

## Dipl.-Ing. Jürgen Bialek: zusätzliche Information zu Seminaren der Reihe „**integrated safety & compliance**“

Hinweis: Bei dieser Zusammenstellung und den mitgegebenen Lösungsvorschlägen handelt es sich um Informationen, die nach bestem Wissen zusammengestellt wurden.

Für die Durchführung der Konformitätsbewertungsverfahren ist jedoch der Hersteller verantwortlich.

Für Beratungen im Zusammenhang mit zu den erfüllenden Rechtsvorschriften, wenn ein Produkt auf dem Markt bereitgestellt wird, im Allgemeinen und bei der Ausführung von EU-Konformitätsverfahren und Risikobeurteilungen für Maschinen im Speziellen, stehe ich Ihnen gern zur Verfügung: [bialek@bialek-ing.de](mailto:bialek@bialek-ing.de)

**Zu den Grundlagen der Risikobewertung und -minderung – siehe in dem zugehörigen Dokument bzw. Abschnitt in Bezug auf die mechanische Konstruktion.**

### **Anforderungen in Bezug auf elektrische Gefährdungen**

#### **(MRL – Anhang I bzw. MVO – Anhang III, Punkt 1.5.1. und 1.5.2.)**

„Eine mit elektrischer Energie versorgte Maschine muss so konstruiert, gebaut und ausgerüstet sein, dass alle von Elektrizität ausgehenden Gefährdungen vermieden werden oder vermieden werden können.“

„Die Maschine muss so konstruiert und gebaut sein, dass eine möglicherweise gefährliche elektrostatische Aufladung vermieden oder begrenzt wird, und/oder mit Einrichtungen zum Ableiten solcher Ladungen ausgestattet sein.“



Weiterhin ist auf die MRL – Anhang I bzw. MVO – Anhang III, Pkt. 1.6.3. zu verweisen. Dort wird auf die Möglichkeit der sicheren Trennung einer Maschine von Energiequellen im Zusammenhang mit deren Instandhaltung abgestellt:

- Einrichtungen zur Trennung jeder einzelnen Energiequelle müssen vorhanden sein;
- unter bestimmten Umständen ist Steckverbindung ausreichend;
- Einrichtungen müssen klar gekennzeichnet sein;
- müssen zu sichern sein („abschließbar“), falls Wiedereinschalten Gefährdung verursacht;
- in jedem Fall „abschließbar“, falls das Bedienpersonal die Trennung vom Arbeitsplatz her nicht überwachen kann;
- Restenergie / gespeicherte Energie muss gefahrlos ableitbar sein;
- zulässig, bestimmte Kreise nicht von der Energieversorgung zu trennen (z.B. zur Datensicherung, zur Beleuchtung etc.) → muss aber für das Bedienpersonal sicher sein.

## Gefährdungsbegriffe (Gefährdungsfolgen) in Bezug auf die Gruppe der elektrischen Gefährdungen

Allgemein wird in der Liste möglicher Gefährdungen unterschieden nach:

- Lichtbogen
- Elektromagnetische Vorgänge
- Elektrostatische Vorgänge (auch durch mechanische Vorgänge)
- Gefährdungen durch Berührung spannungsführender Teile (auch indirekt aufgrund von Fehlerzuständen)
- Unzureichender Abstand zu unter Hochspannung stehende Teile
- thermische Strahlung, Herausschleudern geschmolzener Teilchen
- Überlast, Kurzschluss

## Risikominderung elektrischer Gefährdungen – allgemein

Wird die Maschine elektrisch betrieben, sind die Schutzziele der Niederspannungsrichtlinie zu erfüllen.

Trifft (auch) die „EMV – Richtlinie“ zu, so ist (auch) diese anzuwenden.

Existiert eine harmonisierte Typ-C-Norm insbesondere auch hinsichtlich elektrischer Gefährdungen und EMV – Anforderungen, so ist es empfehlenswert, die entsprechende Norm anzuwenden. (z. B. DIN EN 619 für Stetigförderer → jedoch meistens Verweis auf Querschnittsnormen)

Gibt es noch keine Produktnorm für den betrachteten Maschinentyp, kann bzgl. elektrischer Gefährdungen die Sicherheitsgruppen – Norm DIN EN 60204-1 herangezogen werden.

