

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln</b><br>Deutsche Fassung EN 50178:1997                                                                                                                                                                                           | <b>DIN</b><br><b>EN 50178</b>     |
| <b>VDE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden. | Klassifikation<br><b>VDE 0160</b> |
| <p>ICS 29.240.01</p> <p>Deskriptoren: Starkstromanlage, elektronisches Betriebsmittel, Sicherheit, Zuverlässigkeit</p> <p>Electronic equipment for use in power installations;<br/>German version EN 50178:1997</p> <p>Équipement électronique utilisé dans les installations de puissance;<br/>Version allemande EN 50178:1997</p> <p><b>Die Europäische Norm EN 50178:1997 hat den Status einer Deutschen Norm.</b></p> <p><b>Beginn der Gültigkeit</b><br/>Die EN 50178 wurde am 1997-07-01 angenommen.<br/>Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 50178 (VDE 0160):1994-11.</p> <p><b>Übergangsfrist</b><br/>Siehe Abschnitt „Vorwort“ der EN.</p> <p>Fortsetzung Seite 2 bis 6 und<br/>119 Seiten EN</p> <p>Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |

## Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung EN 50178:1997 „Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 226 „Ausrüstung von Starkstromgeräten und -anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der in dieser Norm zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Der Nationale Anhang NB (informativ) enthält die deutschen Begriffe in alphabetischer Reihenfolge (Seite 113), da im Normtext die Begriffe in der alphabetischer Reihenfolge der englischen Begriffe angeordnet sind.

| Europäische Norm                                                  | Internationale Norm                                              | Deutsche Norm                                                                                                                                             | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk                         |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| EN 29000:1990                                                     | –                                                                | –                                                                                                                                                         | –                                                              |
| EN 50081-1:1992                                                   | –                                                                | DIN EN 50081-1<br>(VDE 0839 Teil 81-1):1993-03                                                                                                            | VDE 0839 Teil 81-1                                             |
| EN 50081-2:1993                                                   | –                                                                | DIN EN 50081-2<br>(VDE 0839 Teil 81-2):1994-03                                                                                                            | VDE 0839 Teil 81-2                                             |
| EN 50082-1:1992                                                   | –                                                                | DIN EN 50082-1<br>(VDE 0839 Teil 82-1):1993-03                                                                                                            | VDE 0839 Teil 82-1                                             |
| EN 50082-2:1995<br>prEN 50082-2:1996                              | –                                                                | DIN EN 50082-2<br>(VDE 0839 Teil 82-2):1996-02                                                                                                            | VDE 0839 Teil 82-2                                             |
| prEN 50093:1991                                                   | –                                                                | –                                                                                                                                                         | –                                                              |
| EN 60068-2-2:1993<br>EN 60068-2-2/A1:1993<br>EN 60068-2-2/A2:1994 | IEC 60068-2-2:1974<br>IEC 60068-2-2A:1976<br>+ A1:1993 + A2:1994 | DIN EN 60068-2-2:1994-08<br>DIN EN 60068-2-2/A2:1995-01                                                                                                   | –                                                              |
| EN 60068-2-6:1995                                                 | IEC 60068-2-6:1995                                               | DIN EN 60068-2-6:1996-05                                                                                                                                  | –                                                              |
| EN 60068-2-31:1993                                                | IEC 60068-2-31:1969<br>+ A1:1982                                 | DIN EN 60068-2-31:1995-03                                                                                                                                 | –                                                              |
| EN 60071-1:1995                                                   | IEC 60071-1:1993                                                 | DIN EN 60071-1<br>(VDE 0111 Teil 1):1996-07                                                                                                               | VDE 0111 Teil 1                                                |
| EN 60071-2:1997                                                   | IEC 60071-2:1996                                                 | –                                                                                                                                                         | –                                                              |
| EN 60146-1-1:1993                                                 | IEC 60146-1-1:1991                                               | DIN EN 60146-1-1<br>(VDE 0558 Teil 11):1994-03                                                                                                            | VDE 0558 Teil 11                                               |
| EN 60269-1:1989<br>EN 60269-1/A1:1994<br>EN 60269-1/A2:1997       | IEC 60269-1:1986<br>+ A1:1994<br>+ A2:1995                       | DIN VDE 0636-10<br>(VDE 0636 Teil 10):1992-07<br>DIN EN 60269-1/A1<br>(VDE 0636 Teil 10/A1):1995-02<br>DIN EN 60269-1/A2<br>(VDE 0636 Teil 10/A2):1997-07 | VDE 0636 Teil 10<br>VDE 0636 Teil 10/A1<br>VDE 0636 Teil 10/A2 |
| EN 60352-1:1994                                                   | IEC 60352-1:1983                                                 | DIN EN 60352-1:1995                                                                                                                                       | –                                                              |
| EN 60352-2:1994<br>EN 60352-2/A1:1997                             | IEC 60352-2:1990<br>+ A1:1996                                    | DIN EN 60352-2:1995-09<br>DIN EN 60352-2/A1:1997-06                                                                                                       | –                                                              |
| EN 60529:1991                                                     | IEC 60529:1989                                                   | DIN VDE 0470-1<br>(VDE 0470 Teil 1):1992-11                                                                                                               | VDE 0470 Teil 1                                                |
| EN 60721-3-1:1997                                                 | IEC 60721-3-1:1997                                               | –                                                                                                                                                         | –                                                              |

(fortgesetzt)

