16 bis 40 Tage<br>z.B.: Bruch der Hand, von Fingern oder Zehen;<br>Verstauchung des Handgelenks; Verbrennungen       | 0,8...0,89           |
| Erhebliche Unfallgefährdung Vorhanden          | Arbeitsunfähigkeit 41 bis 75 Tage<br>z.B.: Bruch des Fußknochens                                                                        | 0,7...0,79           |
|                                                | Arbeitsunfähigkeit 76 bis 120 Tage<br>oder bleibender Körperschadens $\leq 10$ %<br>z.B.: Verlust eines Zeigefingers                    | 0,6...0,69           |
| Mittelgroße Unfallgefährdung Vorhanden         | Arbeitsunfähigkeit 121 bis 170 Tage<br>oder bleibender Körperschadens 11 bis 20 %<br>z.B.: Verlust von Nagel- und Grundglied des Daumes | 0,5...0,59           |
|                                                | Arbeitsunfähigkeit 171 bis 250 Tage<br>oder bleibender Körperschadens 21 bis 33 %<br>z.B.: Verlust des Daumes und Zeigefingers          | 0,4...0,49           |
| Große Unfallgefährdung Vorhanden               | Bleibender Körperschadens 34 bis 50 %<br>z.B.: Verlust von 4 oder 5 Fingern einer Hand; Verlust der linken Hand                         | 0,3...0,39           |
|                                                | Bleibender Körperschadens 51 bis 66 %<br>z.B.: Verlust der rechten Hand, des Oberarms bis zur Mitte                                     | 0,2...0,29           |
| Sehr große Unfallgefährdung Vorhanden          | Bleibender Körperschadens 67 bis 85 %<br>z.B.: Verlust eines ganzen Armes oder Beines                                                   | 0,1...0,19           |
|                                                | Bleibender Körperschadens 86 bis 100 %<br>oder tödlicher Ausgang                                                                        | 0...0,09             |

Quelle: ENDERLEIN, G.; HAASE-RIEGER, P.; Kleinschmidt, W.; Richter, S.; Thiele, H.; Wahl, P. (1975): Erfassung, Analyse und Bewertung der Gefährdungen und Erschwernisse, der Arbeitsunfälle, der Berufskrankheiten und der sonstigen arbeitsbedingten Schäden. Arbeitswissenschaftliche Lehrbriefe. Berlin: Verlag Tribüne.

# Zuordnung der $K_w$ -Werte

| Zahl der Gefährdungsarten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Zugriff in bzw. Tätigkeit im Gefährdungsbereich | Vorhandene arbeitsschutztechnische Mittel             |                                                                                 |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                 | Keine vorhanden, nur Verhaltensanforderungen gestellt | Bedingt wirkende sicherheitstechnische Mittel oder Körperschuttmittel vorhanden | Unbedingt oder partiell wirkende sicherheitstechnische Mittel vorhanden |
| <b>Eine Gefährdungsart vorhanden</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ständig                                         | 0,2                                                   | 0,4                                                                             | 0,6                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Häufig                                          | 0,3                                                   | 0,5                                                                             | 0,7                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Selten                                          | 0,6                                                   | 0,8                                                                             | 0,9                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Sehr selten                                     | 0,8                                                   | 0,9                                                                             | 0,9                                                                     |
| <b>2 oder 3 Gefährdungsarten vorhanden</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Ständig                                         | 0,1                                                   | 0,3                                                                             | 0,5                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Häufig                                          | 0,2                                                   | 0,4                                                                             | 0,6                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Selten                                          | 0,5                                                   | 0,7                                                                             | 0,8                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Sehr selten                                     | 0,7                                                   | 0,8                                                                             | 0,9                                                                     |
| <b>4 und mehr Gefährdungsarten vorhanden</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ständig                                         | 0                                                     | 0,2                                                                             | 0,4                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Häufig                                          | 0,1                                                   | 0,3                                                                             | 0,6                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Selten                                          | 0,4                                                   | 0,6                                                                             | 0,8                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Sehr selten                                     | 0,6                                                   | 0,7                                                                             | 0,9                                                                     |
| Ständig = mehr als 60 Zugriffe/Stunde oder Tätigkeit (Gefährdungszeit) während der gesamten Schicht<br>Häufig = weniger als 60 Zugriffe/Stunde oder 4 bis 8 Stunden Tätigkeit/Schicht<br>Selten = 1 bis 8 Zugriffe/Tag oder 1 bis 4 Stunden Tätigkeit/Schicht<br>Sehr selten = weniger als ein Zugriff/Tag oder weniger als 1 Stunde Tätigkeit/Schicht |                                                 |                                                       |                                                                                 |                                                                         |

Quelle: ENDERLEIN, G.; HAASE-RIEGER, P.; Kleinschmidt, W.; Richter, S.; Thiele, H.; Wahl, P. (1975): Erfassung, Analyse und Bewertung der Gefährdungen und Erschwernisse, der Arbeitsunfälle, der Berufskrankheiten und der sonstigen arbeitsbedingten Schäden. Arbeitswissenschaftliche Lehrbriefe. Berlin: Verlag Tribüne.

# Allgemeiner Skalierungsmaßstab zur Bewertung von Umweltfaktoren

| X   | Gesundheitsgefährdung                   | Wahrscheinliche Folgen                                       |
|-----|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1   | Keine                                   | Kein Gesundheitsschaden                                      |
| 0,8 | Gering oder nicht sicher ausgeschlossen | Kein bleibender Gesundheitsschaden (KS 0 %)                  |
| 0,5 | Mittel                                  | Leichter, bleibender Gesundheitsschaden (KS < 20 %)          |
| 0,2 | Groß                                    | Schwerer, bleibender Gesundheitsschaden (KS 20 - < 66 2/3 %) |
| 0   | Sehr groß                               | Invalidität oder tödlicher Ausgang (KS $\geq$ 66 2/3 %)      |

| X   | Belästigung und Behinderung | Auswirkungen auf die Leistung                       |
|-----|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1   | Keine                       | Leistung wird nicht negativ beeinflusst             |
| 0,8 | Gering                      | Leistung wird merklich negativ beeinflusst          |
| 0,5 | Mittel                      | Leistung wird deutlich herabgesetzt                 |
| 0,2 | Groß                        | Leistung wird stark herabgesetzt                    |
| 0   | Sehr groß                   | Leistung fast unmöglich oder nur kurzzeitig möglich |

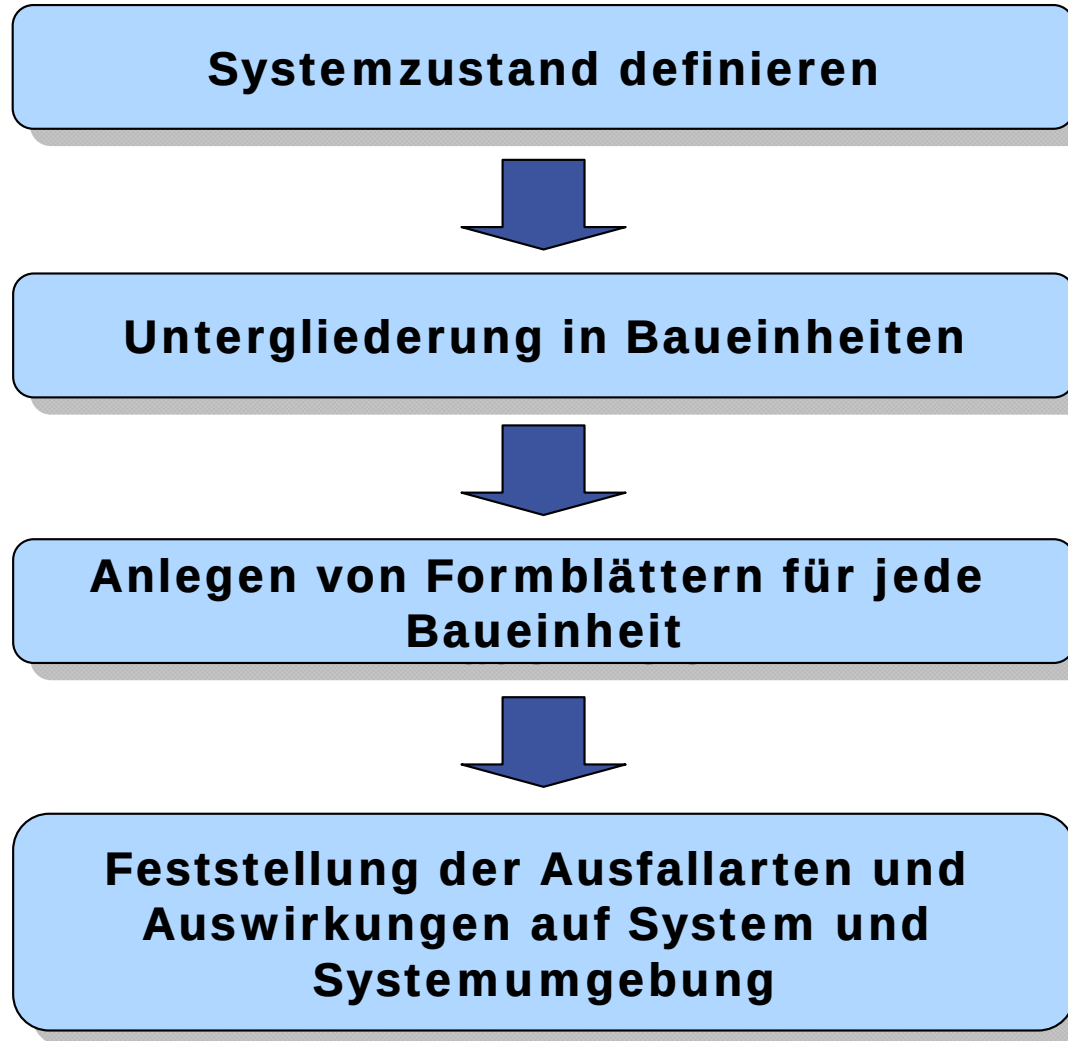
Quelle: ENDERLEIN, G.; HAASE-RIEGER, P.; Kleinschmidt, W.; Richter, S.; Thiele, H.; Wahl, P. (1975): Erfassung, Analyse und Bewertung der Gefährdungen und Erschwernisse, der Arbeitsunfälle, der Berufskrankheiten und der sonstigen arbeitsbedingten Schäden. Arbeitswissenschaftliche Lehrbriefe. Berlin: Verlag Tribüne.

# Ziele der FMEA

- Auffindung von Schwachstellen, Einzelfehlerkriterium
- Entwurfsverbesserung zur Zuverlässigkeitserhöhung
- Spezifische Ausrichtung von Instandhaltungen
- Zielfindung für Monitoring zur Ausfallfrüherkennung
- Einrichtung aktiver und passiver Schutzmaßnahmen
- Vorbereitung von Fehlerbaum- und Ereignisablaufanalysen

Quelle: WEIß, F.-P. (2005): Vorlesungsskript: Methoden der Sicherheits- und Risikoanalyse technischer Systeme. Dresden.

# Verfahrensschritte der FMEA



Quelle: WEIß, F.-P. (2005): Vorlesungsskript: Methoden der Sicherheits- und Risikoanalyse technischer Systeme. Dresden.

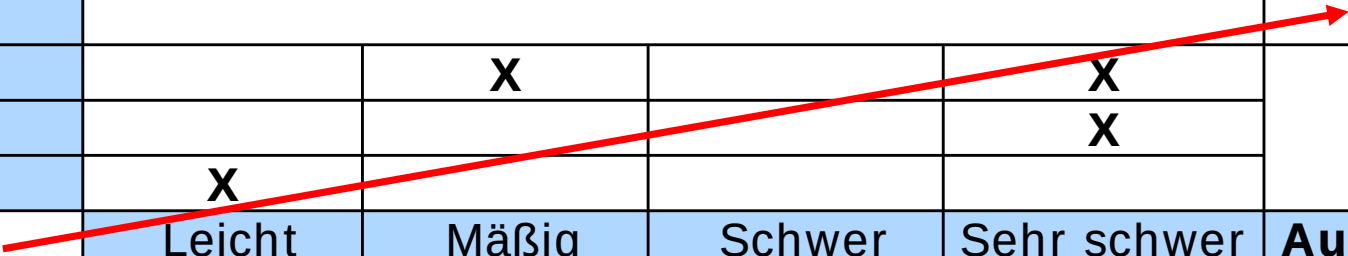
# Formblatt der Ausfalleffektanalyse

| Ausfalleffektanalyse                        |                       |                         |                                     |                                                        |                                                        |                                                                   |                                      |                           |
|---------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| System: ...                                 |                       |                         | Baueinheit: ...                     |                                                        |                                                        |                                                                   |                                      |                           |
| Ausgangszustand:                            |                       |                         | Ausgangszustand:                    |                                                        | Umgebungsbedingungen:                                  |                                                                   | Unterlagen:                          |                           |
| Ungestörter bestimmungsgemäßer Betrieb, ... |                       |                         | ...                                 |                                                        | Raumtemperatur<br>Luftfeuchtigkeit                     |                                                                   | Zeichnungen<br>Systemspezifikationen |                           |
| Nr.                                         | Funktion              | Ausfallart              | Schadensbild, mögliche Ursache      | Ausfall-erkennung                                      | Vorhandene Gegen-maßnahmen                             | Ausfallwirkungen auf das System und gegebenenfalls seine Umgebung |                                      | Auswirkungen, Bemerkungen |
|                                             |                       |                         |                                     |                                                        |                                                        | Beschreibung                                                      | Unterlagen                           |                           |
| 1.1<br>...                                  | Funktion der Bauteile | Ausfallart der Funktion | Phänomen-<br>logisches Schadensbild | Automatische oder nicht-automatische Ausfall-erkennung | Einsatz von Redun-<br>danzen bzw. Schutz-<br>maßnahmen | Aus-<br>wirkungen bei wirksamer Gegen-<br>maßnahme                | Beleg für Darstellung der Auswirkung | Kommentar zur Auswirkung  |

Quelle: WEIß, F.-P. (2005): Vorlesungsskript: Methoden der Sicherheits- und Risikoanalyse technischer Systeme. Dresden.