BEACHTEN Normen für elektr. Ausrüstung spezieller Maschinengruppen (z.B. DIN EN 60204-32 für Hebezeuge).

Bzgl. EMV gibt es für den Industriebereich die Fachgrundnormen DIN EN 61000-6-2 und 61000-6-4.

## Wichtige anwendbare Norm (Konformitätsvermutung)

Sofern keine spezielle Produktnorm vorliegt, ist die Anwendung der Norm DIN EN 60204-1 eine verlässliche Möglichkeit, die Schutzziele der Niederspannungsrichtlinie zu erfüllen.

	<b>DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)</b>	<b>DIN</b>
	<small>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etw. Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.</small>	<b>VDE</b>

Die Norm ist sowohl nach der Maschinenrichtlinie als auch nach der Niederspannungsrichtlinie harmonisiert.

→ detaillierte Anforderung an elektrische Betriebsmittel, Schaltanlagen etc. für Maschinen und maschinelle Anlagen

→ Verweis auf weitere harmonisierte Normen bezüglich Grundanforderungen zu elektrischen Betriebsmitteln

Kapitel 4 bis 15 der Norm enthalten die Anforderungen hinsichtlich der technischen Maßnahmen, um die wesentlichen Anforderungen der Niederspannungsrichtlinie einhalten zu können.

Anforderungen hinsichtlich Kennzeichnung und Dokumentation sind in den Abschnitten 16 und 17 beinhaltet.

Abschnitt 18 legt Einzelheiten zur Prüfung der Betriebsmittel fest.

## Anwendungsbereich der Norm EN 60204-1

„Dieser Teil von IEC 60204 gilt für elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Ausrüstungen und Systeme für Maschinen, die während des Arbeitens nicht von Hand getragen werden, einschließlich einer Gruppe von Maschinen, die abgestimmt zusammenarbeiten.“

U = max. 1000 V~ bzw. 1500 V= und f = max. 200 Hz

Weitere Voraussetzungen, auch Ausschlüsse sind genannt

	<b>DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)</b>	<b>DIN</b>
	<small>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etw. Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.</small>	<b>VDE</b>

Derzeit harmonisiert: **EN 60204-1:2018** (In Deutschland als DIN EN 60204-2019:06)

Die folgenden Beispielmotoren sind zur Erläuterung des Anwendungsbereiches genannt:

Metallbearbeitungs- und Metallverarbeitungsmaschinen Lebensmittelmaschinen Kunststoff- und Gummimaschinen Druck-, Papier- und Kartonmaschinen, Verpackungsmaschinen Holzbe- und -verarbeitungsmaschinen Mess- und Prüfmaschinen, Montagemaschinen Kompressoren, Pumpen Fördertechnik, Handhabungstechnik (mit der Ausnahme z. B. der Krane und Regalbediengeräte) Textilmaschinen (mit Ausnahme der Nähmaschinen),	Wäschereimaschinen Maschinen zum Kühlen, Klimatisieren, Heizen, Lüften Leder/Kunstlederwaren- und Schuhmaschinen, Gerbereimaschinen Bau- und Baustoffmaschinen Transportable Maschinen, fahrbare Maschinen Maschinen für den Personentransport Motorisch angetriebene Türen/Tore Maschinen für die Roheisenverarbeitung, Bergbau- und Steinbruchmaschinen Land- und Forstwirtschaftsmaschinen
--	---

## Einbindung in einer Normenreihe

Weitere Teile der Normenreihe EN IEC 60204 sind:

Teil 11: ... - Anforderungen an Hochspannungsausrüstung

Teil 31: ... - Besondere Sicherheits- und EMV-Anforderungen an Nähmaschinen...