Tabelle (fortgesetzt)

| Europäische Norm                                             | Internationale Norm                  | Deutsche Norm                                                                                                                                                                                                                                                                   | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk                                              |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 60721-3-2:1997                                            | IEC 60721-3-2:1997                   | –                                                                                                                                                                                                                                                                               | –                                                                                   |
| EN 60721-3-3:1995<br>EN 60721-3-3/A2:1997                    | IEC 60721-3-3:1993<br>+ A2:1996      | DIN EN 60721-3-3:1995-09                                                                                                                                                                                                                                                        | –                                                                                   |
| EN 60721-3-4:1995<br>EN 60721-3-4/A1:1997                    | IEC 60721-3-4:1995<br>+ A1:1996      | DIN EN 60721-3-4:1995-09                                                                                                                                                                                                                                                        | –                                                                                   |
| EN 61008-1:1994<br>EN 61008-1/A2:1995<br>EN 61008-1/A11:1995 | IEC 61008-1                          | E DIN VDE 0664-108:1996-12                                                                                                                                                                                                                                                      | VDE 0664 Teil 108                                                                   |
| EN 61136-1:1995                                              | IEC 61136-1:1992*)                   | DIN EN 61136-1:1995-12                                                                                                                                                                                                                                                          | –                                                                                   |
| EN 61180-1:1994                                              | IEC 61180-1:1992                     | DIN EN 61180-1<br>(VDE 0432 Teil 10):1995-05                                                                                                                                                                                                                                    | VDE 0432 Teil 10                                                                    |
| HD 21.7 S2:1996                                              | –                                    | DIN VDE 0281-7<br>(VDE 0281 Teil 7):1996-10                                                                                                                                                                                                                                     | VDE 0281 Teil 7                                                                     |
| HD 193 S2:1982                                               | IEC 60449:1973<br>+ A1:1979          | –                                                                                                                                                                                                                                                                               | –                                                                                   |
| HD 214 S2:1980                                               | IEC 60112:1979                       | DIN VDE 0303-1 (DIN IEC 112)<br>(VDE 0303 Teil 1):1984-06                                                                                                                                                                                                                       | VDE 0303 Teil 1                                                                     |
| HD 243 S12:1995                                              | Normen der Reihe<br>IEC 60417        | –                                                                                                                                                                                                                                                                               | –                                                                                   |
| HD 323.2.3 S2:1987                                           | IEC 60068-2-3:1969                   | DIN IEC 60068-2-3:1986-12                                                                                                                                                                                                                                                       | –                                                                                   |
| HD 323.2.28 S1:1988                                          | –                                    | –                                                                                                                                                                                                                                                                               | –                                                                                   |
| HD 366 S1:1977                                               | IEC 60536:1976                       | DIN VDE 0106-1 (DIN 57106-1)<br>(VDE 0106 Teil 1):1982-05                                                                                                                                                                                                                       | VDE 0106 Teil 1                                                                     |
| HD 384.3 S2:1995                                             | IEC 60364-3:1993*)                   | DIN VDE 0100-300<br>(VDE 0100 Teil 300):1996-01                                                                                                                                                                                                                                 | –                                                                                   |
| HD 384.4.43 S1:1980                                          | IEC 60364-4-43:1977*)                | –                                                                                                                                                                                                                                                                               | –                                                                                   |
| HD 384.4.47 S2:1995                                          | IEC 60364-4-47:1981*)<br>+ A1:1993*) | DIN VDE 0100-470<br>(VDE 0100 Teil 470):1996-02                                                                                                                                                                                                                                 | VDE 0100 Teil 470                                                                   |
| HD 384.4.473 S1:1980                                         | IEC 60364-4-473:<br>1977*)           | –                                                                                                                                                                                                                                                                               | –                                                                                   |
| HD 384.5.523 S1:1991                                         | IEC 60364-5-523:<br>1983*)           | –                                                                                                                                                                                                                                                                               | –                                                                                   |
| HD 384.5.54 S1:1988                                          | IEC 60364-5-54:1980*)                | DIN VDE 0100-540/A1<br>(VDE 0100 Teil 540/A1):<br>1992-01*)                                                                                                                                                                                                                     | VDE 0100 Teil 540/A1                                                                |
| HD 384.6.61 S1:1992                                          | IEC 60364-6-61:1986*)                | DIN VDE 0100-610<br>(VDE 0100 Teil 610):1994-04                                                                                                                                                                                                                                 | VDE 0100 Teil 610                                                                   |
| HD 413.3 S1:1987                                             | IEC 60654-3:1983                     | DIN IEC 60654-3:1985-09                                                                                                                                                                                                                                                         | –                                                                                   |
| HD 472 S1:1989                                               | IEC 60038:1983*)                     | DIN 49445:1991-10<br>DIN 49446:1991-10<br>DIN 49447:1991-10<br>DIN 49448:1991-10<br>DIN VDE 0620<br>(VDE 0620):1992-05<br>DIN VDE 0250-201<br>(VDE 0250 Teil 201):1992-09<br>DIN VDE 0250-603<br>(VDE 0250 Teil 603):1992-09<br>DIN VDE 0250-806<br>(VDE 0250 Teil 806):1992-09 | VDE 0620<br><br>VDE 0250 Teil 201<br><br>VDE 0250 Teil 603<br><br>VDE 0250 Teil 806 |
| *) Nicht übereinstimmend.                                    |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |

(fortgesetzt)