# Beispiel für ein Gitternetz der Ausfallbedeutungsanalyse zur FMEA

| Häufigkeit der Ausfallart |        |       |        |             | Sehr kritisch |
|---------------------------|--------|-------|--------|-------------|---------------|
| Häufig                    |        | X     |        | X           |               |
| Selten                    |        |       |        | X           |               |
| Sehr selten               | X      |       |        |             |               |
| Weniger kritisch          | Leicht | Mäßig | Schwer | Sehr schwer | Auswirkung    |



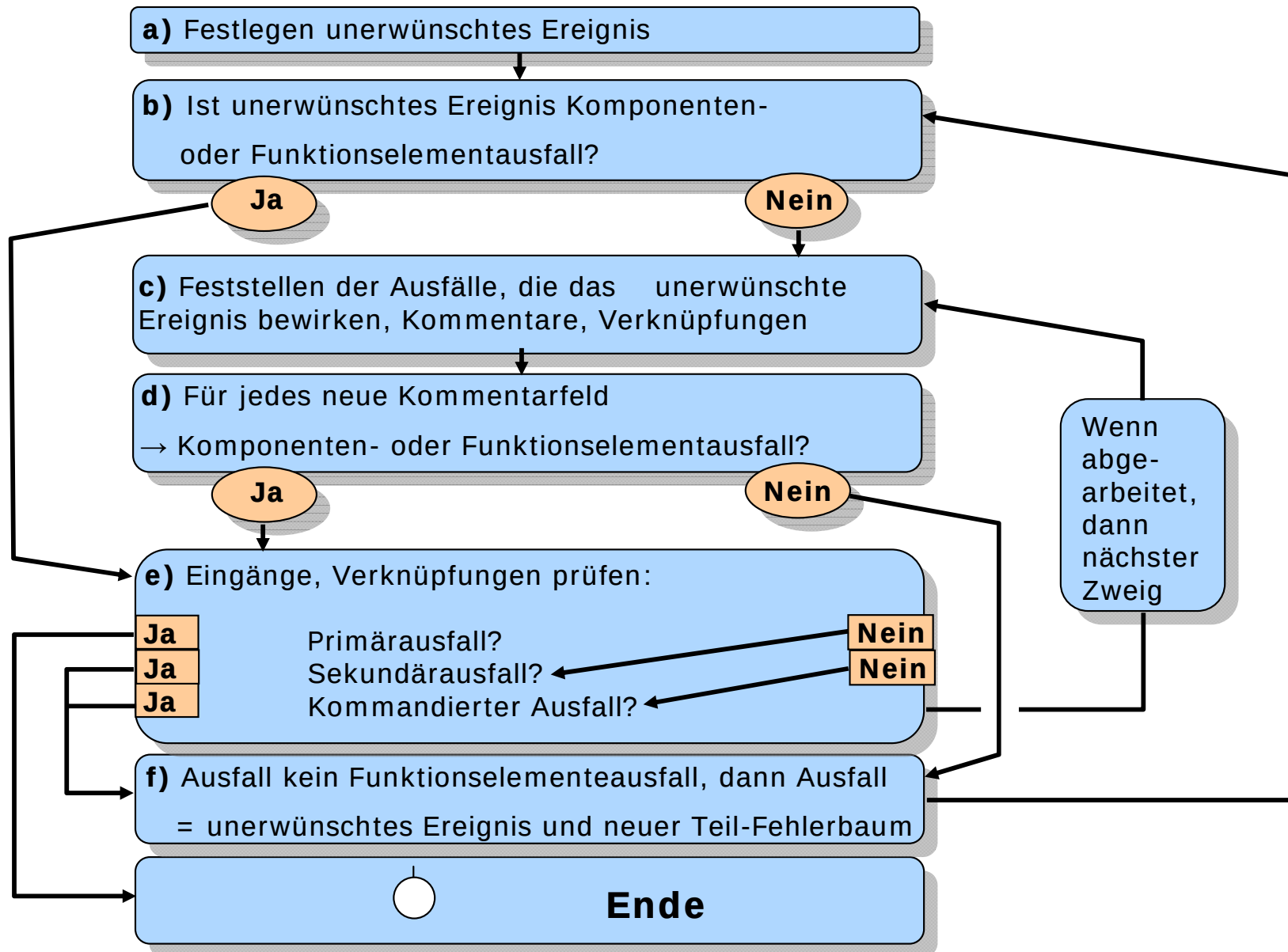
Quelle: WEIß, F.-P. (2005): Vorlesungsskript: Methoden der Sicherheits- und Risikoanalyse technischer Systeme. Dresden.

# Ablauf einer Fehlerbaumanalyse FBA



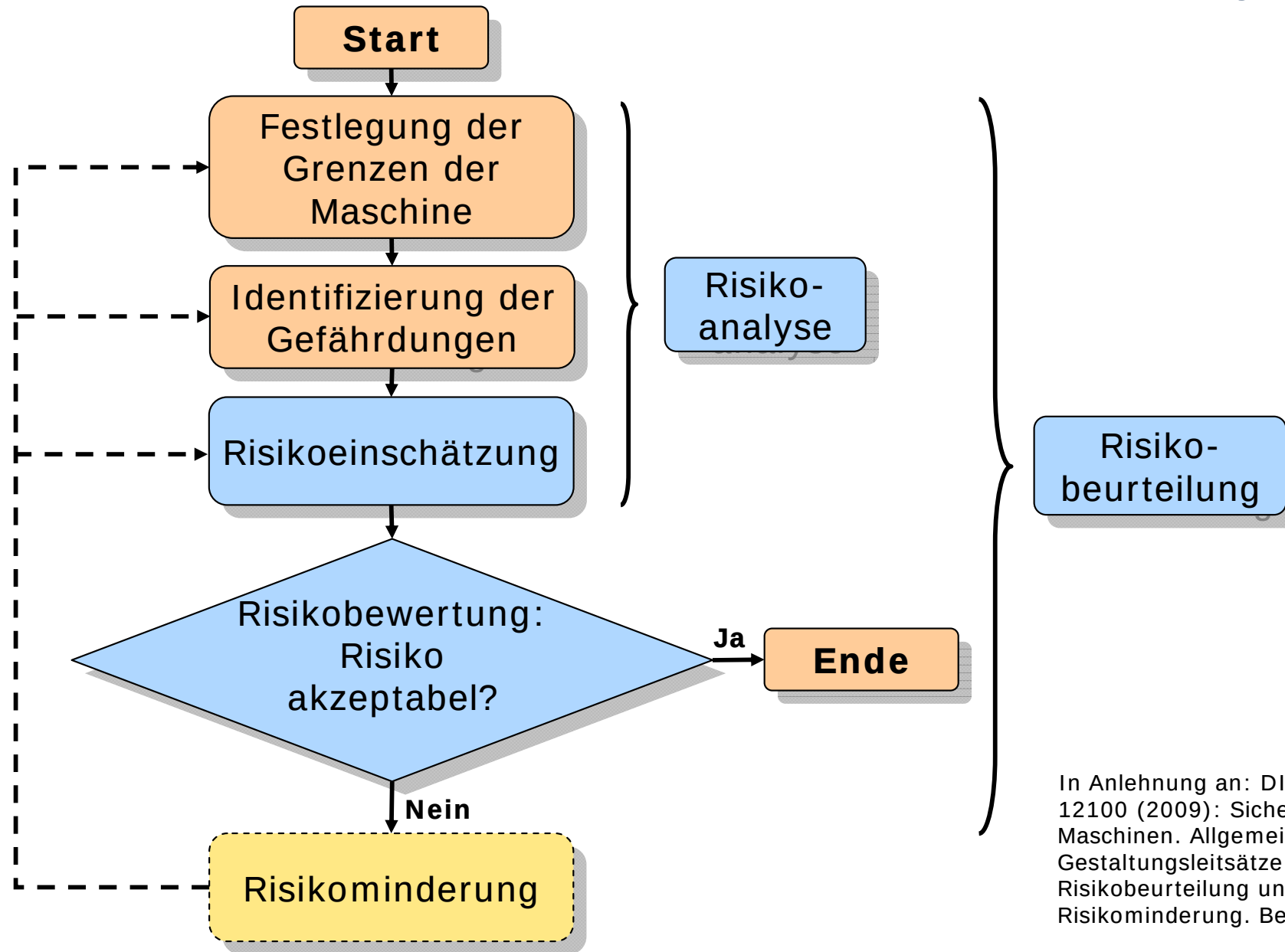
Quelle: WEIß, F.-P. (2005): Vorlesungsskript: Methoden der Sicherheits- und Risikoanalyse technischer Systeme. Dresden.

# Schema zur Aufstellung des Fehlerbaums



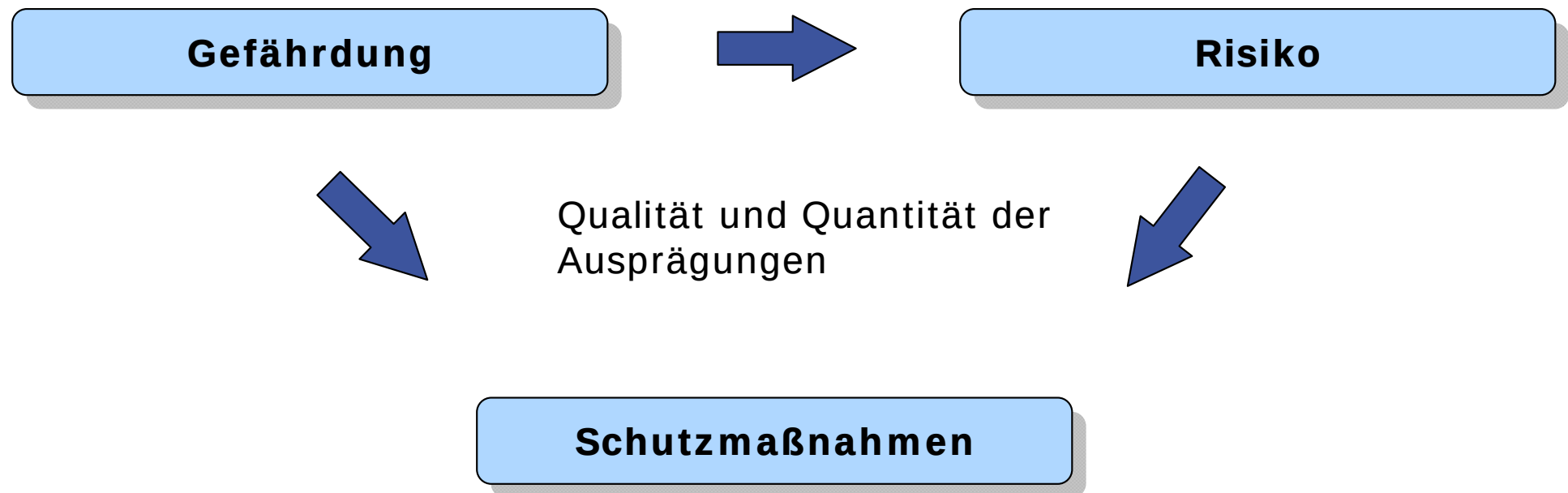
Quelle: WEIß, F.-P. (2005): Vorlesungsskript: Methoden der Sicherheits- und Risikoanalyse technischer Systeme. Dresden.