Teil 32: ... - Anforderungen für Hebezeuge

Teil 33: ... - Anforderungen an Fertigungseinrichtungen für Halbleiter

Teil 34: ... - Anforderungen an Werkzeugmaschinen  
(nur als Vornorm zu einer DIN IEC/TS)

*Prinzip: Teil 1 mit Grundanforderungen + weiterer (zutreffender) Teil mit speziellen Anforderungen*

## **Kapitel 4 „Allgemeine Anforderungen“**

### 4.1 Allgemeines

- Betrachtung von Risiken und gefahrbringenden Situationen
- Empfehlung des Einsatzes eines Fragebogens (Anhang B zur Norm), um Abstimmungen zu Rahmenbedingungen des elektrischen Betriebsmittels zwischen Betreiber (Besteller) und Hersteller zu erleichtern

### 4.2 Auswahl der Ausrüstung

- Bei bestimmten elektrischen Ausrüstungen können relevante Teile von IEC 61439 berücksichtigt werden.

### 4.3 Stromversorgung

- Festlegung von Grenzwerten z. B. zu Spannung, Frequenz, Symmetrien, Unterbrechungen, Einbrüche, jeweils sofern zutreffend.
- Abweichungen davon bedürfen besonderer Vereinbarungen.

### 4.4 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen

- EMV; Umgebungstemperatur; Luftfeuchte; Höhenlage; Verschmutzung; ionisierende/nichtionisierende Strahlung; Vibration, Stoß, Schock
- Abweichungen davon bedürfen besonderer Vereinbarungen („Informationsaustausch“ z. B. mit Fragebogen nach Anhang B.

### 4.5 Transport und Lagerung

### 4.6 Handhabungsvorrichtungen

## **Kapitel 5 „Netzanschlussstellen und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten“**

### 5.1 Anforderungen an Netzanschlüsse

### 5.2 Klemmen für den Anschluss an das externe Schutzerdungs-System

- Festlegung der Mindest-Schutzleiterquerschnitte für Außenleiter-Querschnitte

### 5.3 Anforderungen an Netz-Trenneinrichtungen

- i. W. Bezugnahme auf IEC 60947
- z. B. wird in jedem Fall Abschließbarkeit gefordert
- ausreichendes Ausschaltvermögen
- Stecker (als alleinige Trennvorrichtungen) müssen unter Last gezogen werden können
- farbliche Kennzeichnung beachten
- Maßnahmen in Bezug auf ausgenommene Stromkreise

### 5.4 Einrichtungen zur Unterbrechung der Energiezufuhr zur Verhinderung von unerwartetem Anlauf

- im Zusammenhang mit EN ISO 14118
- Netztrenneinrichtungen verwendbar
- Trenner, steckbare Sicherungen, Trennlaschen nur unter bestimmten Voraussetzungen
- weitere Einrichtungen nur zum Trennen für bestimmte Arbeiten verwendbar

### 5.5 Einrichtungen zum Trennen der elektrischen Ausrüstung

- Netztrenneinrichtungen verwendbar

### 5.6 Schutz vor unbefugtem, unbeabsichtigtem und/oder irrtümlichen Schließen

- Sicherung der Trenneinrichtungen; ggf. auch Warnschilder unter bestimmten Voraussetzungen

## **Kapitel 6 „Schutz gegen elektrischen Schlag“**

### 6.1 Allgemeines

### 6.2 Basisschutz

- Schutz möglich durch: Gehäuse, Isolierung aktiver Teile, Abdeckungen, Abstand oder Hindernisse, Maßnahmen bei auftretenden Restspannungen

### 6.3 Fehlerschutz

- Schutz beschrieben durch: Verwendung von Geräten der Schutzklasse II, Schutztrennung, automatische Abschaltung der Stromversorgung

### 6.4 Schutz durch PELV

- 25 V~ bzw. 60 V= unter trockenen Bedingungen und wenn nicht damit zu rechnen ist, dass der menschliche Körper großflächig mit aktiven Teilen in Berührung kommt
- sonst: 6 V~ bzw. 15 V=

## **Kapitel 7 „Schutz der Ausrüstung“**

### 7.1 Allgemeines

Welche Einflüsse sind betrachtet?