**Tabelle (abgeschlossen)**

| Europäische Norm          | Internationale Norm                      | Deutsche Norm                                        | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|---------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| HD 493.1 S1:1988          | IEC 60297-1:1986                         | –                                                    | –                                      |
| HD 588.1 S1:1991          | IEC 60060-1:1989                         | DIN IEC 60060-1<br>(VDE 0432 Teil 1):1994-06         | VDE 0432 Teil 1                        |
| HD 625.1 S1:1996          | IEC 60664-1:1992*)                       | DIN VDE 0110-1<br>(VDE 0110 Teil 1):1997-04          | VDE 0110 Teil 1                        |
| –                         | IEC 60050(151):1978                      | DIN 40200:1981-10<br>DIN IEC 60050-151:1983-12       | –                                      |
| –                         | IEC 60050(161):1990                      | DIN IEC 60050-161:1995-07                            | –                                      |
| HD 384.2 S1:1986          | IEC 60050(826):1982                      | DIN VDE 0100-200<br>(VDE 0100 Teil 200):1993-11      | –                                      |
| HD 384.4.41 S2:1996*)     | IEC 60364-4-41:1992                      | DIN VDE 0100-410<br>(VDE 0100 Teil 410):1997-01*)    | VDE 0100 Teil 410                      |
| –                         | IEC 60364-6-61/A1:1993                   | –                                                    | –                                      |
| –                         | IEC 60536-2:1992                         | –                                                    | –                                      |
| prHD 625.3 S1:1997        | IEC 60664-3:1992                         | –                                                    | –                                      |
| –                         | Normen der Reihe IEC 60747               | Normen der Reihe DIN IEC 60747                       | –                                      |
| –                         | Normen der Reihe IEC 60748               | Normen der Reihe DIN IEC 60748                       | –                                      |
| –                         | IEC 60755:1983<br>+ A1:1988<br>+ A2:1992 | –                                                    | –                                      |
| –                         | IEC 60990:1990                           | –                                                    | –                                      |
| –                         | IEC 61000-2-1:1990                       | –                                                    | –                                      |
| ENV 61000-2-2:1993*)      | IEC 61000-2-2:1990                       | DIN V ENV 61000-2-2<br>(VDE 0839 Teil 2-2):1994-05*) | VDE 0839 Teil 2-2                      |
| –                         | IEC 61140:1992                           | –                                                    | –                                      |
| –                         | IEC 61201:1992                           | –                                                    | –                                      |
| –                         | IEC Guide 106:1996                       | –                                                    | –                                      |
| *) Nicht übereinstimmend. |                                          |                                                      |                                        |

## Änderungen

Gegenüber der Ausgabe **DIN VDE 0160 (VDE 0160):1988-05** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- EN 50178:1997 wurde übernommen.

## Frühere Ausgaben

DIN 57160-2 (VDE 0160 Teil 2):1975-10

DIN 57160 (VDE 0160):1981-11

DIN 57160/A1 (VDE 0160/A1):1983-08

DIN 57160/A7 (VDE 0160/A7):1984-05

DIN VDE 0160 (VDE 0160):1986-01

**DIN VDE 0160 (VDE 0160):1988-05**

**Nationaler Anhang NA** (informativ)

**Literaturhinweise**

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 40200                                                | Nennwert, Grenzwert, Bemessungswert, Bemessungsdaten – Begriffe                                                                                                                                                                                                                        |
| DIN 49445                                                | Dreipolige Steckdosen mit N- und mit Schutzkontakt 16 A AC 400/230 V; Hauptmaße                                                                                                                                                                                                        |
| DIN 49446                                                | Dreipoliger Stecker mit N- und mit Schutzkontakt 16 A AC 400/230 V; Hauptmaße                                                                                                                                                                                                          |
| DIN 49447                                                | Dreipolige Steckdosen mit N- und mit Schutzkontakt 25 A AC 400/230 V; Hauptmaße                                                                                                                                                                                                        |
| DIN 49448                                                | Dreipoliger Stecker mit N- und mit Schutzkontakt 25 A AC 400/230 V; Hauptmaße                                                                                                                                                                                                          |
| <b>DIN EN 50081-1</b><br><b>(VDE 0839 Teil 81-1)</b>     | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm Störaussendung – Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe; Deutsche Fassung EN 50081-1:1992                                                                                                    |
| <b>DIN EN 50081-2</b><br><b>(VDE 0839 Teil 81-2)</b>     | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm Störaussendung – Teil 2: Industriebereich; Deutsche Fassung EN 50081-2:1993                                                                                                                                                   |
| <b>DIN EN 50082-1</b><br><b>(VDE 0839 Teil 82-1)</b>     | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm Störfestigkeit – Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe; Deutsche Fassung EN 50082-1:1992                                                                                                    |
| <b>DIN EN 50082-2</b><br><b>(VDE 0839 Teil 82-2)</b>     | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm Störfestigkeit – Teil 2: Industriebereich; Deutsche Fassung EN 50082-2:1995                                                                                                                                                   |
| DIN EN 60068-2-2                                         | Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfgruppe B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 60068-2-2A:1976 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993 + A1:1993                                                                                                                   |
| DIN EN 60068-2-2/A2                                      | Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfgruppe B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974/A2:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1990/A2:1994                                                                                                                                             |
| DIN EN 60068-2-6                                         | Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Fc: Schwingen, sinusförmig (IEC 60068-2-6:1995 + Corr. 1995); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:1995                                                                                                                                          |
| DIN EN 60068-2-31                                        | Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ec: Kippfallen und Umstürzen, vornehmlich für Geräte (IEC 60068-2-31:1969 + A1:1982); Deutsche Fassung EN 60068-2-31:1993                                                                                                                 |
| <b>DIN EN 60071-1</b><br><b>(VDE 0111 Teil 1)</b>        | Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:1993); Deutsche Fassung EN 60071-1:1995                                                                                                                                                           |
| <b>DIN EN 60146-1-1</b><br><b>(VDE 0558 Teil 11)</b>     | Halbleiter-Stromrichter – Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter – Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen (IEC 60146-1-1:1991); Deutsche Fassung EN 60146-1-1:1993                                                                                                |
| <b>DIN EN 60269-1/A1</b><br><b>(VDE 0636 Teil 10/A1)</b> | Niederspannungssicherungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60269-1:1986/A1:1994); Deutsche Fassung EN 60269-1:1989/A1:1994                                                                                                                                                     |
| <b>DIN EN 60269-1/A2</b><br><b>(VDE 0636 Teil 10/A2)</b> | Niederspannungssicherungen – Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60269-1:1986/A2:1995, mod.); Deutsche Fassung EN 60269-1:1989/A2:1997                                                                                                                                                |
| DIN EN 60352-1                                           | Lötfreie elektrische Verbindungen – Teil 1: Wickelverbindungen; Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise (IEC 60352-1:1983); Deutsche Fassung EN 60352-1:1994                                                                                                    |
| DIN EN 60352-2                                           | Lötfreie elektrische Verbindungen – Teil 2: Crimpverbindungen; Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise (IEC 60352-2:1990); Deutsche Fassung EN 60352-2:1994                                                                                                     |
| DIN EN 60352-2/A1                                        | Lötfreie elektrische Verbindungen – Teil 2: Crimpverbindungen; Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise (IEC 60352-2:1990/A1:1996); Deutsche Fassung EN 60352-2:1994/A1:1997                                                                                     |
| DIN EN 60721-3-3                                         | Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte – Hauptabschnitt 3: Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (IEC 60721-3-3:1994); Deutsche Fassung EN 60721-3-3:1995                                                                  |
| DIN EN 60721-3-4                                         | Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte – Hauptabschnitt 4: Ortsfester Einsatz, nicht wettergeschützt (IEC 60721-3-4:1995); Deutsche Fassung EN 60721-3-4:1995                                                            |
| <b>DIN V ENV 61000-2-2</b><br><b>(VDE 0839 Teil 2-2)</b> | Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 2: Umgebungsbedingungen; Hauptabschnitt 2: Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen (IEC 61000-2-2:1990, mod.); Deutsche Fassung ENV 61000-2-2:1993 |
| DIN EN 61136-1                                           | Halbleiter-Stromrichter – Regelbare elektrische Antriebssysteme; Allgemeine Anforderungen – Teil 1: Nennwerte, insbesondere für Gleichstromantriebe (IEC 61136-1:1995, mod.); Deutsche Fassung EN 61136-1:1995                                                                         |