# Iterativer Prozess zur hinreichenden Risikominderung

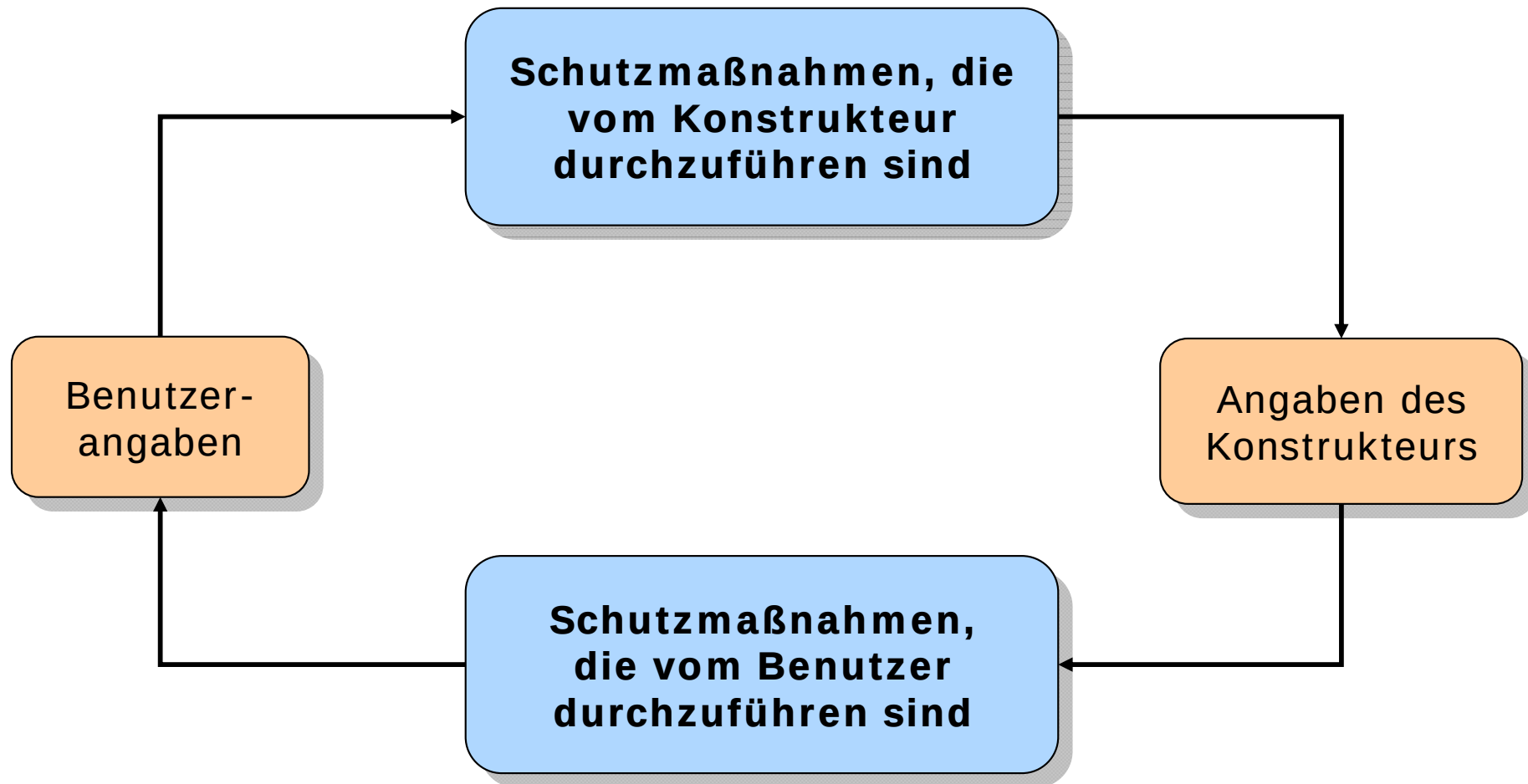


In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

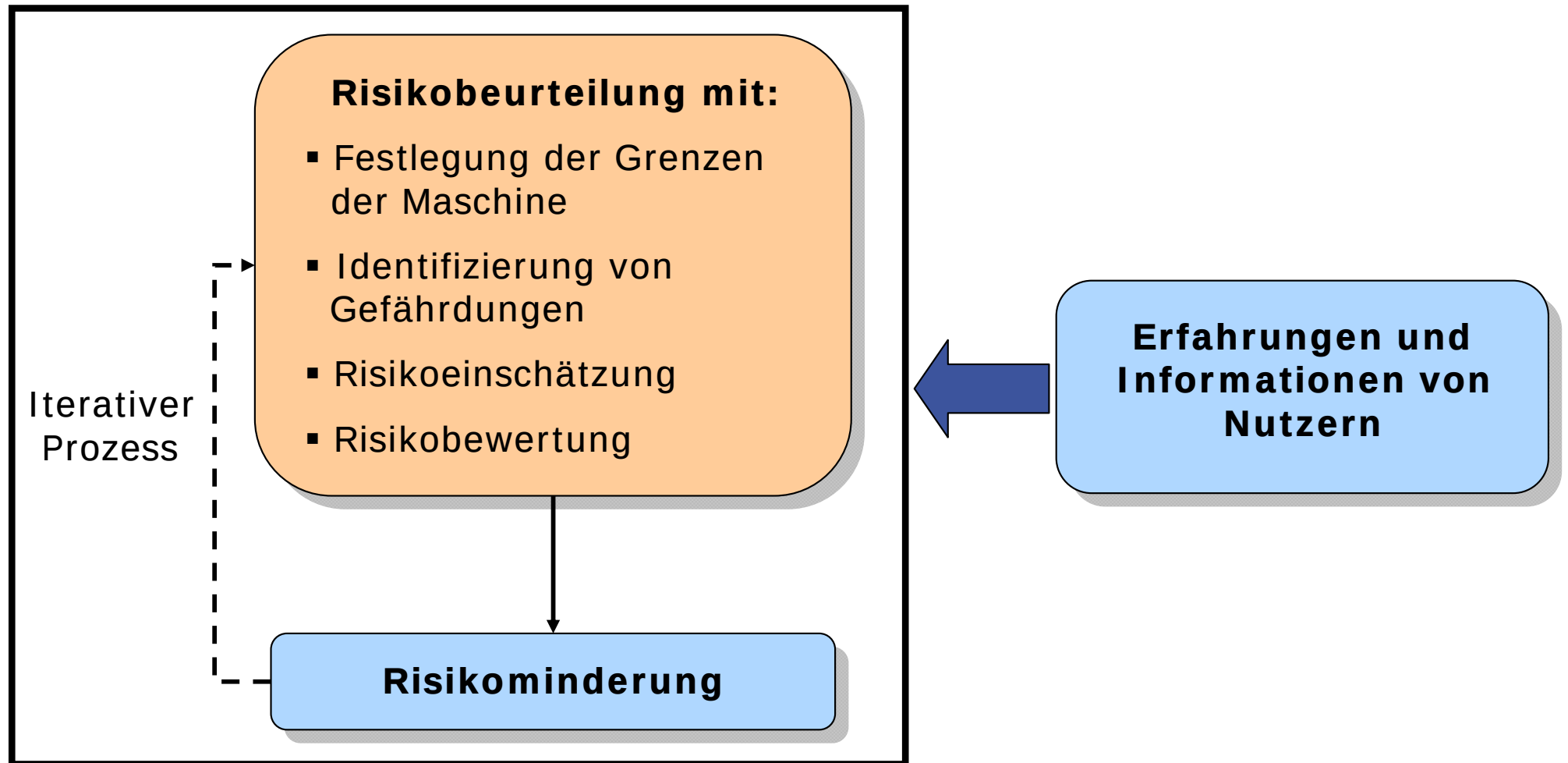
# Zusammenhang zwischen Gefährdung, Risiko und Schutzmaßnahmen



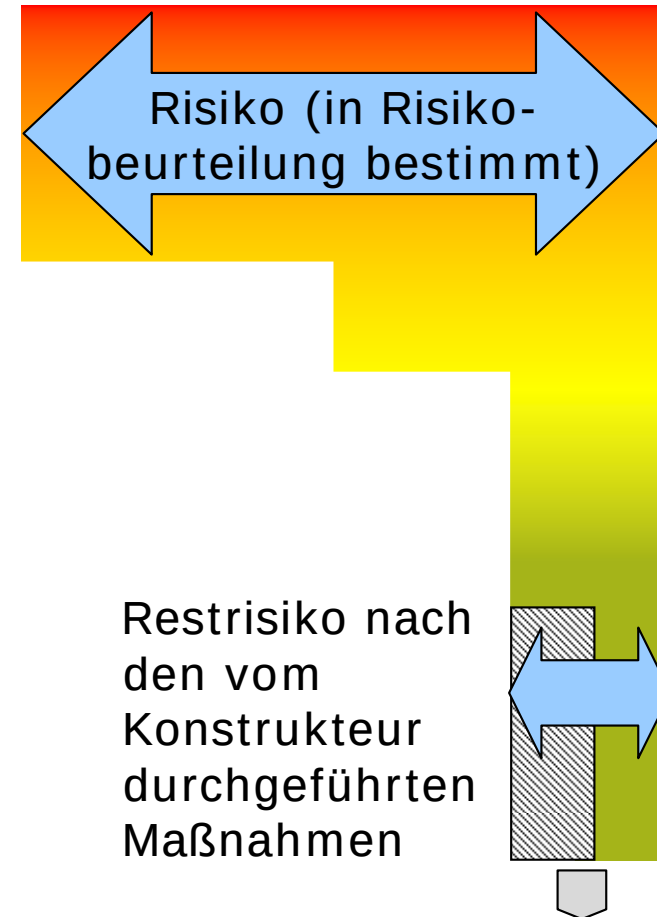
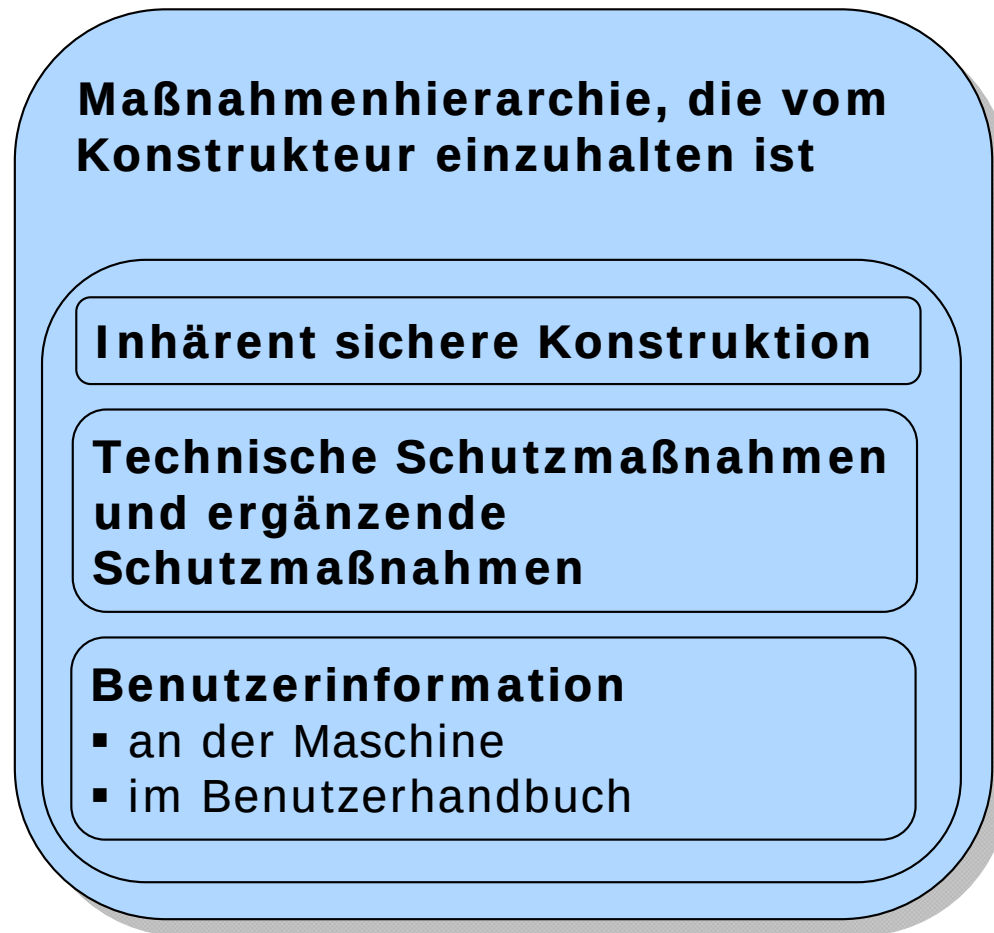
# Schutzmaßnahmen realisierbar durch Konstrukteur und Benutzer



# Berücksichtigung von Nutzerinformationen in Risikobeurteilung und Risikominderung



# Prozess zur Risikominderung aus Sicht des Konstrukteurs 1



In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

# Prozess zur Risikominderung aus Sicht des Konstrukteurs 2

**Maßnahmenhierarchie, die vom Benutzer einzuhalten ist**  
(einschließlich der auf Benutzerinformationen beruhenden)

Organisation

Bereitstellung und Anwendung  
zusätzlicher Schutzeinrichtung

Anwendung persönlicher  
Schutzausrüstung

Ausbildung usw.

Restrisiko nach  
Ausführung  
aller Schutz-  
maßnahmen

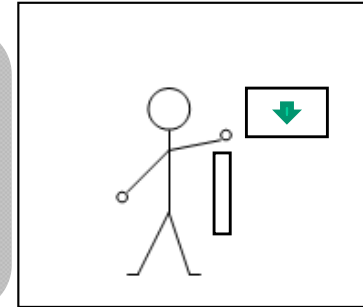


In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

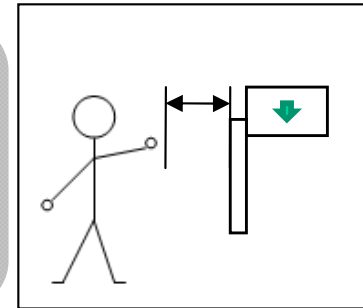
# Vom Konstrukteur einzuhaltende Maßnahmenhierarchie

## **Gefährdung:**

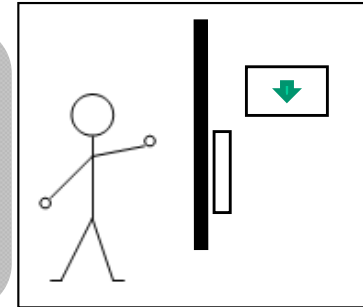
Scheren von Körperteilen an bewegten Maschinenteilen



## **Inhärent sichere Konstruktion**

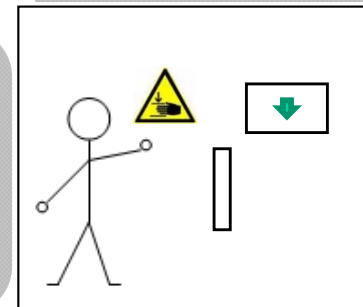


## **Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen**



## **Benutzerinformation**

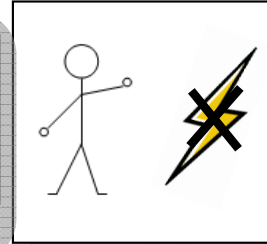
- an der Maschine
- im Benutzerhandbuch



# Maßnahmenhierarchie von Schutzmaßnahmen

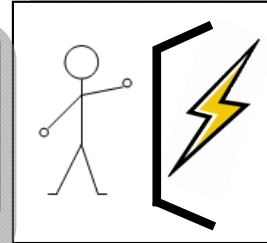
**Gefahrenquelle**  
**vermeiden / beseitigen / reduzieren**

Eigenschaften der Quelle ändern



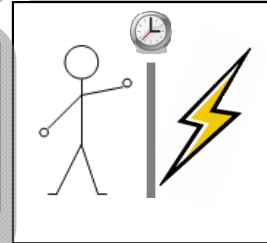
**Sicherheitstechnische Maßnahmen**

Räumliche Trennung an der Quelle



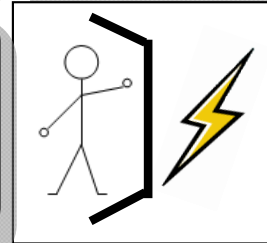
**Organisatorische Maßnahmen**

Räumliche/zeitliche Trennung von  
Quelle/Faktor und Mensch

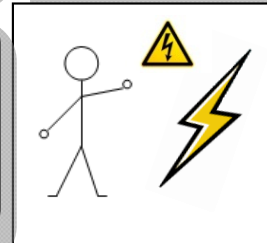


**Nutzung persönlicher  
Schutzausrüstung**

Räumliche Trennung am Mensch

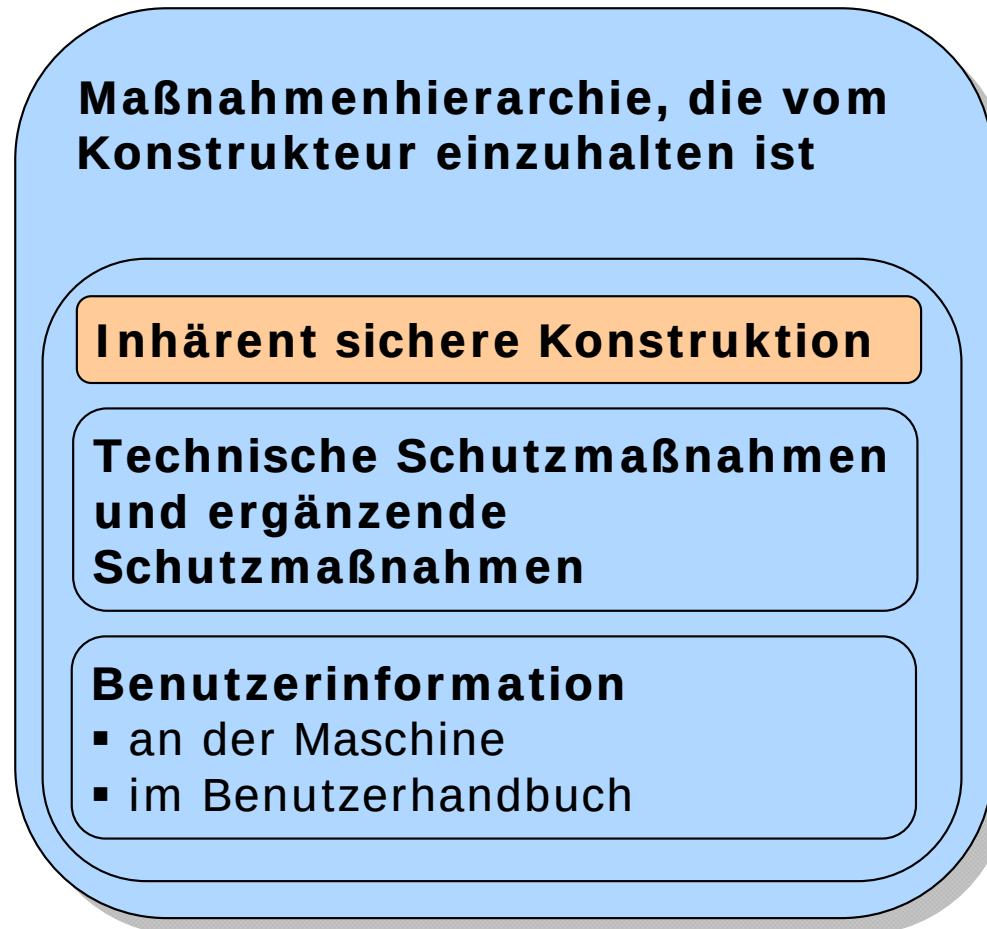


**Verhaltensbezogene Maßnahmen**



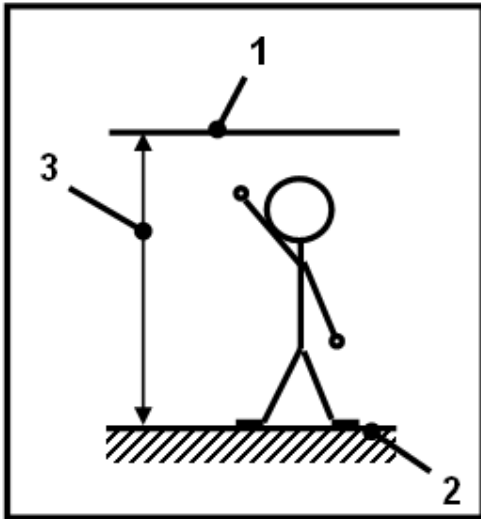
Quelle: BAuA + DGUV  
(2008): Ausbildung zur  
Fachkraft für  
Arbeitssicherheit,  
Ausbildungsunterlagen.