### 7.2 Überstromschutz

### 7.3 Schutz von Motoren gegen Überhitzung

### 7.4 Schutz gegen anormale Temperaturen

### 7.5 Schutz bei Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr

### 7.6 Motor-Überdrehzahlschutz

### 7.7 Zusätzlicher Erdschluss-/Fehlerstrom-Schutz

### 7.8 Drehfeldüberwachung

### 7.9 Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schaltheandlungen

### 7.10 Bemessungskurzschlussstrom

## **Kapitel 8 „Potentialausgleich“**

### 8.1 Allgemeines

### 8.2 Schutzleitersystem

- grundsätzliche Anforderungen
- Dimensionierung, Gestaltung, Kennzeichnung der Schutzleiter
- Durchgängigkeit des Systems
- Anschlusspunkte
- Anforderungen an fahrbare Maschinen
- zusätzliche Anforderungen bei hohen Erdableitströmen

### 8.3 Maßnahmen zur Reduzierung hoher Ableitströme

### 8.4 Funktions-Potentialausgleich

## **Kapitel 9 „Steuerstromkreise und Steuerfunktionen“**

### 9.1 Steuerstromkreise

- Bauteilanforderungen und Bemessung

### 9.2 Steuerfunktionen

- Kategorien von Stopp-Funktionen
- Start- und Stopp-Funktionen

- Handlungen im Notfall (Not-Halt, Not-Aus)
- Betriebsarten
- Arten von Befehlshandlungen und Befehlseinrichtungen
- Kabellose Steuerungssysteme

9.3 Schutzverriegelungen

9.4 Steuerfunktionen im Fehlerfall

## **Kapitel 10 „Bedienerschnittstellen und an der Maschine befestigte Steuergeräte“**

10.1 Allgemeines

- Bezugnahme auf IEC 61310 und IEC 60447
- Anordnung und Montage; Schutzart
- Positionssensoren; tragbare und hängende Bedienstationen

10.2 Bedienteile (Farben und Kennzeichnungen)

10.3 Anzeigeleuchten und Anzeigen (Ausführung und Farben)

10.4 Leuchtdrucktaster

10.5 Drehbare Bedienelemente

10.6 Starteinrichtungen

10.7 Geräte für Not-Halt

10.8 Geräte für Not-Aus

10.9 Zustimmungseinrichtungen

## **Kapitel 11 „Schaltgeräte: Anordnung, Befestigung und Gehäuse“**

11.1. Allgemeine Anforderungen

11.2. Anordnung und Aufbau

(u.a. Vorschrift der Trennung nichtelektrischer Teile und Geräte von elektrischen Betriebsmitteln und Bauteilen)

11.3. Schutzart

11.4. Gehäuse, Türen und Öffnungen

11.5. Zugang zur elektrischen Ausrüstung

## **Kapitel 12 „Leiter und Leitungen“**

12.1. Allgemeine Anforderungen

12.2. Leiter (u.a. Angabe von Mindestquerschnitten)

12.3. Isolierung

12.4. Strombelastbarkeit im Normalbetrieb

(u.a. tabellarische Angabe der Belastbarkeit in Abhängigkeit vom Querschnitt und der Verlegeart)

12.5. Spannungsabfall in Leitern, Kabeln und Leitungen

12.6. Flexible Leitungen

(u.a. spezifische Strombelastbarkeiten in Abhängigkeit von der Art der Trommel und der Zahl der Lagen der Leitung)

12.7. Schleifleitungen, Stromschienen und Schleifringkörper

## **Kapitel 13 „Verdrahtungstechnik“**

13.1 Anschlüsse und Leitungsverlauf

13.2 Identifizierung von Leitern (u.a. Farb- und Symbolkennzeichnung)

13.3 Verdrahtung innerhalb von Gehäusen

13.4 Verdrahtung außerhalb von Gehäusen

- Leitungskanäle
- Verbindung zu beweglichen Maschinenteilen und zwischen Betriebsmitteln an der Maschine
- Stecker/Steckdosenkombinationen
- Demontage für den Versand
- Zusätzliche Leiter