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN EN 61180-1<br>(VDE 0432 Teil 10)                 | Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte – Teil 1: Begriffe, Prüfung und Prüfbedingungen (IEC 61180-1:1992); Deutsche Fassung EN 61180-1:1994                                                                  |
| DIN IEC 60050-151                                    | Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 151: Elektrische und magnetische Bauelemente und Geräte                                                                                                              |
| DIN IEC 60050-161                                    | Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 161: Elektromagnetische Verträglichkeit (IEC 60050(161):1990)                                                                                                        |
| DIN IEC 60060-1<br>(VDE 0432 Teil 1)                 | Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corr. März 1990); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991                                                                   |
| DIN IEC 60068-2-3                                    | Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren – Prüfungen; Prüfung Ca: Feuchte Wärme, konstant; Identisch mit IEC 60068-2-3, Ausgabe 1969 (Stand 1984)                                                                 |
| DIN IEC 60654-3                                      | Einsatzbedingungen für Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik – Mechanische Einflüsse; Identisch mit IEC 60654-3, Ausgabe 1983                                                           |
| Normen der Reihe<br>DIN IEC 60747                    | Halbleiterbauelemente – Einzel-Halbleiterbauelemente                                                                                                                                                                      |
| Normen der Reihe<br>DIN IEC 60748                    | Halbleiterbauelemente – Integrierte Schaltungen                                                                                                                                                                           |
| DIN VDE 0100-200<br>(VDE 0100 Teil 200)              | Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Begriffe                                                                                                                                                  |
| DIN VDE 0100-300<br>(VDE 0100 Teil 300)              | Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Teil 3: Bestimmungen allgemeiner Merkmale (IEC 60364-3:1993, mod.); Deutsche Fassung HD 384.3 S2:1995                                                     |
| DIN VDE 0100-410<br>(VDE 0100 Teil 410)              | Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:1992, mod.); Deutsche Fassung HD 384.4.41 S2:1996                   |
| DIN VDE 0100-470<br>(VDE 0100 Teil 470)              | Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 47: Anwendung der Schutzmaßnahmen (IEC 60364-4-47:1981 + A1:1993, mod.); Deutsche Fassung HD 384.4.47 S2:1995            |
| DIN VDE 0100-540/A1<br>(VDE 0100 Teil 540/A1)        | Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter; Änderung 1                                           |
| DIN VDE 0100-610<br>(VDE 0100 Teil 610)              | Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Prüfungen; Erstprüfungen                                                                                                                                  |
| DIN VDE 0106-1<br>(DIN 57106-1)<br>(VDE 0106 Teil 1) | Schutz gegen elektrischen Schlag – Klassifizierung von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln                                                                                                                    |
| DIN VDE 0110-1<br>(VDE 0110 Teil 1)                  | Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:1992, mod.); Deutsche Fassung HD 625.1 S1:1996                             |
| DIN VDE 0250-201<br>(VDE 0250 Teil 201)              | Isolierte Starkstromleitungen – Stegleitung                                                                                                                                                                               |
| DIN VDE 0250-603<br>(VDE 0250 Teil 603)              | Isolierte Starkstromleitungen – Gummi-Pendelschnur                                                                                                                                                                        |
| DIN VDE 0250-806<br>(VDE 0250 Teil 806)              | Isolierte Starkstromleitungen – Gummischlauchleitung NMHVOeU                                                                                                                                                              |
| DIN VDE 0281-7<br>(VDE 0281 Teil 7)                  | PVC-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 7: Einadrige Leitungen ohne Mantel für die innere Verdrahtung mit einer höchstzulässigen Temperatur am Leiter von 90 °C; Deutsche Fassung HD 21.7 S2:1996 |
| DIN IEC 112<br>(VDE 0303 Teil 1)                     | Verfahren zur Bestimmung der Vergleichszahl und Prüfwahl der Kriechwegbildung auf festen isolierenden Werkstoffen unter feuchten Bedingungen                                                                              |
| DIN VDE 0470-1<br>(VDE 0470 Teil 1)                  | Schutzarten durch Gehäuse (IP Code) (IEC 60529 (1989), 2. Ausgabe); Deutsche Fassung EN 60529:1991                                                                                                                        |
| DIN VDE 0620<br>(VDE 0620)                           | Steckvorrichtungen bis 400 V 25 A                                                                                                                                                                                         |
| DIN VDE 0636-10<br>(VDE 0636 Teil 10)                | Niederspannungssicherungen – Allgemeine Festlegungen (IEC 60269-1:1986); Deutsche Fassung EN 60269-1:1989                                                                                                                 |