# Stufe 1 der Maßnahmenhierarchie



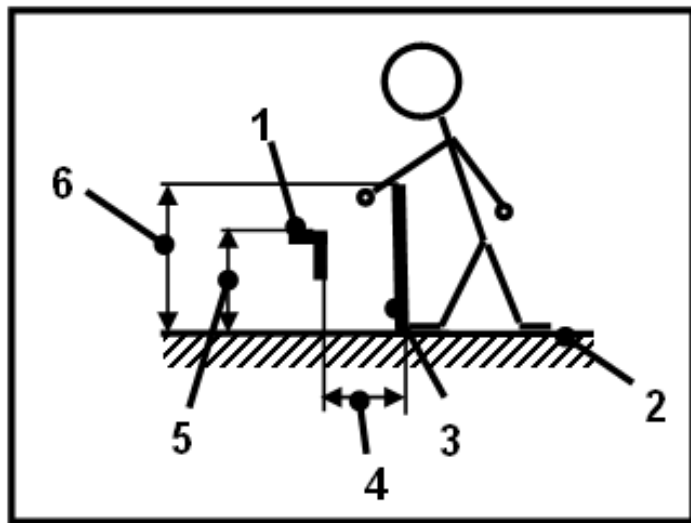
In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

# Sicherheitsabstände an Gefährdungsstellen



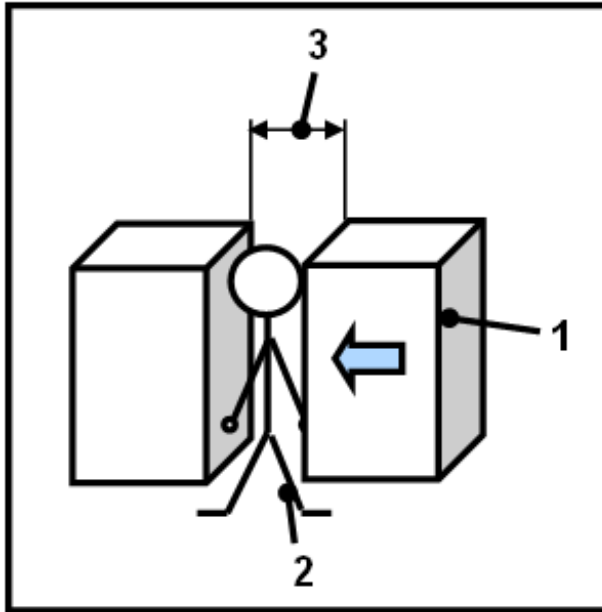
- 1** Gefährdungsbereich
- 2** Bezugsebene
- 3** Höhe des Gefährdungsbereichs

Quelle: DIN EN ISO 13857 (2008): Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen. Berlin: Beuth.



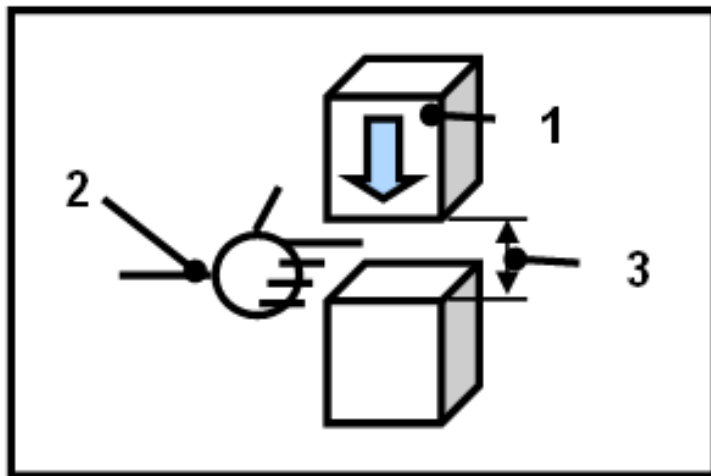
- 1** Gefährdungsbereich (kürzeste Entfernung)
- 2** Bezugsebene
- 3** Schützende Konstruktion
- 4** Waagerechter Sicherheitsabstand zum Gefährdungsbereich
- 5** Höhe des Gefährdungsbereichs
- 6** Höhe der schützenden Konstruktion

# Mindestabstände an Gefährdungsstellen



- 1** Sich bewegendes Maschinenteil
- 2** Mensch
- 3** Mindestabstand (hier: 500 mm)

Quelle: DIN EN 349 (2008): Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen . Berlin: Beuth.



- 1** Sich bewegendes Maschinenteil
- 2** Finger der Hand
- 3** Mindestabstand (hier: 25 mm)

# Möglichkeiten zur Aufrechterhaltung der Sicherheitsfunktion

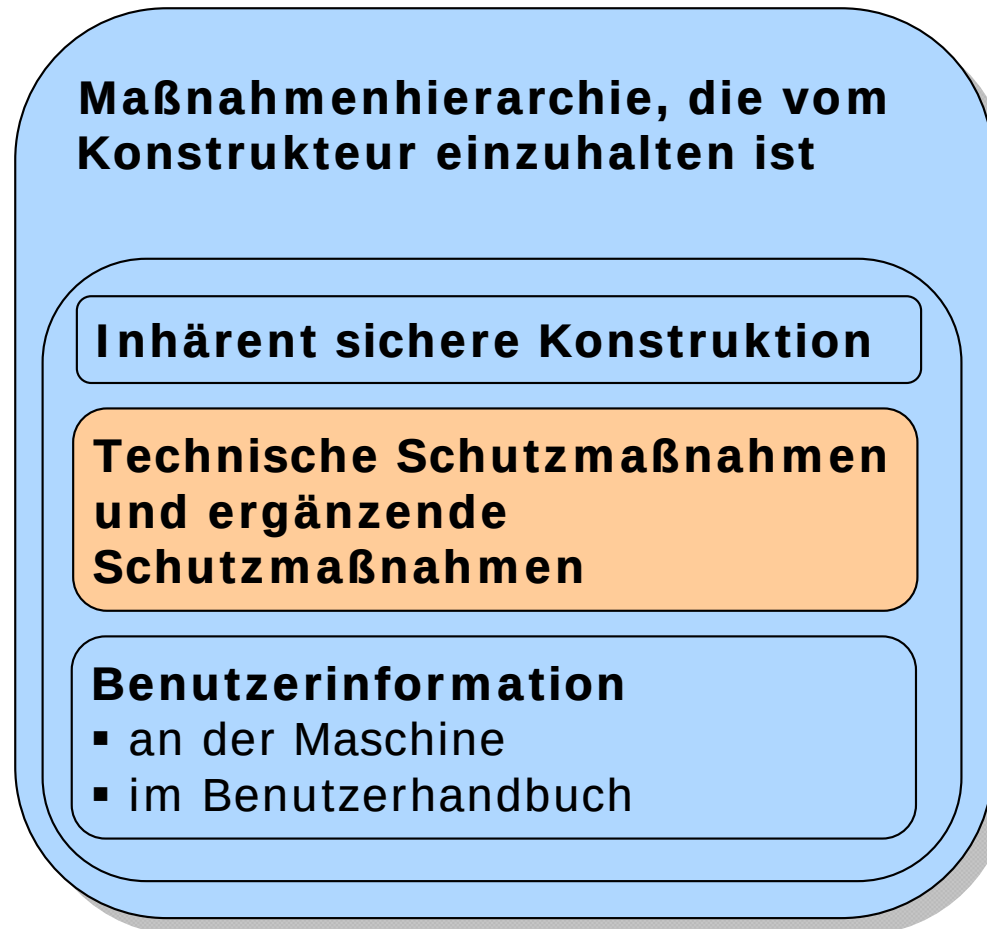
**Verwendung zuverlässiger Bauteile**

**Anwendung von Bauteilen mit  
„spezifiziertem Ausfallverhalten“**

**Verdopplung (oder Redundanz) von  
Bauteilen oder Teilsystemen**

In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

# Stufe 2 der Maßnahmenhierarchie



In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

# Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen

**Stabile Bauweise  
(z. B. Schlag-, Stoßfestigkeit)**

**Einhaltung von  
Sicherheitsabständen**

**Keine zusätzlichen Gefährdungen  
(z. B. Scher- oder Quetschstellen)**

**Minimale Beeinträchtigung der  
Beobachtung des Arbeitszyklus**

**Keine einfaches Umgehen  
(Entfernen nur mit Werkzeug)**

**Notwendige Wartungseingriffe  
ohne Schutzeinrichtungsdemontage  
ermöglichen**

# Gliederung trennender Schutzeinrichtungen

**1. Feststehende trennende Schutzeinrichtungen**

**2. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen**

**2.1 Kraftbetrieben**

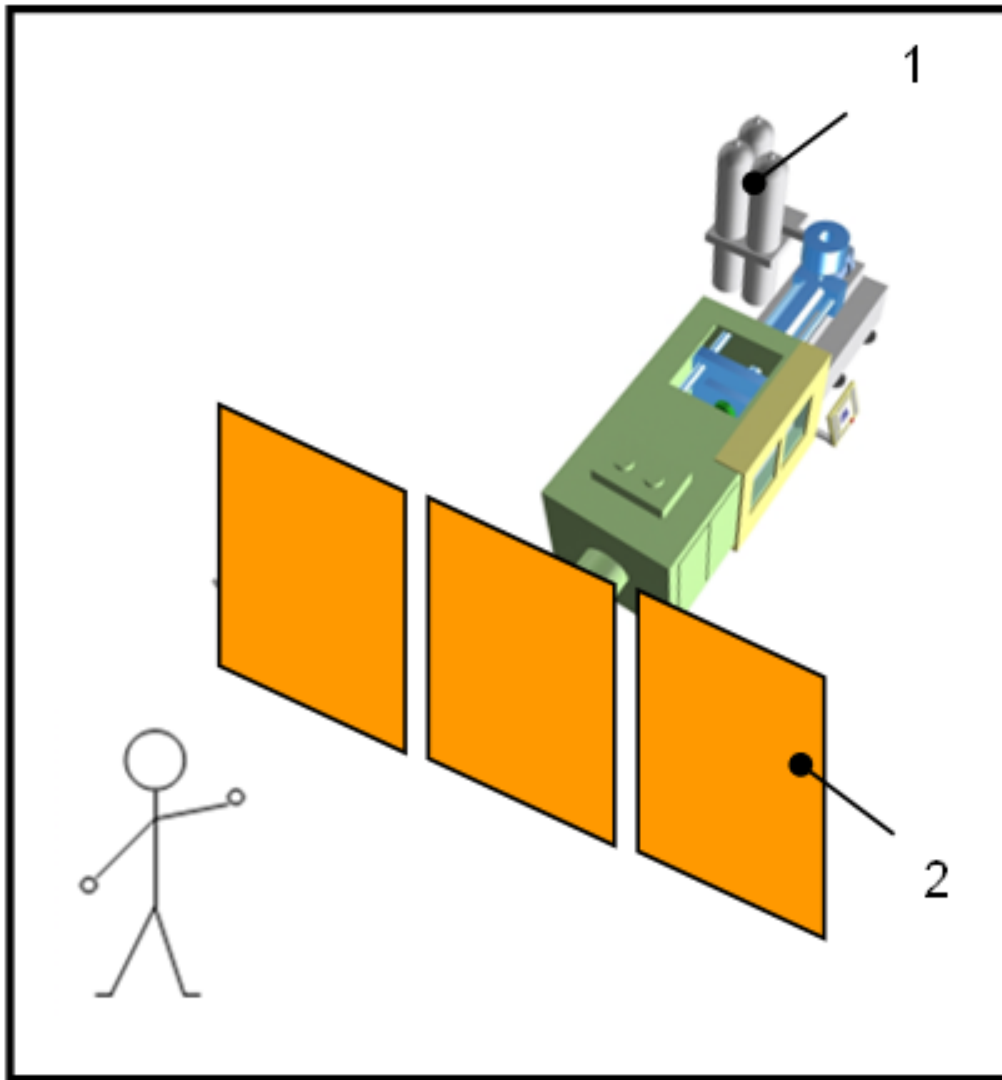
**2.2 Selbständig schließend**

**2.3 Steuernd (=verriegelt trennend)**

**Mit Zuhaltung**

**Ohne Zuhaltung**

# Funktionsprinzip feststehender trennender Schutzeinrichtungen

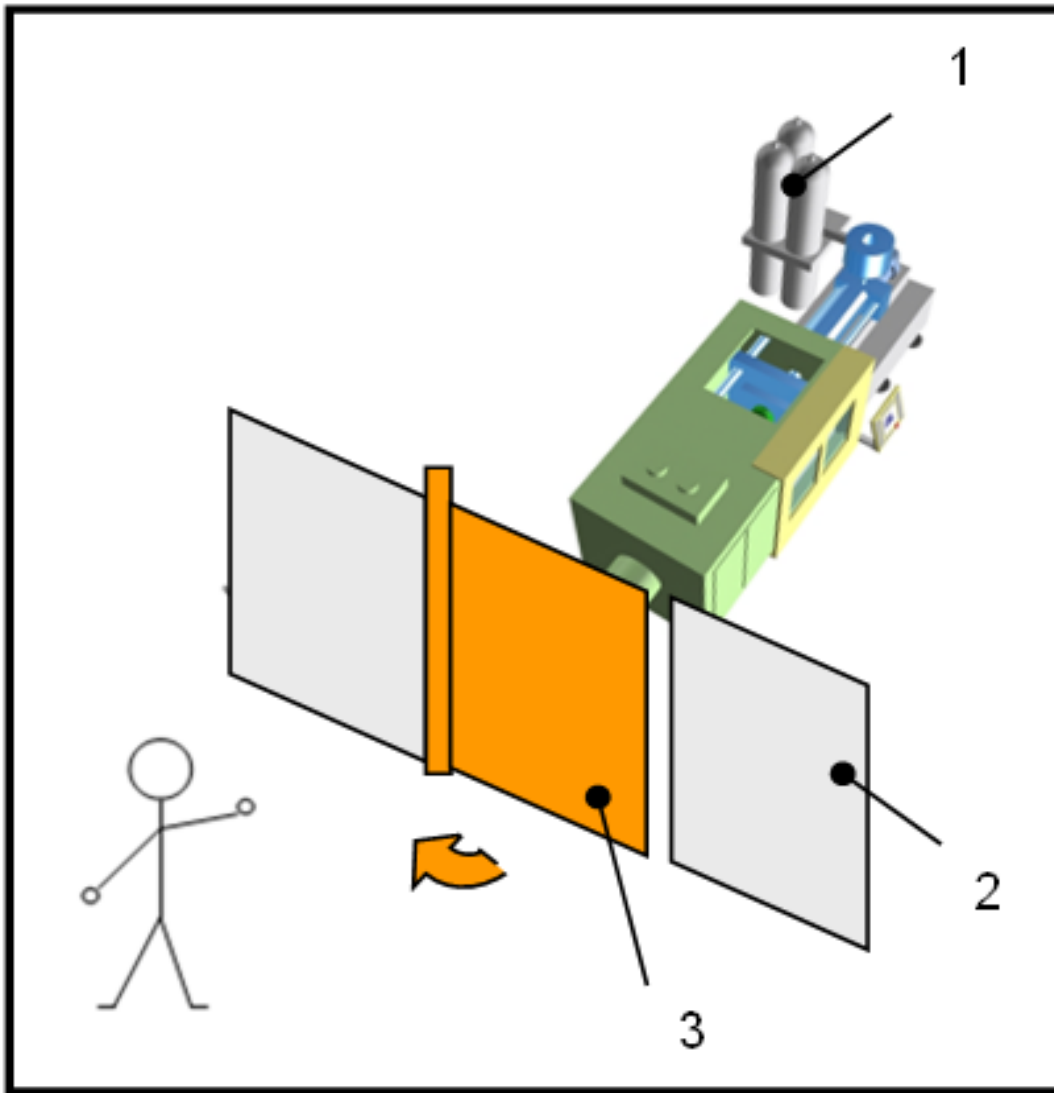


- 1** Maschine (mit gefährdenden Funktionen)
- 2** Feststehende trennende Schutzeinrichtung