13.5 Leitungskanäle, Klemmenkästen und andere Gehäuse

## **Kapitel 14 „Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung“**

14.1. Allgemeine Anforderungen (u.a. Bezugnahme auf IEC 60034)

14.2. Motorgehäuse (u.a. Bezugnahme auf IEC 60034-5)

14.3. Motor-Abmessungen (Bezugnahme auf IEC 60072)

14.4. Motoranordnung und –einbauräume

14.5. Kriterien für die Motorauswahl (Auflistung zu beachtender Aspekte)

14.6. Schutzgeräte für mechanische Bremsen

## **Kapitel 15 „Steckdosen und Beleuchtung“**

15.1 Steckdosen für Zubehör

15.2 Arbeitsplatzbeleuchtung an der Maschine und ihrer Ausrüstung

- Allgemeines
- Stromversorgung
- Schutz
- Befestigungen

## **Kapitel 16 „Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen“**

- Dauerhaftigkeit aller Kennzeichnungselemente sicherstellen
- Warnschild auf allen Gehäusen, bei denen nicht klar zu erkennen ist, dass sie elektrische Betriebsmittel enthalten  
Anbringung deutlich sichtbar auf der Gehäusetür oder der Abdeckung darf entfallen auf:
  - Gehäuse, bestückt mit einer Netz-Trenneinrichtung
  - Mensch-Maschine-Schnittstelle oder Bedienstation
  - einzelnes Gerät mit eigenem Gehäuse
- Warnschild, um vor heißen Oberflächen von Betriebsmitteln zu warnen

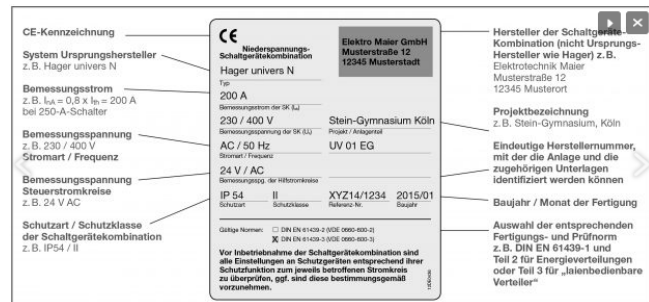


- Funktionskennzeichnung für alle Steuergeräte, optische Anzeigen und Anzeigefelder vorzugsweise durch genormte Symbole alternativ, wie zwischen Besteller und Lieferant abgestimmt

- Referenzkennzeichen für alle Gehäuse, Zubehörteile, Steuergeräte, Komponenten, wie in der technischen Dokumentation dargestellt



- Typenschild, am Gehäuse in der Nähe jeder Einspeisung
  - Name oder Firmenzeichen des Lieferanten
  - ggf. Zulassungszeichen
  - wo zutreffend: Seriennummer
  - Bemessungsspannung, Phasenzahl und Frequenz (wenn Wechselspannung), Volllaststrom für jede Einspeisung
  - Kurzschluss-Auslegung der Ausrüstung
  - Nummer der Hauptdokumentation



## Kapitel 17 „Technische Dokumentation“

Folgende Hauptdokumente, sofern zutreffend, sind gefordert:

- Hauptdokument mit Übersicht und Aufstellung der zur Ausrüstung gehörenden Dokumente
- Identifizierung der elektrischen Ausrüstung entspr. der nach Kapitel 16.4 geforderten Kennzeichnung
- Informationen für die Errichtung und Montage
- Angaben für die Verbindung von fremden leitfähigen Teilen mit dem Schutzpotentialausgleichsleiter der Maschine, die gleichzeitig mit der Maschine berührt werden können
- Informationen über die Funktion und den Betrieb
- notwendige Informationen für die Instandhaltung der elektrischen Ausrüstung
- Angaben zu Handhabung, Transport und Lagerung, wenn notwendig (z. B. Abmessungen, Gewicht, Umweltbedingungen, mögliche Alterungsbedingungen)
- Angaben über eine geeignete Demontage und Behandlung von Komponenten (z. B. zur Wiederverwertung oder Entsorgung)

normative Verweise zu den zu erbringenden Informationen:

- Strukturierungsprinzipien → IEC 81346-1
- Strukturierung von Dokumenten → IEC 62023
- Stücklisten, Ersatzteillisten und Dokumentenlisten → IEC 62027
- Produktspezifikationen → IEC/PAS 62569-1

- Gebrauchsanleitungen für versch. Lebensphasen/Tätigkeiten inkl. Bedienung → IEC 82079-1
- Referenzkennzeichnung → IEC 81346-1 und -2
- Klemmenkennzeichnung → IEC 61666
- Kennzeichnung von Leitungen → IEC 62491
- Stromlaufpläne, Übersichtszeichnungen, Klemmenpläne, etc. → 61082-1
- Identifikationssysteme → IEC 62507-1

## **Kapitel 18 „Prüfungen“**

Dort werden Prüfungen der elektrischen Ausrüstung, im Regelfall auch in der angegebenen Reihenfolge verlangt (mit Verweis auf das entsprechende Unterkapitel der Norm):

- a) Überprüfung, dass die elektrische Ausrüstung mit ihrer technischen Dokumentation übereinstimmt
- b) Überprüfung der Durchgängigkeit der Schutzleiterstromkreise (Prüfung 1 entsprechend 18.2.2)
- c) beim Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung müssen die Bedingungen für den Schutz durch automatische Abschaltung entsprechend 18.2 überprüft werden
- d) Isolationswiderstandsprüfung (siehe 18.3 )
- e) Spannungsprüfung (siehe 18.4)
- f) Schutz gegen Restspannung (siehe 18.5 )
- g) Überprüfung der relevanten Anforderungen entsprechend 8.2.6, soweit anwendbar
- h) Funktionsprüfungen (siehe 18.6)

Bei Änderungen der Ausrüstung sind Nachprüfungen gem. Kapitel 18.7 auszuführen.

## **Liste der Anhänge der Norm**

Anhang A	Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung
Anhang B	Fragebogen für die elektrische Ausrüstung von Maschinen
Anhang C	Beispiele von Maschinen, die durch diesen Teil der IEC 60204 abgedeckt sind
Anhang D	Strombelastbarkeit und Überstromschutz für Leiter und Leitungen in der elektrischen Ausrüstung von Maschinen
Anhang E	Erläuterung der Funktionen für Handlungen im Notfall
Anhang F	Anleitung für die Anwendung dieses Teils der IEC 60204
Anhang G	Vergleich typischer Leiterquerschnitte
Anhang H	Maßnahmen zur Reduzierung der elektromagnetischen Einflüsse
Anhang I	Dokumentation/Informationen

### Wichtige Normen für Warneinrichtungen

<b>Normenreihe DIN 4844</b>	Sicherheitsfarben, -zeichen, -kennzeichnung
<b>DIN EN 981</b>	Sicherheit von Maschinen - System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale
<b>DIN EN 61310 – 1</b>	sichtbare, hörbare und tastbare Signale
<b>DIN EN ISO 7731</b>	akustische Gefahrensignale
einige weitere Fachnormen	jeweils Einzelanforderungen für spezielle Produktarten bzw. Produktgruppen
















### Wichtige Normen für Sicherheitskennzeichnungen

<b>Normenreihe DIN 4844</b>	Sicherheitsfarben, -zeichen, -kennzeichnung
<b>Normenreihe DIN EN 61310</b>	Sicherheit von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen
<b>DIN ISO 7000</b>	Graphische Symbole auf Einrichtungen
<b>DIN EN ISO 7010</b>	Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Registrierte Sicherheitszeichen
<b>ANSI Z.535</b>	American National Standard for Safety Colors
einige weitere Fachnormen <b>in harmonisierten Produktnormen</b>	jeweils Einzelanforderungen für spezielle Produktarten bzw. Produktgruppen