ICS 29.240.00

Deskriptoren: Elektrische Anlage, Industrielle elektrische Anlage, Elektronisches Betriebsmittel, Begriffe, Bemessung, Sicherheit, Schutz gegen gefährliche Körperströme, Schutz vor aktiven Teilen, Klimabedingungen, Elektrische Anforderungen, Mechanische Anforderungen, Prüfungen, Kennzeichnung

Deutsche Fassung

## Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

Electronic equipment for use  
in power installations

Équipement électronique utilisé  
dans les installations de puissance

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1997-07-01 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (deutsch, englisch, französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

## CENELEC

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

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel**

## Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von Task Force CENELEC/BTTF 60-1 „Assembly of electronic equipment“ ausgearbeitet.

Ein erster Entwurf wurde im August 1994 zur CENELEC-Umfrage (6MP) vorgelegt, fand aber keine Zustimmung. Ein zweiter Entwurf wurde im September 1995 zur CENELEC-Umfrage (2MP) eingereicht und angenommen. Der Schlußentwurf wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 1997-07-01 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1998-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-06-01

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen. In dieser Norm sind die Anhänge A und B informativ.

Der Anhang A enthält zusätzliche Angaben, z. B. als Grundlage für die Bemessung. Außerdem sind Hinweise angegeben, wenn damit zu rechnen ist, daß neue Normen erstellt werden. Funktionen und Merkmale, die im informativen Anhang A dargestellt sind, können wahlweise für elektronische Betriebsmittel verwendet werden, vorausgesetzt, daß Prüfverfahren festgelegt und Prüfgeräte verfügbar sind. In jedem Fall müssen diese Punkte zwischen dem Kunden und dem Hersteller erörtert und geklärt werden.

Anhang B ist in Beratung. Er soll Tabellen mit allen wichtigen Bildern und Werten enthalten. Er wird eine gedrängte Übersicht über die Bedingungen und Anforderungen zur Unterstützung des Anwenders dieser Norm enthalten.

Die Anforderungen im normativen Teil dieser Europäischen Norm beruhen auf Grund- und Fachgrundnormen von IEC und CLC, soweit solche Normen bestehen. Dies gilt besonders für die Anforderungen an die Sicherheit und Umgebungsbedingungen. Zusätzliche Anforderungen werden festgelegt, sofern erforderlich.

Diese Europäische Norm ist eine harmonisierte Norm für die Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln nach der Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG. Zur Einhaltung dieser Richtlinie sind keine zusätzlichen Anforderungen zu erfüllen.

## Inhalt

|                                                                                              | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                         | 2     |
| <b>Einleitung</b> .....                                                                      | 10    |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                             | 11    |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                        | 11    |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                                      | 13    |
| <b>4 Anforderungen an das Gesamtsystem</b> .....                                             | 19    |
| 4.1 Bestimmungsgemäße Funktion .....                                                         | 19    |
| 4.2 Personen- und Sachschäden .....                                                          | 19    |
| 4.3 EB am ungeerdeten Netz bei Erdschluß .....                                               | 20    |
| 4.4 Anforderungen an die Erdung (Masseanschluß, Erdung und Schirmung) .....                  | 20    |
| 4.5 Verbindungsleitungen .....                                                               | 20    |
| 4.6 Sicherungen in Neutral- und Schutzleitern .....                                          | 20    |
| <b>5 Sicherheitsanforderungen</b> .....                                                      | 21    |
| 5.1 Allgemeine Anforderungen .....                                                           | 21    |
| 5.2 Anforderungen an EB zum Schutz gegen gefährliche Körperströme .....                      | 21    |
| 5.2.1 Anforderungen für den Schutz gegen gefährliche Körperströme .....                      | 21    |
| 5.2.2 Schutz gegen direktes Berühren .....                                                   | 21    |
| 5.2.3 Schutz durch Isolierung aktiver Teile .....                                            | 23    |
| 5.2.4 Schutz durch Gehäuse und Abdeckungen .....                                             | 25    |
| 5.2.4.1 Abstände .....                                                                       | 25    |
| 5.2.5 Entladung von Kondensatoren .....                                                      | 25    |
| 5.2.6 Einbaugeräte .....                                                                     | 25    |
| 5.2.7 EB für abgeschlossene elektrische Betriebsstätten .....                                | 25    |
| 5.2.8 Schutz bei direktem Berühren .....                                                     | 25    |
| 5.2.8.1 Schutz durch Kleinspannung mit Sicherer Trennung (SELV- und PELV-System) .....       | 26    |
| 5.2.8.2 Schutz durch Begrenzung der Entladungsenergie .....                                  | 26    |
| 5.2.8.3 Schutz durch Schutzimpedanz .....                                                    | 26    |
| 5.2.8.4 Schutz durch Anwendung von Spannungsbegrenzung in Steuerstromkreisen .....           | 26    |
| 5.2.8.5 Steckverbindungen .....                                                              | 27    |
| 5.2.9 Schutz bei indirektem Berühren .....                                                   | 27    |
| 5.2.9.1 Isolierung zwischen aktiven Teilen und Körper .....                                  | 27    |
| 5.2.9.2 Schutzverbindung .....                                                               | 27    |
| 5.2.9.3 Bemessung der Schutzverbindung .....                                                 | 27    |
| 5.2.9.4 Korrosionsschutz .....                                                               | 28    |
| 5.2.9.5 Schutzverbindungsleiter mit kleinem Querschnitt .....                                | 28    |
| 5.2.9.6 EB mit einer Spannung über AC 1400 V oder DC 2000 V .....                            | 28    |
| 5.2.9.7 Unterbrechung .....                                                                  | 28    |
| 5.2.9.8 Kennzeichnung .....                                                                  | 28    |
| 5.2.10 Anschlußstelle für den Schutzleiter .....                                             | 28    |
| 5.2.11 Ableitstrom und Fehlerstrom .....                                                     | 28    |
| 5.2.11.1 Hoher Ableitstrom .....                                                             | 28    |
| 5.2.11.2 Verträglichkeit mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen bei niedrigem Ableitstrom ..... | 29    |
| 5.2.12 Besonderheiten bei EB der Schutzklasse II .....                                       | 30    |
| 5.2.13 Maßgebende Spannung .....                                                             | 30    |
| 5.2.14 Feste Isolierung, Isolierung von Stromkreisen .....                                   | 33    |
| 5.2.14.1 Stromkreise gegen Körper oder berührbare Oberflächen eines EB .....                 | 33    |
| 5.2.14.2 Stromkreis gegen Stromkreis .....                                                   | 34    |
| 5.2.14.3 Überbrückung der Isolierung durch leitfähige Teile .....                            | 34    |
| 5.2.15 Luft- und Kriechstrecken, Verschmutzungsgrad .....                                    | 34    |
| 5.2.15.1 Luft- und Kriechstrecken .....                                                      | 34    |