# Beispiele feststehender trennender Schutzeinrichtungen

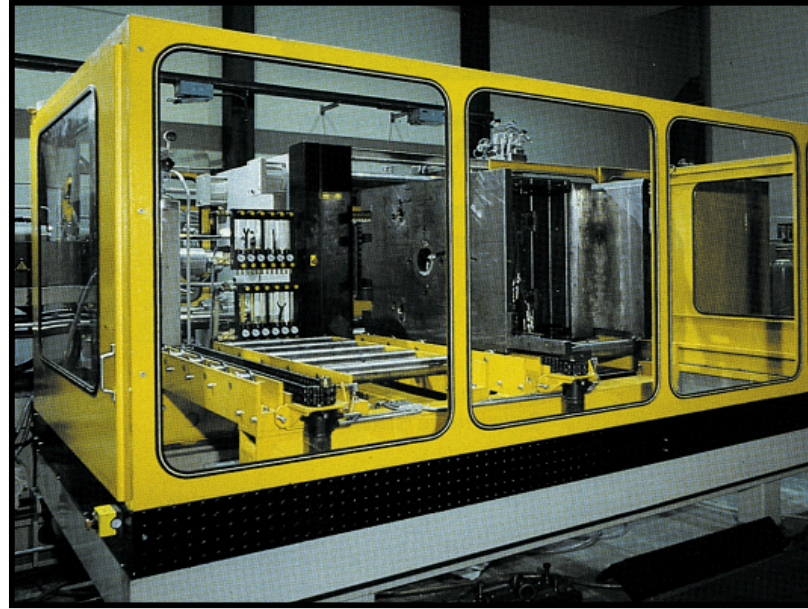


# Funktionsprinzip beweglicher trennender Schutzeinrichtungen

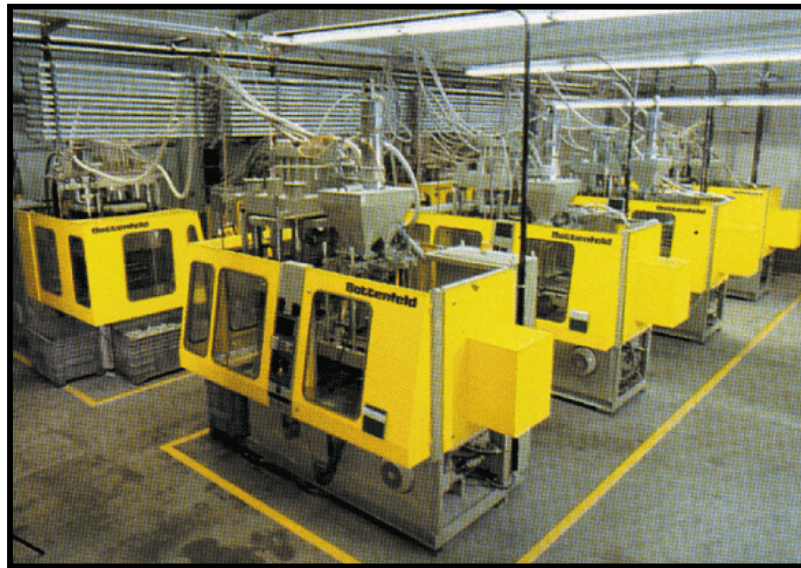


- 1** Maschine (mit gefährdenden Funktionen)
- 2** Feststehende trennende Schutzeinrichtung
- 3** Bewegliche trennende Schutzeinrichtung

# Beispiele beweglicher trennender Schutzeinrichtungen

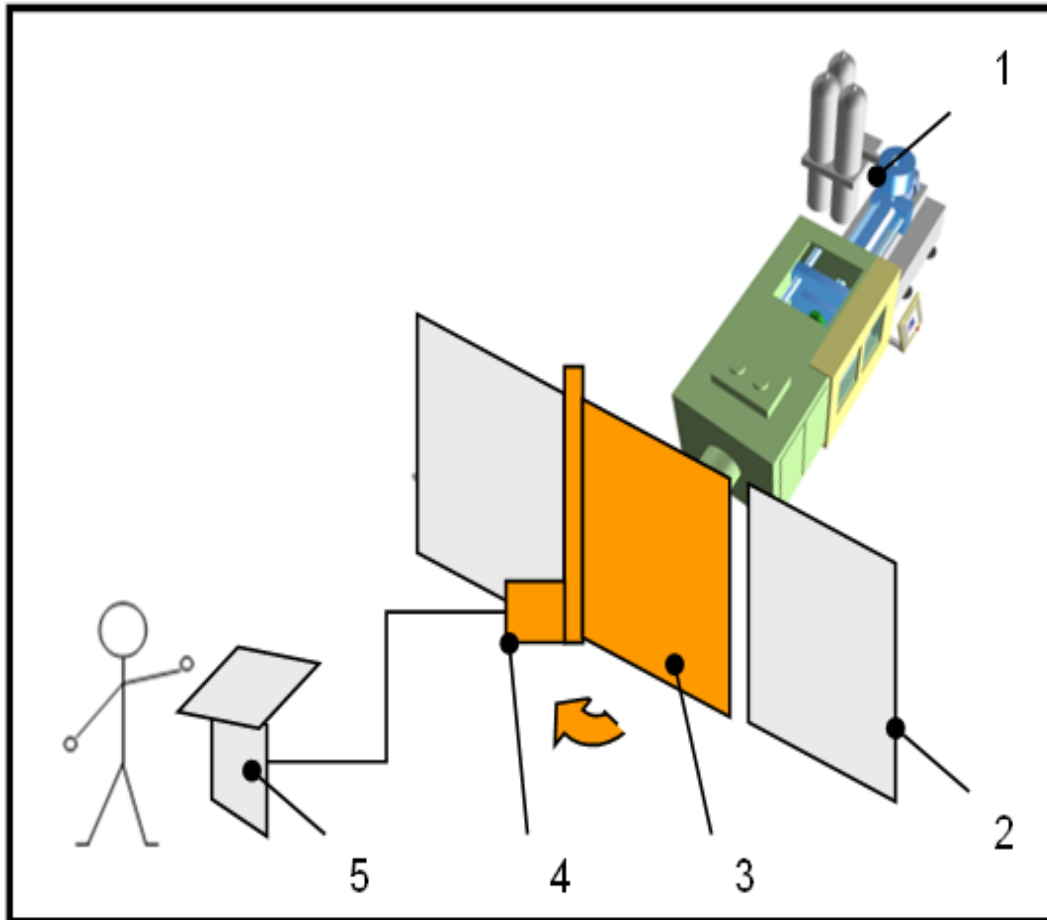


Quelle: BAuA + DGUV (2008):  
Ausbildung zur Fachkraft für  
Arbeitssicherheit,  
Ausbildungsunterlagen.



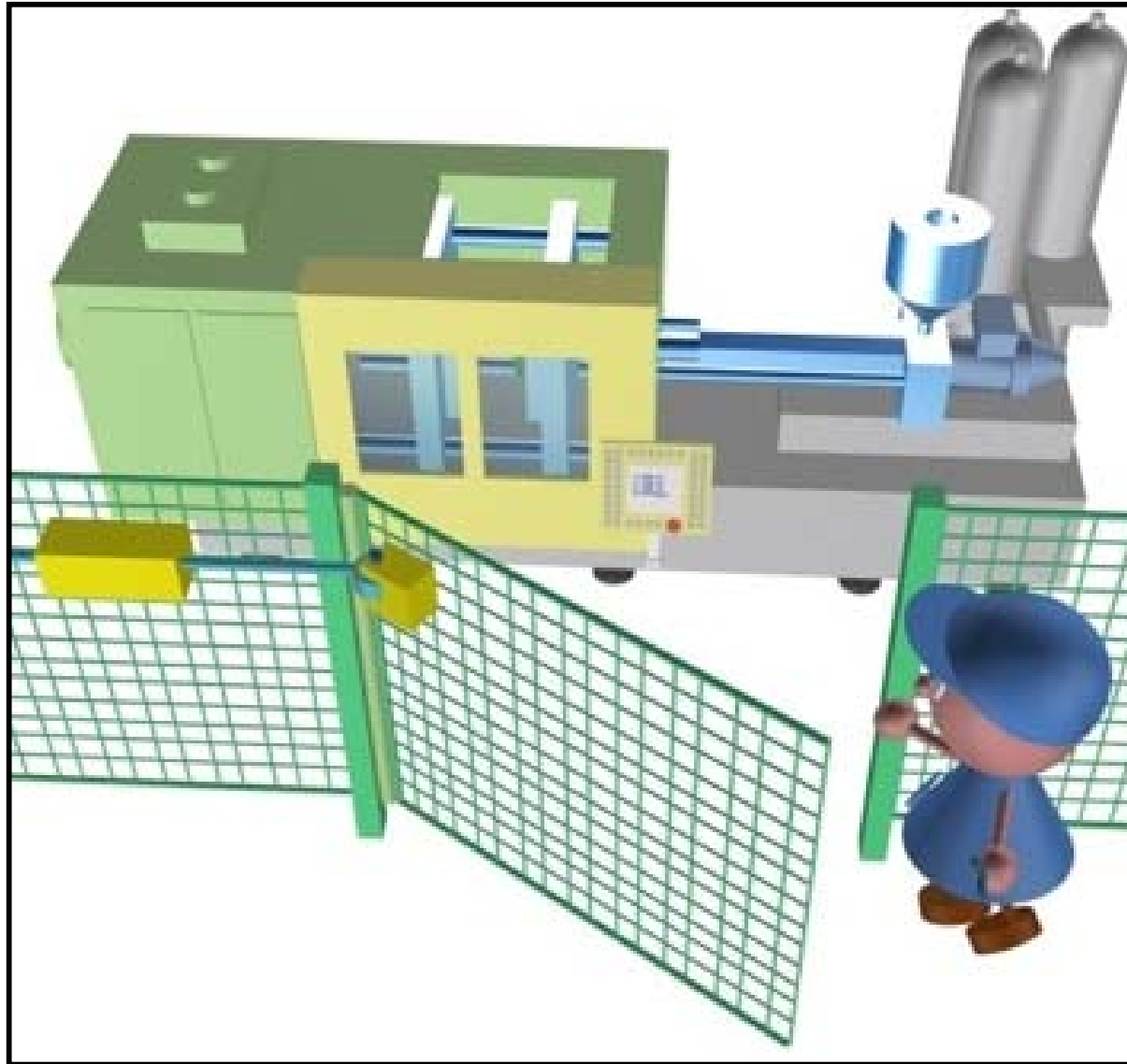
Quelle: Infoblatt der Firma  
„Battenfeld“

# Funktionsprinzip kraftbetriebener beweglicher trennender Schutzeinrichtungen

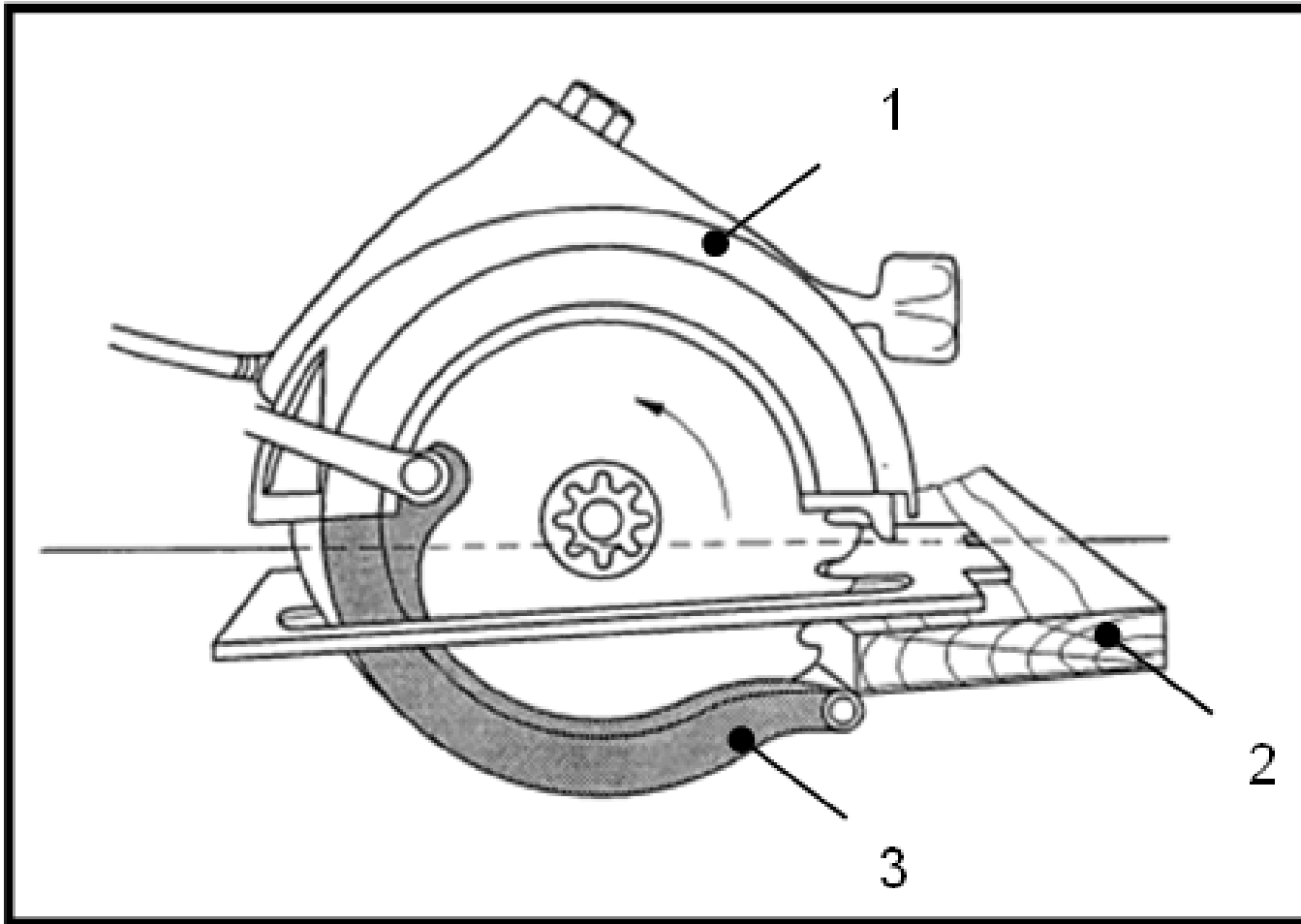


- 1** Maschine (mit gefährdenden Funktionen)
- 2** Feststehende trennende Schutzeinrichtung
- 3** Bewegliche trennende Schutzeinrichtung
- 4** Kraftbetriebenes System (verbunden mit Steuerung)
- 5** Maschinensteuerung

# Beispiele kraftbetriebener beweglicher trennender Schutzeinrichtungen



# Funktionsprinzip selbständig schließender beweglicher trennender Schutzeinrichtungen



- 1** Werkzeug  
(Maschinenteil)
- 2** Werkstück
- 3** Schutzeinrichtung

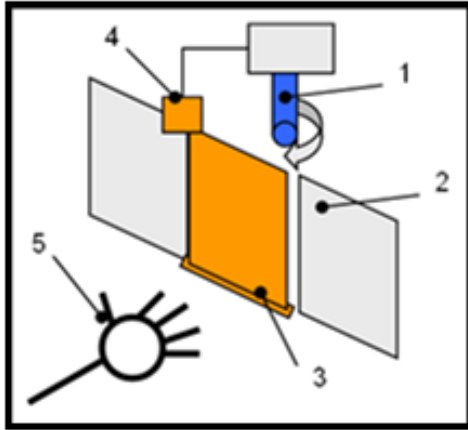
Quelle: DIN EN 953 (1997):  
Sicherheit von Maschinen.  
Trennende Schutzeinrichtungen  
Allgemeine Anforderungen an  
Gestaltung und Bau von  
feststehenden und beweglichen  
trennenden Schutzeinrichtungen.  
Berlin: Beuth.