## Warn- und Anzeigeeinrichtungen – wichtige Grundsätze

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- leichte Zugänglichkeit</li><li>- guter Blickkontakt von normaler Bedien- oder Beobachtungsposition aus (möglichst im +/- 30° Blickwinkel in der Vertikalen und Horizontalen)</li><li>- außerhalb möglicher Gefahrenbereiche</li><li>- Gefahr der Schädigung durch andere Tätigkeiten mindern (z.B. Materialtransport o.ä.)</li><li>- im Zusammenhang mit Handbedienung: mind. 0,6 m oberhalb der Bedienebene</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- wichtige Anzeigen im Bereich der Sehlinie; unwichtigere am Rand des Sehbereiches</li><li>- eingeschränkte Erkennbarkeit z.B. von LCD-Anzeigen oder z.T. auch von LED's beachten (Anzeigefelder zum Bediener hin neigen)</li><li>- Anzeigen dürfen nicht durch die Hand, die ein Stellteil bedient, verdeckt werden</li><li>- Zeichenbreite mind. 50% der Zeichenhöhe</li><li>- Strichstärken nach Norm ausführen</li><li>- Anordnung von Anzeigen in der Reihenfolge von Arbeitssequenzen (und zwar von links nach rechts und/oder von oben nach unten)</li></ul> |
|--|---|

## Optische Warnsignale – wichtige Grundsätze

- |   |   |   |  |   |  |   |   |   |               |   |  |
|---|---|---|--|---|--|---|---|---|---------------|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- deutlich sichtbar (unter allen typischen Lichtbedingungen) und von anderen Lichtsignalen o.ä. unterscheidbar</li><li>- Blinklichter möglichst nur für optische Notsignale einsetzen</li><li>- Unterscheidbarkeit herstellen, falls mehrere Warnsignale vorhanden sind</li><li>- gleiche Anforderungen auch an Leuchtdrucktaster</li><li>- in Anzeigesäulen an Maschinen sollte die Farbfolge von oben nach unten ROT, GELB, BLAU, GRÜN, WEISS sein</li><li>- Stromkreise für Anzeigeleuchten (inkl. Leuchtdrucktaster) müssen mit Einrichtungen ausgestattet sein, um die Betriebsbereitschaft der Lampen zu überprüfen („Lampentest“) (siehe DIN EN 60204-1)</li></ul> | <table><tr><td></td><td>Gefahr (Notfall, Alarm, Systemausfall, Halt, Verbot)</td></tr><tr><td></td><td>Warnung (Eingriff notwendig, Aufmerksamkeit, Vorwarnung)</td></tr><tr><td></td><td>Bedieneranforderung (Handeln erforderlich, im Regelfall ohne drohende Gefahr, Schutzsignal)</td></tr><tr><td></td><td>Normalzustand</td></tr><tr><td></td><td>jeder andere Zustand, Überwachungen, Ablaufkennzeichnungen, Freigaben etc.</td></tr></table> |  | Gefahr (Notfall, Alarm, Systemausfall, Halt, Verbot) |  | Warnung (Eingriff notwendig, Aufmerksamkeit, Vorwarnung) |  | Bedieneranforderung (Handeln erforderlich, im Regelfall ohne drohende Gefahr, Schutzsignal) |  | Normalzustand |  | jeder andere Zustand, Überwachungen, Ablaufkennzeichnungen, Freigaben etc. |
|    | Gefahr (Notfall, Alarm, Systemausfall, Halt, Verbot)  |   |  |   |  |   |   |   |               |   |  |
|    | Warnung (Eingriff notwendig, Aufmerksamkeit, Vorwarnung)  |   |  |   |  |   |   |   |               |   |  |
|    | Bedieneranforderung (Handeln erforderlich, im Regelfall ohne drohende Gefahr, Schutzsignal)   |   |  |   |  |   |   |   |               |   |  |
|    | Normalzustand   |   |  |   |  |   |   |   |               |   |  |
|    | jeder andere Zustand, Überwachungen, Ablaufkennzeichnungen, Freigaben etc.  |   |  |   |  |   |   |   |               |   |  |