|                                                                                    | Seite     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2.15.2 Verschmutzungsgrad .....                                                  | 41        |
| 5.2.16 Luftstrecken .....                                                          | 41        |
| 5.2.16.1 Luftstrecken von Netzstromkreisen gegen ihre Umgebung .....               | 42        |
| 5.2.16.2 Luftstrecken von Nicht-Netzstromkreisen gegen ihre Umgebung .....         | 43        |
| 5.2.16.3 Luftstrecken innerhalb eines Stromkreises .....                           | 44        |
| 5.2.17 Kriechstrecken .....                                                        | 44        |
| 5.2.18 Sichere Trennung .....                                                      | 47        |
| 5.2.18.1 Konstruktive Maßnahmen .....                                              | 48        |
| 5.2.18.2 Sichere Trennung durch Doppelte oder Verstärkte Isolierung .....          | 48        |
| 5.2.18.3 Sichere Trennung durch Schutzschirm .....                                 | 49        |
| 5.2.18.4 Luft- und Kriechstrecken bei Sicherer Trennung .....                      | 49        |
| 5.2.18.5 Teilentladung .....                                                       | 50        |
| 5.2.18.6 Bauelemente und andere elektrische Bauteile .....                         | 50        |
| 5.3 Anforderungen an EB in Anlagen zum Schutz gegen gefährliche Körperströme ..... | 50        |
| 5.3.1 Schutz in bezug auf direktes Berühren .....                                  | 50        |
| 5.3.1.1 Kabel und Leitungen .....                                                  | 50        |
| 5.3.1.2 Verbindung von EB mit Sicherer Trennung .....                              | 50        |
| 5.3.1.3 Einbaugeräte in Anlagen .....                                              | 51        |
| 5.3.1.4 EB in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten .....                   | 51        |
| 5.3.2 Schutz bei indirektem Berühren .....                                         | 51        |
| 5.3.2.1 Ableitstrom über den Schutzleiter .....                                    | 51        |
| 5.3.2.2 Zulässige Berührungsspannung .....                                         | 51        |
| 5.3.2.3 Schutz von EB durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung .....                    | 51        |
| <b>6 Umgebungsanforderungen und -bedingungen .....</b>                             | <b>52</b> |
| 6.1 Klimatische Bedingungen .....                                                  | 52        |
| 6.1.1 Temperaturen .....                                                           | 52        |
| 6.1.1.1 Betriebsumgebungstemperatur .....                                          | 52        |
| 6.1.1.2 Kühlmitteltemperatur .....                                                 | 52        |
| 6.1.2 Feuchte und Luftdruck .....                                                  | 53        |
| 6.1.3 Verschmutzung .....                                                          | 54        |
| 6.2 Mechanische Anforderungen (Allgemeines) .....                                  | 54        |
| 6.2.1 Mechanischer Stoß .....                                                      | 54        |
| 6.2.2 Mechanische Schwingung .....                                                 | 54        |
| 6.2.2.1 Anforderungen an die mechanische Schwingungsfestigkeit .....               | 54        |
| 6.2.2.2 Beschränkungen für die Ausbreitung mechanischer Schwingungen .....         | 54        |
| 6.2.3 Dichtheit bei Flüssigkeitskühlung .....                                      | 54        |
| 6.2.4 Dichtheit gegen Eindringen von Staub in EB .....                             | 55        |
| 6.3 Elektrische und elektromagnetische Anforderungen .....                         | 55        |
| 6.3.1 Bedingungen im System (Störfestigkeitspegel für EB) .....                    | 55        |
| 6.3.2 EB an Wechselspannungsnetzen (Störfestigkeit) .....                          | 55        |
| 6.3.2.1 Spannungsschwankungen .....                                                | 55        |
| 6.3.2.2 Frequenz .....                                                             | 55        |
| 6.3.3 EB an Gleichspannungsnetzen (Störfestigkeit) .....                           | 56        |
| 6.3.4 Kurzschlußfestigkeit (Störfestigkeit) .....                                  | 56        |
| 6.3.5 Elektromagnetische Störfestigkeit .....                                      | 56        |
| 6.3.6 Auswirkungen von EB auf das System (Störaussendung) .....                    | 56        |
| 6.3.7 Bemessungsdaten von Betriebsmitteln der Leistungselektronik .....            | 56        |
| <b>7 Anforderungen an elektronische Betriebsmittel .....</b>                       | <b>57</b> |
| 7.1 Bemessung und Aufbau .....                                                     | 57        |
| 7.1.1 Allgemeines .....                                                            | 57        |
| 7.1.2 Qualität und Zuverlässigkeit .....                                           | 57        |
| 7.1.3 Betriebsbrauchbarkeitsdauer .....                                            | 57        |
| 7.1.4 Isolierung .....                                                             | 57        |