# Beispiele selbständig schließender beweglicher trennender Schutzeinrichtungen



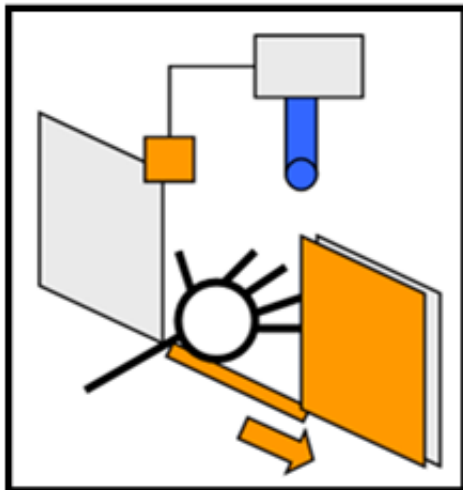
# Funktionsprinzip steuernder beweglicher trennender Schutzeinrichtungen

## I Geschlossene Schutzeinrichtung: Maschinenfunktion ist aktiv



- 1** Maschine (mit gefährdenden Funktionen)
- 2** Feststehende trennende Schutzeinrichtung
- 3** Steuernde bewegliche trennende Schutzeinrichtung
- 4** Verriegelung der Schutzeinrichtung (verbunden mit Maschine)
- 5** Körperteil des Benutzers

## II Offene Schutzeinrichtung: Maschinenfunktion ist gestoppt



# Beispiele steuernder beweglicher trennender Schutzeinrichtungen



# Gliederung nicht trennender Schutzeinrichtungen

1. Verriegelungseinrichtungen

2. Zustimmungseinrichtungen

3. Steuereinrichtungen mit selbständiger Rückstellung

4. Zweihandschaltungen

5. Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion

5.1 Mechanisch betätigte Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion

z. B. Druckempfindliche Schutzeinrichtungen

5.2 Nicht mechanisch betätigte Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion

z. B. Optoelektronische Schutzeinrichtungen

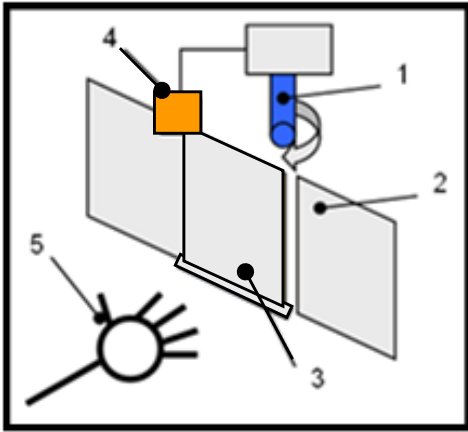
6. Durch Formschluss wirkende Schutzeinrichtungen

7. Begrenzungseinrichtungen

8. Schrittschaltungen

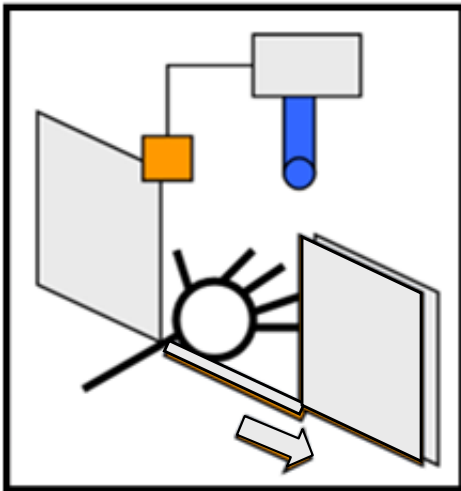
# Funktionsprinzip von Verriegelungseinrichtungen

- I Geschlossene Schutzeinrichtung:**  
Verriegelung erlaubt Maschinenfunktion



- 1** Maschine (mit gefährdenden Funktionen)
- 2** Feststehende trennende Schutzeinrichtung
- 3** Steuernde bewegliche trennende Schutzeinrichtung
- 4** Verriegelung der Schutzeinrichtung (verbunden mit Maschine)
- 5** Körperteil des Benutzers

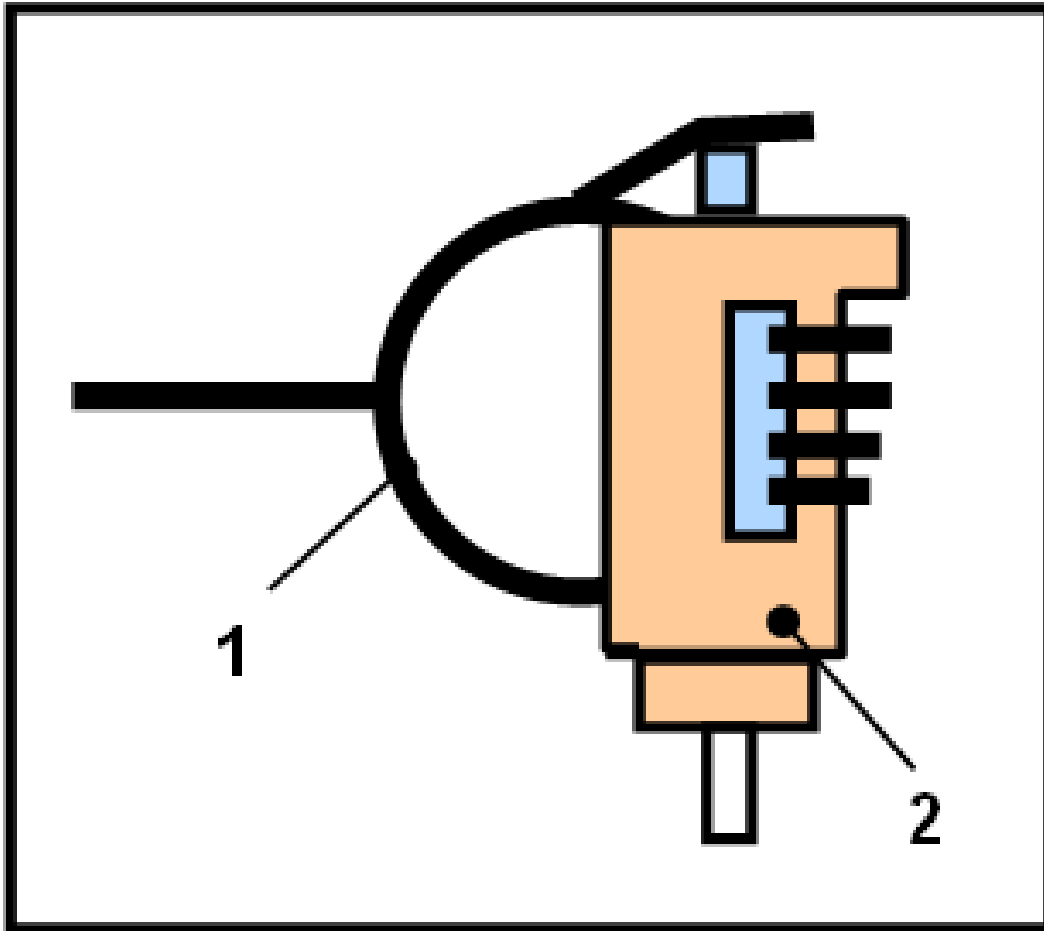
- II Offene Schutzeinrichtung:**  
Verriegelung stoppt Maschinenfunktion



# Beispiele von Verriegelungseinrichtungen



# Funktionsprinzip von Zustimmungsrichtungen



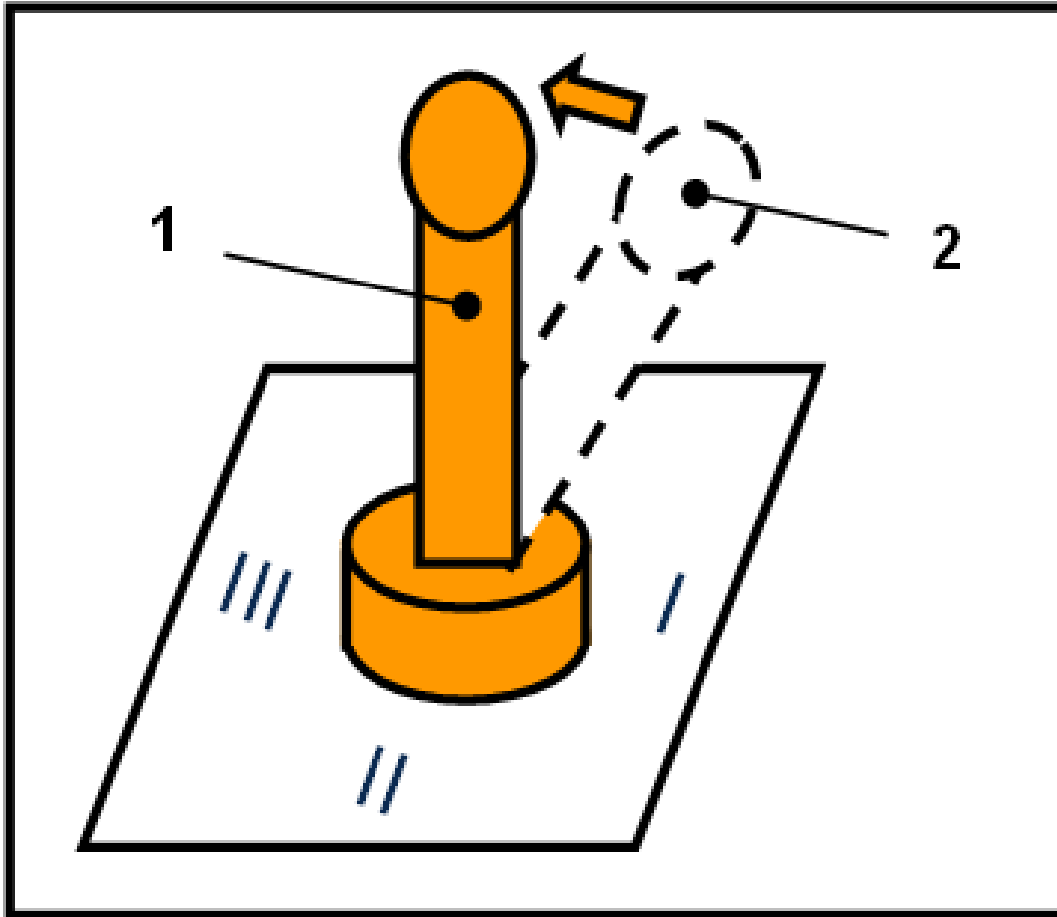
**1** Hand des Benutzers

**2** Handbetätigte Zustimmungseinrichtung

# Beispiele von Zustimmungseinrichtungen



# Funktionsprinzip von Steuereinrichtungen mit selbständiger Rückstellung



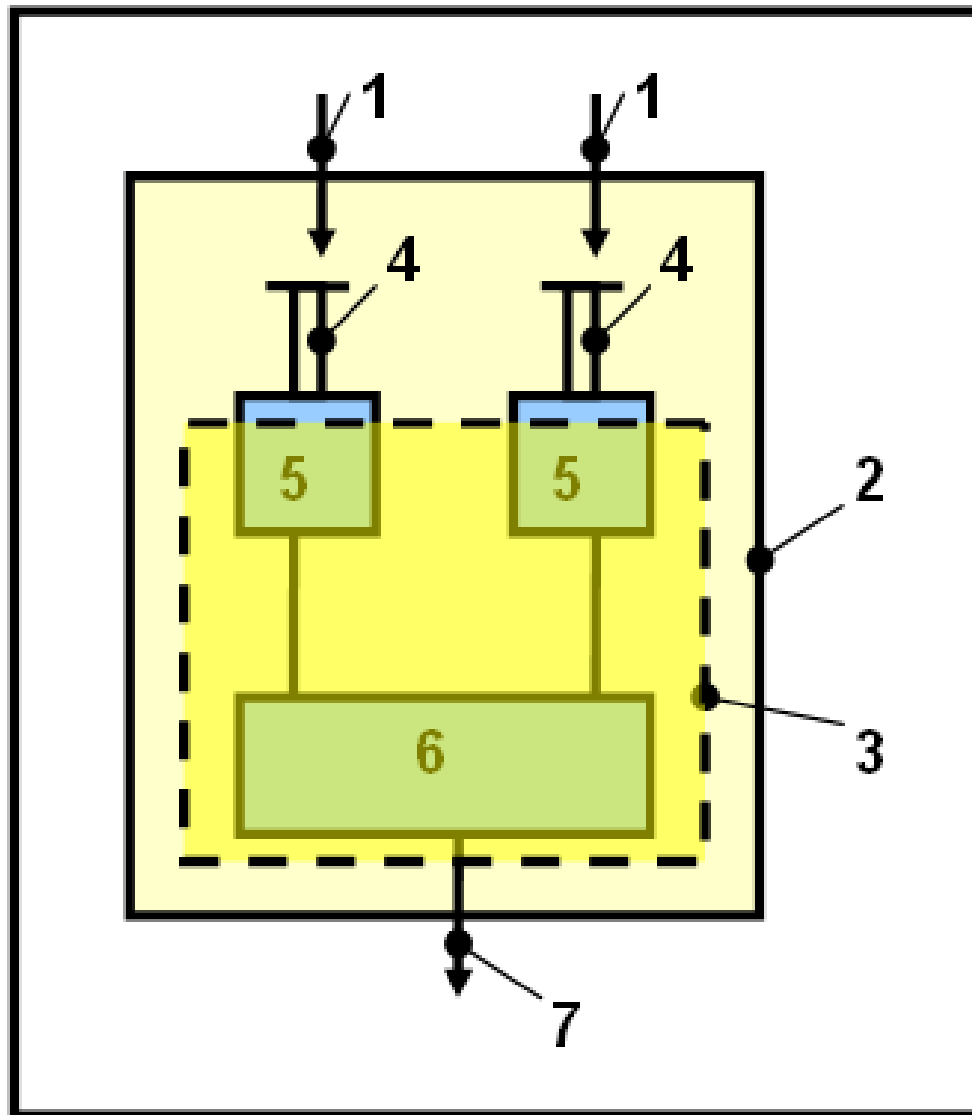
- 1** Unsprungsposition der Steuereinrichtung
- 2** Betätigungsposition der Steuereinrichtung