## Anzeigeeinrichtungen – wichtige Grundsätze für digitale Anzeigen

- nur zum Ablesen von Messwerten verwenden, nicht zur Anzeige von gefährlichen Zuständen oder Messgrößen
- bei mechanisch digitalen Anzeigen müssen Ziffern im Fenster vollständig erkennbar sein
- 7-Segment-Anzeigen nur für Ziffern, nicht für sonst. Zeichen verwenden
- Zweier- oder Dreiergruppen bilden, falls viele Ziffern abgelesen werden müssen

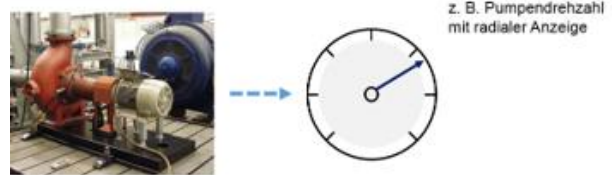
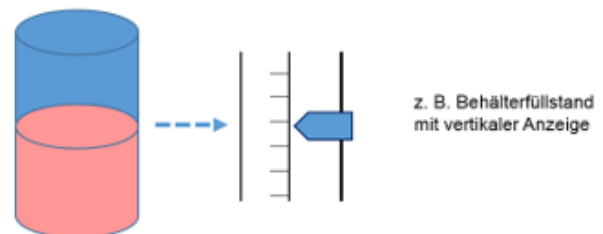
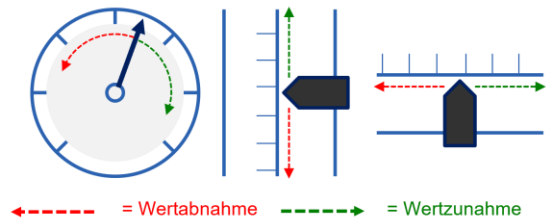
## Anzeigeeinrichtungen – wichtige Grundsätze für analoge Anzeigen

(vgl. i. W.: EN 894-2)

- sinnfällige Bewegungsrichtungen der Anzeigen
- Skalenteilungen nach Norm
- Strichabmessungen nach Norm
- Skalenbereich sollen den Messbereichen entsprechen
- Anzeigen, die zueinander in Beziehung stehen gruppieren
- innerhalb einer Gruppe – alle Zeiger die gleiche Winkelstellung im Normalzustand (Abweichungen so besser erkennbar)



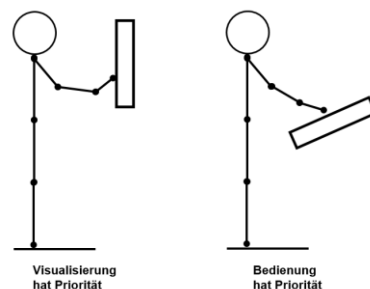
- Anzeigemarke auch dann noch erkennbar, wenn sie sich aus dem Skalenbereich heraus bewegt
- Skalen kompatibel zur Steuerbewegung



## Anzeigeeinrichtungen – wichtige Grundsätze für Displays

(vgl. i. W.: VDI/VDE 3850-2; DGUV Information 209-069)

- In Augenhöhe, wenn das Erkennen und Beobachten die primäre Aufgabe ist
- In Pultform, wenn das Bedienen und Interagieren primär ist.



## Anzeigeeinrichtungen – wichtige Grundsätze für Displays

(vgl. i. W.: EN ISO 9241-303)

- Sehabstand  $< 200 \times$  Zeichenhöhe
- Displays auch von leicht seitlicher Position ablesbar
- Ablesbarkeit nicht durch Maschinenvibrationen beeinflusst
- Oberflächen reflexionsarm
- Kontrast und Helligkeiten ausreichend und einstellbar
- ungünstige Farbkombinationen vermeiden (Rot auf Blau, Blau auf Rot, Blau auf dunklem Hintergrund)



- Positivdarstellung bevorzugt (dunkle Zeichen auf hellem Grund)
- jedoch ansonsten Kontrastunterschiede zwischen Display und Umgebung möglichst gering