|                                                                                        | Seite     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.1.5 Auswahl und Einsatz der Bauelemente .....                                        | 57        |
| 7.1.5.1 Auswahlkriterien für die Bauelemente .....                                     | 57        |
| 7.1.5.2 Gefährdungen durch Bauelemente .....                                           | 58        |
| 7.1.6 Schalten, Absichern und Einsatz von Stromversorgungen .....                      | 58        |
| 7.1.6.1 Brandschutz und Feuergefahr .....                                              | 58        |
| 7.1.6.2 Fehlerhafter Betrieb .....                                                     | 58        |
| 7.1.7 Aufbau .....                                                                     | 58        |
| 7.1.7.1 Zusammenbau des EB (Allgemeines) .....                                         | 58        |
| 7.1.7.2 Kühlung .....                                                                  | 58        |
| 7.1.7.3 Mechanischer Schutz von Geräten und Baugruppen .....                           | 58        |
| 7.1.7.4 Auslegung von Bauelementen und Betriebsmitteln .....                           | 59        |
| 7.1.7.5 Temperatur berührbarer Teile .....                                             | 59        |
| 7.1.7.6 Befestigung (mechanische Sicherung von Bauelementen und Baugruppen) .....      | 59        |
| 7.1.8 Elektrische Verbindungen .....                                                   | 59        |
| 7.1.9 Mehrfachsteckverbinder und Steckvorrichtungen .....                              | 59        |
| 7.1.10 Elektrische Leitungen .....                                                     | 59        |
| 7.1.10.1 Verbindungsleitungen .....                                                    | 59        |
| 7.1.10.2 Übliche Verdrahtung innerhalb EB .....                                        | 60        |
| 7.1.11 Bezugsleiter, Funktionserdung .....                                             | 60        |
| 7.2 Aufschriften, Kennzeichnung und Unterlagen .....                                   | 60        |
| 7.2.1 Aufschriften .....                                                               | 60        |
| 7.2.2 Kennzeichnung von Betriebsmitteln, Baugruppen, Einbauorten und Anschlüssen ..... | 60        |
| 7.2.3 Dokumentation .....                                                              | 61        |
| 7.2.3.1 Allgemeines .....                                                              | 61        |
| 7.2.3.2 Betriebsunterlagen .....                                                       | 61        |
| 7.2.3.3 Anweisungen für Transport, Wartung, Fehlersuche und Reparatur .....            | 61        |
| 7.2.3.4 Prüfprotokolle .....                                                           | 61        |
| 7.2.4 Zeichnungen und Pläne .....                                                      | 61        |
| <b>8 Anforderungen an den Einbau von EB in Starkstromanlagen</b> .....                 | <b>62</b> |
| 8.1 Allgemeines .....                                                                  | 62        |
| 8.2 Installationstoleranzen nach dem Einbau .....                                      | 62        |
| 8.3 Versorgungsnetz .....                                                              | 62        |
| 8.3.1 Isolationsüberwachung .....                                                      | 62        |
| 8.3.2 Funktionserdung .....                                                            | 62        |
| 8.3.3 Bemessung und Schutz von Leitern zum und im EB .....                             | 62        |
| 8.3.3.1 Leitungen auf der Netzseite des EB .....                                       | 62        |
| 8.3.3.2 Leitungen zwischen einzeln aufgestellten Teilen eines EB .....                 | 63        |
| 8.3.3.3 Leitungen auf der Lastseite des EB .....                                       | 63        |
| 8.3.3.4 Schutzleiter .....                                                             | 63        |
| <b>9 Prüfungen</b> .....                                                               | <b>63</b> |
| 9.1 Allgemeines .....                                                                  | 63        |
| 9.1.1 Prüfungen und Prüfverfahren .....                                                | 64        |
| 9.1.1.1 Typprüfung .....                                                               | 64        |
| 9.1.1.2 Stückprüfung .....                                                             | 64        |
| 9.1.1.3 Stichprobenprüfung .....                                                       | 64        |
| 9.1.1.4 Anlagenprüfung .....                                                           | 64        |
| 9.1.2 Allgemeine Prüfbedingungen .....                                                 | 64        |
| 9.1.3 Nachweisverfahren .....                                                          | 65        |
| 9.2 Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm .....                                 | 65        |
| 9.3 Übersicht über die Prüfungen .....                                                 | 65        |
| 9.4 Durchführung der Prüfungen .....                                                   | 67        |
| 9.4.1 Sichtprüfungen .....                                                             | 67        |
| 9.4.2 Klimatische Umweltprüfungen .....                                                | 68        |