# Beispiele von Steuereinrichtungen mit selbständiger Rückstellung



Quelle: „CASE Construction“

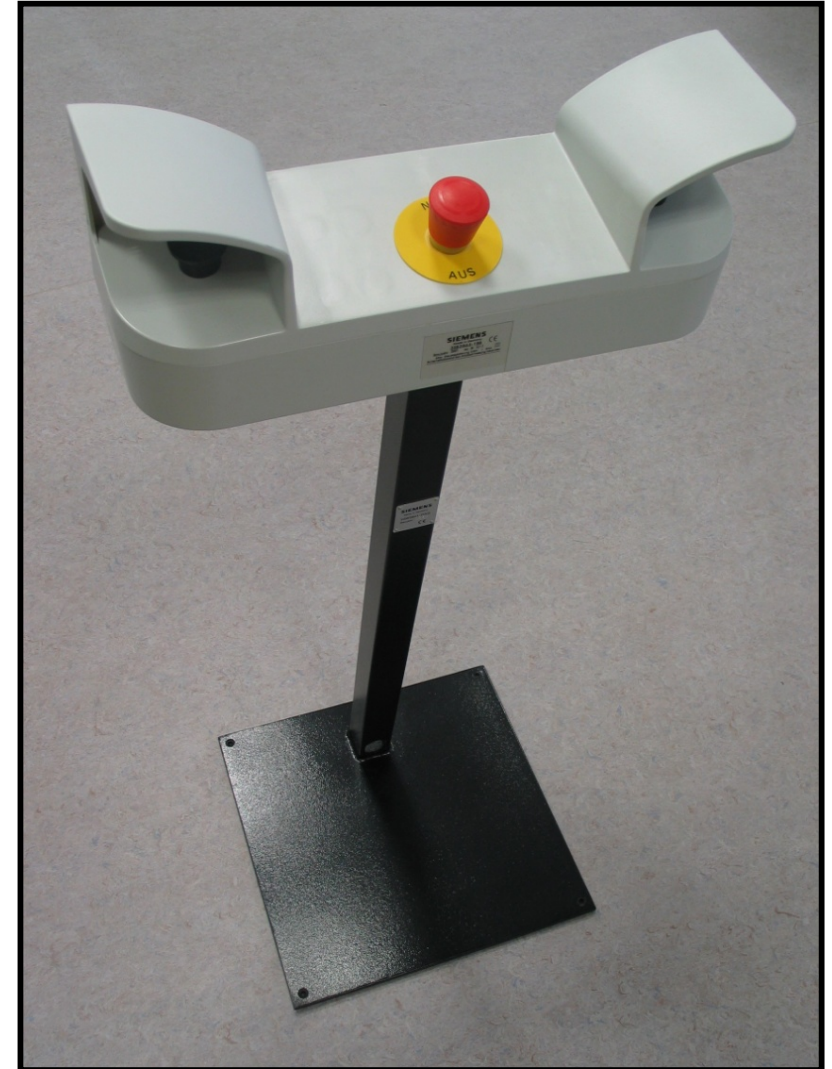
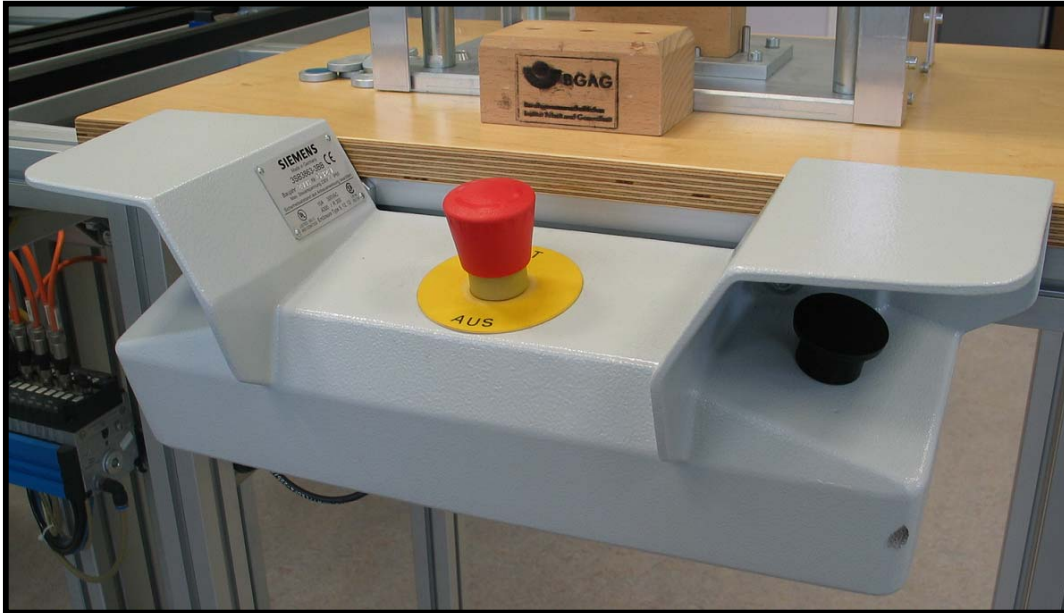
# Funktionsprinzip von Zweihandschaltung



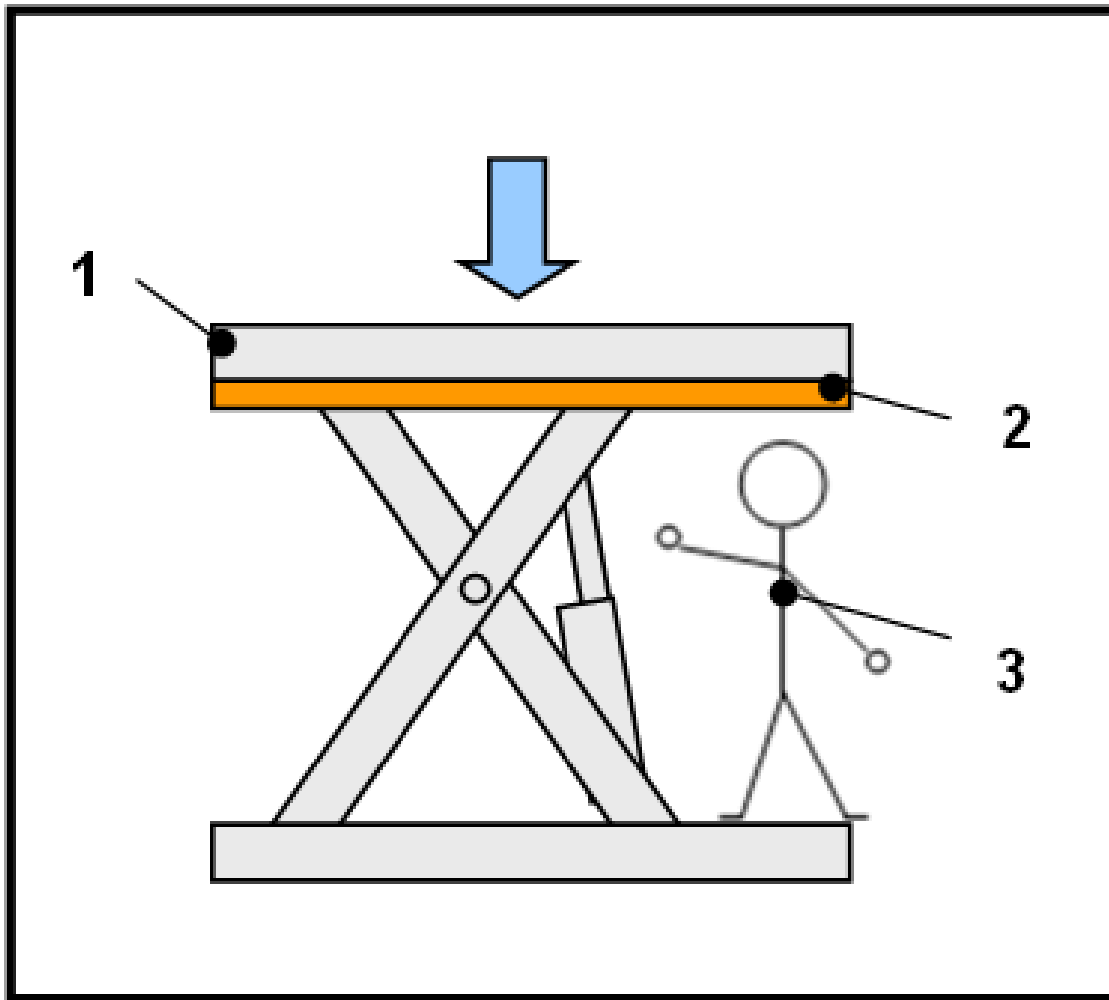
- 1 Eingangssignal
- 2 Zweihandschaltung
- 3 Logikeinheit
- 4 Stellteil
- 5 Signalumsetzer
- 6 Signalverarbeitung
- 7 Ausgangssignal

In Anlehnung an: DIN EN 574(2008): Sicherheit von Maschinen - Zweihandschaltungen - Funktionelle Aspekte – Gestaltungsleitsätze. Berlin: Beuth.

# Beispiele von Zweihandschaltung

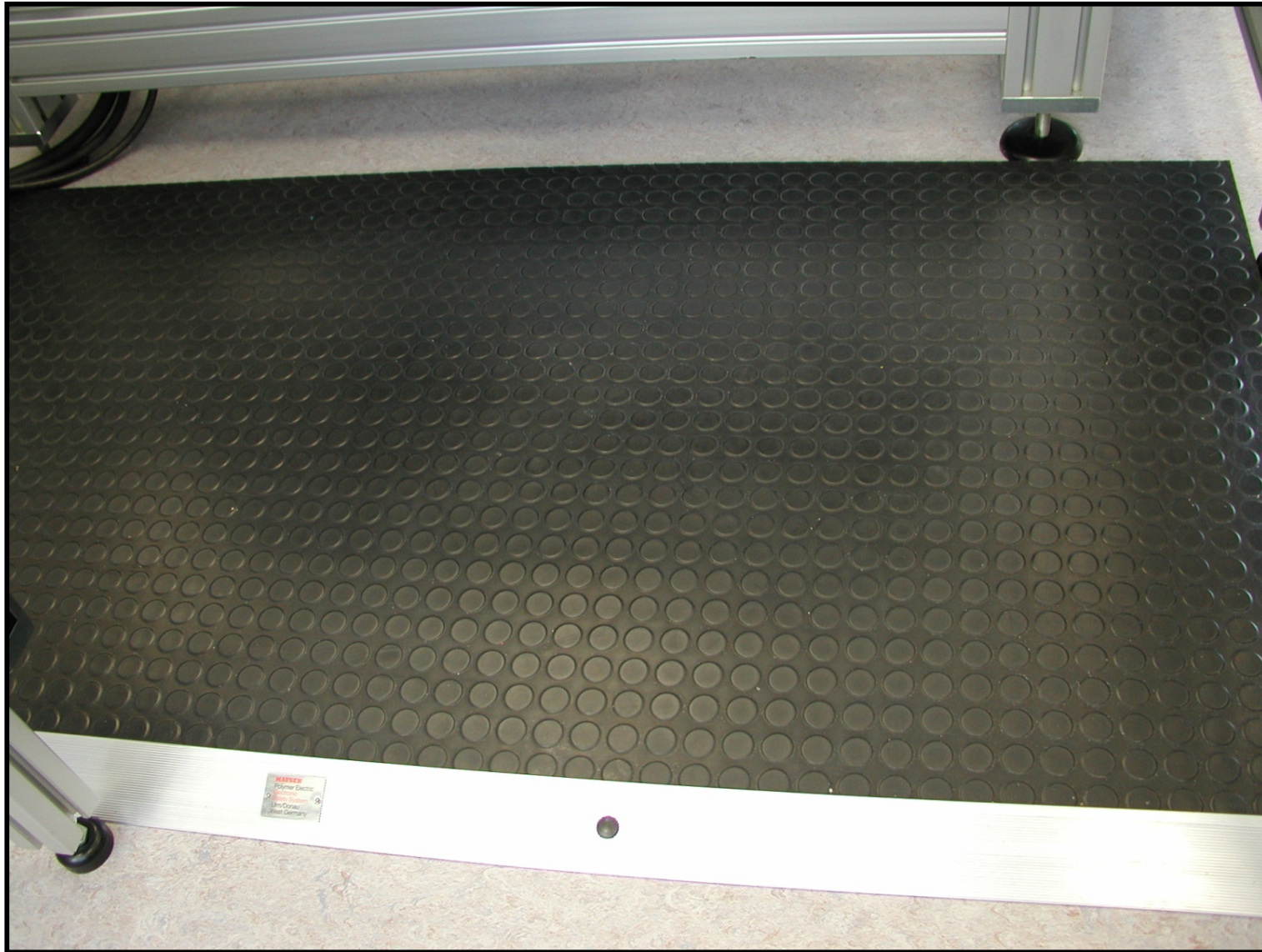


# Funktionsprinzip von Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion

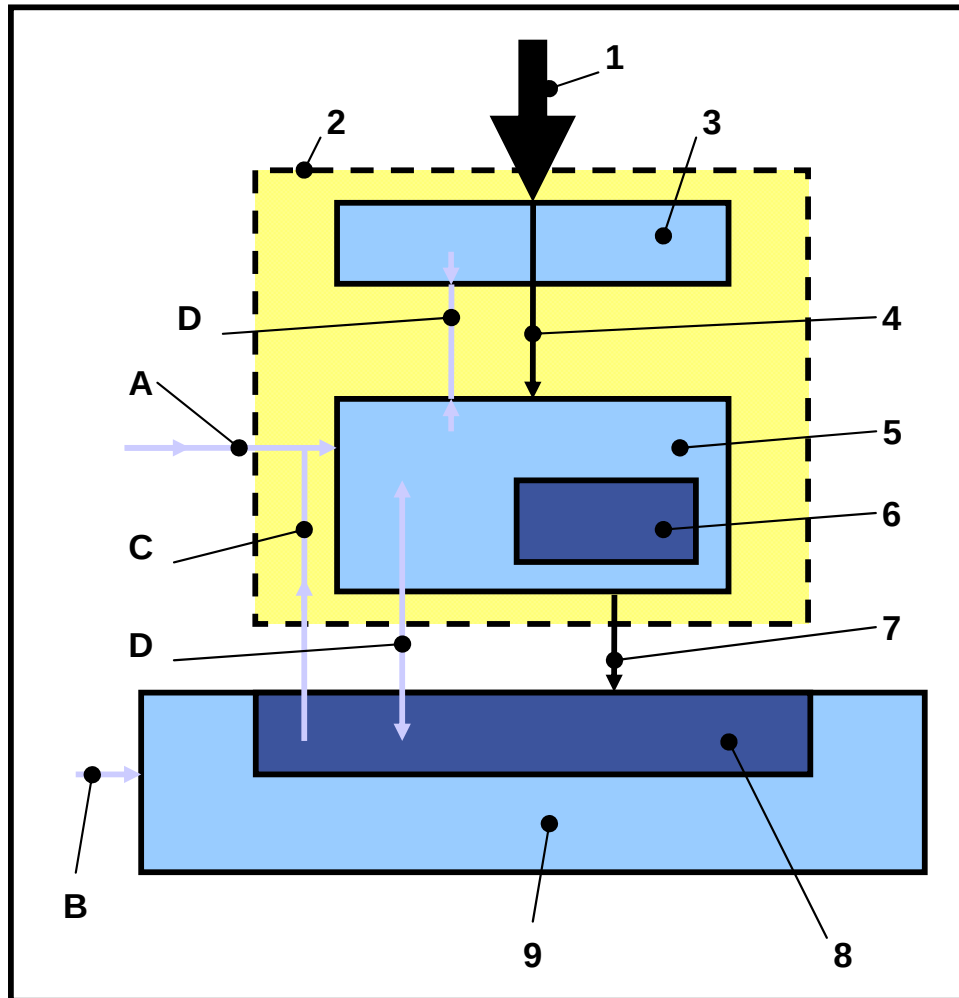


- 1** Sich bewegendes Maschinenteil
- 2** Schutzeinrichtung mit Annäherungsfunktion
- 3** Mensch im Gefährdungsbereich

# Beispiele von Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion



# Funktionsprinzip von druckempfindlichen Schutzeinrichtungen



- 1** Betätigungskraft
- 2** Druckempfindliche Schutzeinrichtung
- 3** Signalgeber
- 4** Signalgeberausgang
- 5** Signalverarbeitung
- 6** Ausgangsschalteneinrichtung
- 7** EIN- oder AUS-Zustand
- 8** Signalverarbeitung in der Maschinensteuerung
- 9** Maschinensteuerung
  
- A** Manuelles Rückstellsignal
- B** Manuelles Rückstellsignal an die Maschinensteuerung
- C** Rückstellsignal von der Maschinensteuerung (wo zweckmäßig)
- D** Überwachungssignale (nicht zwingend)

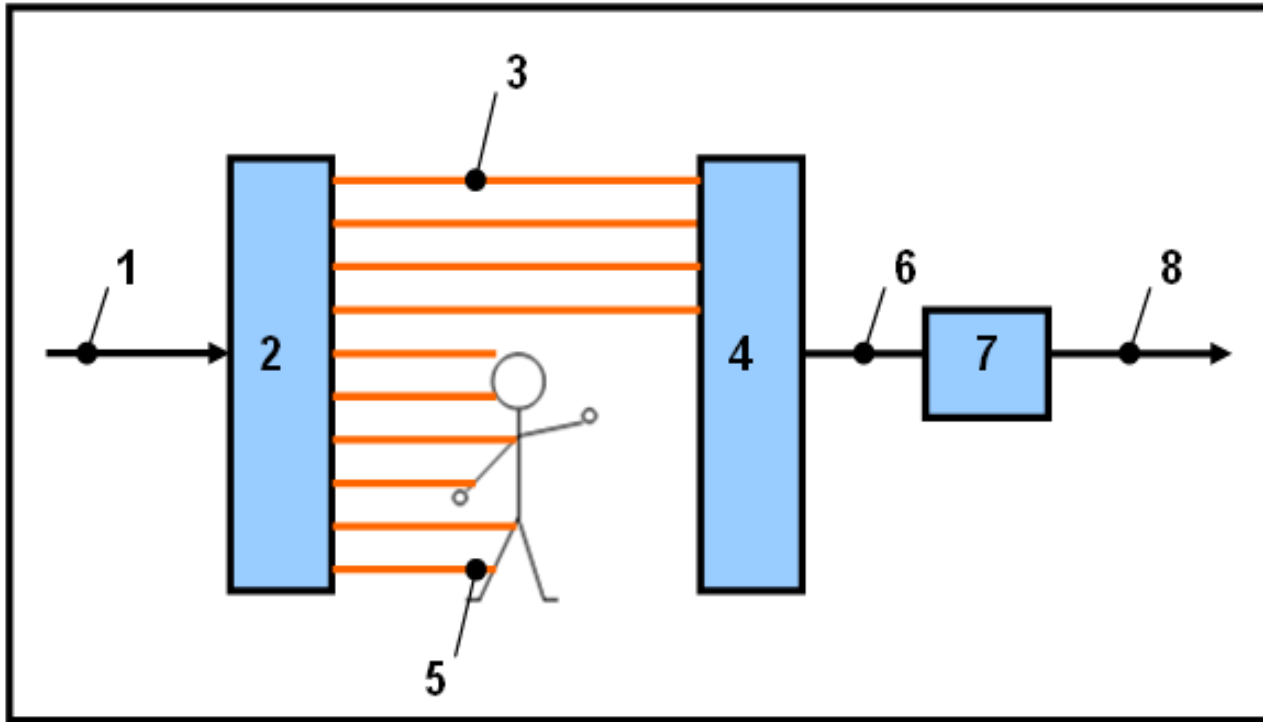
In Anlehnung an: DIN EN 1760-1 (2009): Sicherheit von Maschinen - Druckempfindliche Schutzeinrichtungen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltmatten und Schaltplatten. Berlin: Beuth.

# Beispiele von druckempfindlichen Schutzeinrichtungen



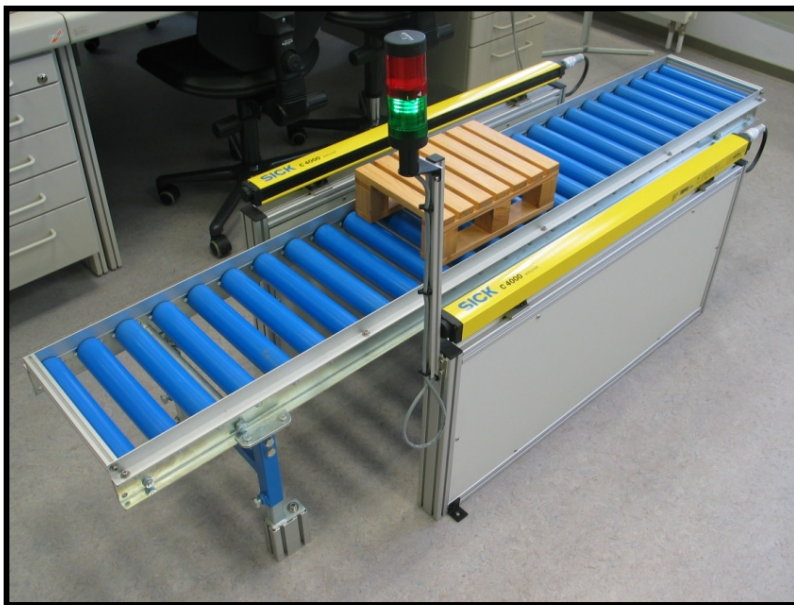
Quelle: BAuA + DGUV (2008): Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Ausbildungsunterlagen.

# Funktionsprinzip von optoelektronischen Schutzeinrichtungen



- 1 Eingangssignal
- 2 Sender
- 3 Optisches Signal (Schutzfeld)
- 4 Empfänger
- 5 Unterbrechung
- 6 Unterbrechungssignal
- 7 Signalverarbeitung
- 8 Ausgangssignal

# Beispiele von optoelektronischen Schutzeinrichtungen



# Übersicht ergänzender Schutzmaßnahmen

**1.** Bauteile und Bauelemente zum Stillsetzen im Notfall

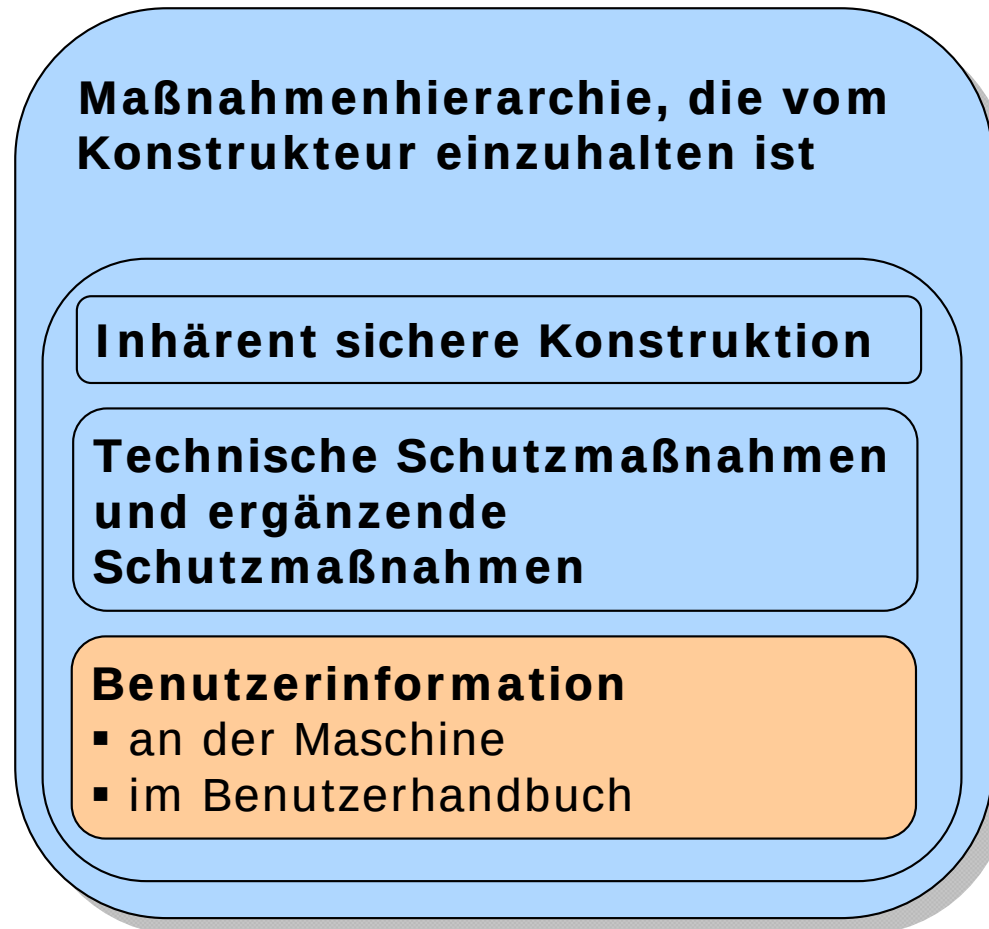
**2.** Maßnahmen zur Befreiung und Rettung eingeschlossener Personen

**3.** Maßnahmen zur Energieabtrennung und Energieableitung

**4.** Vorkehrungen für die leichte und sichere Handhabung von Maschinen und zugehörigen schweren Teilen

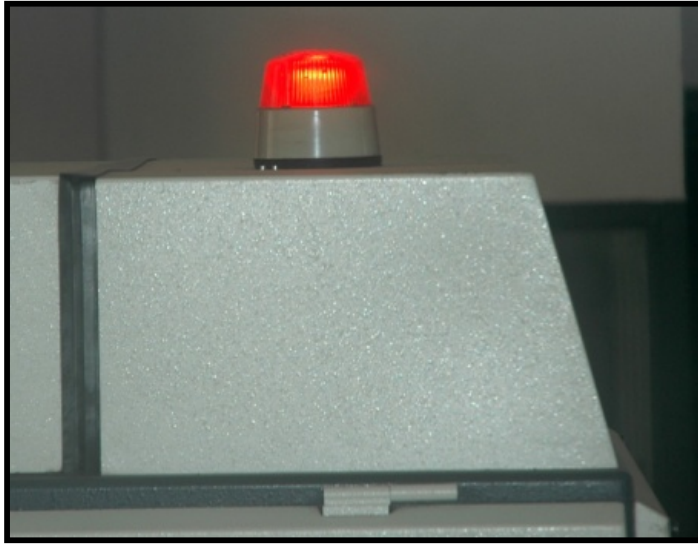
**5.** Maßnahmen für sicheren Zugang zu Maschinen

# Stufe 3 der Maßnahmenhierarchie

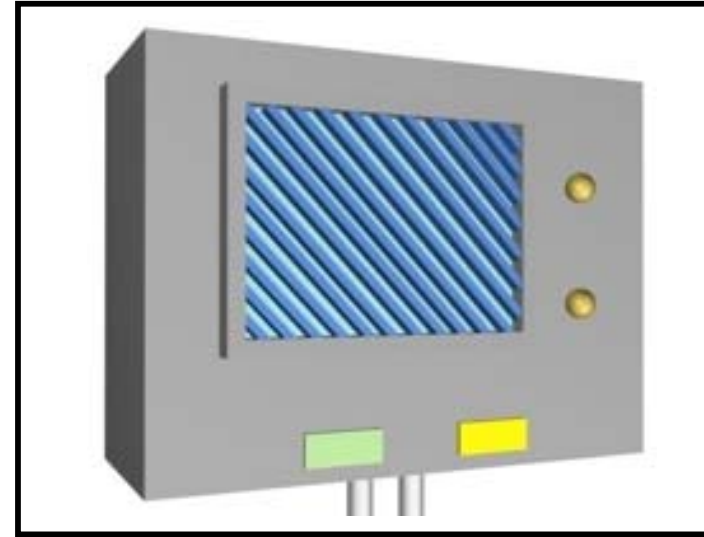


In Anlehnung an: DIN EN ISO 12100 (2009): Sicherheit von Maschinen. Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Risikobeurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.

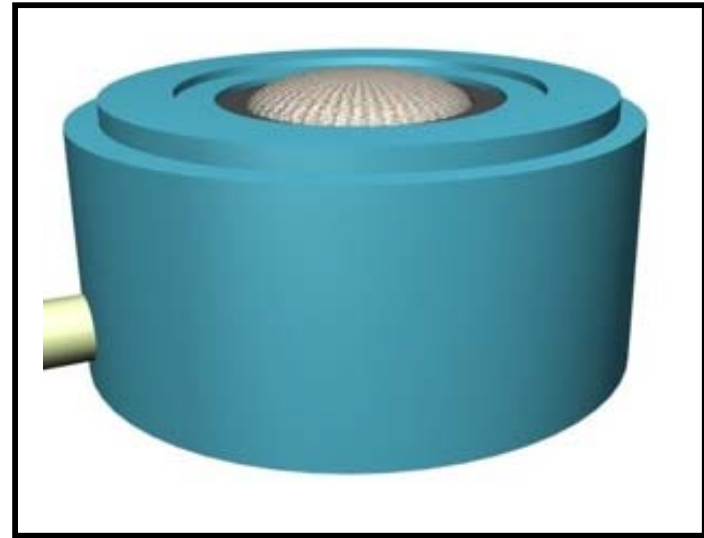
# Optische und akustische Signale



**Signalleuchte**



**Akustischer  
Signalgeber**



# Eindeutige Identifizierung der Maschinenkennzeichnung



# Anzeigen der Übereinstimmung mit verbindlichen Anforderungen



# Aussagen zum sicheren Gebrauch der Maschine

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Fabrikations-Nr.      | <b>1270.01.06</b>      |
| Gesamtmasse           | <b>5</b> t             |
| Stromlaufplan         | <b>1270-9000:00/14</b> |
| Bauschaltplan         | <b>1270-9000:00/14</b> |
| Temperaturbereich     | <b>15 bis 35</b> °C    |
| Stromart / Frequenz   | <b>3xAC/50</b> Hz      |
| Nennspannung          | <b>400</b> V           |
| Steuerspannung        | <b>DC 24</b> V         |
| Hilfsspannung         | <b>AC 230</b> V        |
| Anschlußwert          | <b>35</b> kW           |
| Nennstrom d. Masch.   | <b>50</b> A            |
| Nennstrom d. } flink  | A                      |
| Zuleit.-Sich. } träge | <b>63</b> A            |
| <b>4V HSC</b>         |                        |