|                                                                                                                           | Seite     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 9.4.2.1 Trockene Wärme . . . . .                                                                                          | 68        |
| 9.4.2.2 Feuchte Wärme . . . . .                                                                                           | 68        |
| 9.4.3 Mechanische Prüfungen . . . . .                                                                                     | 69        |
| 9.4.3.1 Umkippr-Prüfung . . . . .                                                                                         | 69        |
| 9.4.3.2 Schwingprüfung . . . . .                                                                                          | 70        |
| 9.4.3.3 Dichtheitsprüfung von flüssigkeitsgekühlten EB . . . . .                                                          | 70        |
| 9.4.4 Sicherheitsrelevante mechanische Prüfungen . . . . .                                                                | 70        |
| 9.4.4.1 Luft- und Kriechstrecken . . . . .                                                                                | 70        |
| 9.4.4.2 Prüfung der Nichtberührbarkeit . . . . .                                                                          | 70        |
| 9.4.4.3 Gehäuseprüfung . . . . .                                                                                          | 71        |
| 9.4.4.4 Eignungsprüfung der Lackierung oder Schutzschicht . . . . .                                                       | 71        |
| 9.4.5 Sicherheitsrelevante elektrische (Spannungsfestigkeits-)Prüfungen . . . . .                                         | 71        |
| 9.4.5.1 Stoßspannungsprüfung . . . . .                                                                                    | 71        |
| 9.4.5.2 Isolationsprüfung mit Wechsel- oder Gleichspannung . . . . .                                                      | 73        |
| 9.4.5.2.1 Zusammenhang zwischen Prüfwechsel- oder Prüfgleichspannung und Bemessungsisolationsspannung . . . . .           | 73        |
| 9.4.5.2.2 Höhe und Art der Prüfspannung für die Isolierung . . . . .                                                      | 74        |
| 9.4.5.2.3 Durchführung der Spannungsprüfung für die Isolierung . . . . .                                                  | 75        |
| 9.4.5.2.4 Dauer und Nachweis der Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung . . . . .                                           | 76        |
| 9.4.5.3 Teilentladungsprüfung . . . . .                                                                                   | 76        |
| 9.4.5.4 Prüfung des Isolationswiderstandes in Starkstromanlagen . . . . .                                                 | 77        |
| 9.4.5.5 Schutzimpedanz, Schutzschirmung . . . . .                                                                         | 77        |
| 9.4.6 Prüfungen in der elektrischen Umgebung . . . . .                                                                    | 77        |
| 9.4.6.1 Aussendung elektromagnetischer Störungen . . . . .                                                                | 77        |
| 9.4.6.2 Elektromagnetische Störfestigkeit . . . . .                                                                       | 77        |
| 9.4.6.3 Kurzschlußfestigkeit . . . . .                                                                                    | 78        |
| 9.4.7 Funktionsprüfung . . . . .                                                                                          | 78        |
| <b>Bilder</b> . . . . .                                                                                                   | <b>21</b> |
| Bild 1 Anordnung von Sicherungen in Baugruppen und Anlagen . . . . .                                                      | 21        |
| Bild 2 Übersicht über die Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme . . . . .                                        | 22        |
| Bild 3 Beispiele für den Schutz gegen direktes Berühren . . . . .                                                         | 24        |
| Bild 4 Ablaufplan zu den Anforderungen beim Einsatz von EB hinter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung . . . . .                 | 29        |
| Bild 5 Typische Kurvenform für Fall a) Wechselspannung . . . . .                                                          | 31        |
| Bild 6 Typische Kurvenform für Fall b) Gleichspannung . . . . .                                                           | 32        |
| Bild 7 Typische Kurvenform für Fall c) Mischspannung . . . . .                                                            | 32        |
| Bild 8 Festlegung der Isolierung innerhalb eines Stromkreises . . . . .                                                   | 35        |
| Bild 9 Festlegung der Isolierung zwischen aktiven Teilen und berührbaren Oberflächen . . . . .                            | 36        |
| Bild 10 Festlegung der Isolierung von Stromkreisen gegen ihre Umgebung und der Isolierung zwischen Stromkreisen . . . . . | 37        |
| Bild 11 Bemessung der Funktionsisolierung . . . . .                                                                       | 38        |
| Bild 12 Bemessung der Basisisolierung . . . . .                                                                           | 39        |
| Bild 13 Bemessung der Doppelten oder Verstärkten Isolierung . . . . .                                                     | 40        |
| Bild 14 Sichere Trennung . . . . .                                                                                        | 47        |
| Bild 15 Luft- und Kriechstrecken zur Sicheren Trennung . . . . .                                                          | 49        |
| Bild 16 Durchführung der Spannungsprüfung . . . . .                                                                       | 75        |
| <b>Tabellen</b> . . . . .                                                                                                 | <b>33</b> |
| Tabelle 1 Übersicht über die Grenzen der maßgebenden Spannung $U_M$ . . . . .                                             | 33        |
| Tabelle 2 Definition der Verschmutzungsgrade . . . . .                                                                    | 41        |
| Tabelle 3 Luftstrecken von Netzstromkreisen gegen ihre Umgebung . . . . .                                                 | 43        |
| Tabelle 4 Luftstrecken von Nicht-Netzstromkreisen gegen ihre Umgebung . . . . .                                           | 44        |
| Tabelle 5 Luftstrecken innerhalb eines Stromkreises . . . . .                                                             | 45        |
| Tabelle 6 Mindestkriechstrecken . . . . .                                                                                 | 46        |

|                                                                                | Seite     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabelle 7 Klimatische Bedingungen                                              | 53        |
| Tabelle 8 Erwärmung berührbarer Teile                                          | 59        |
| Tabelle 9 Allgemeine Prüfbedingungen                                           | 65        |
| Tabelle 10 Übersicht über die Prüfungen                                        | 66        |
| Tabelle 11 Prüfung in trockener Wärme                                          | 68        |
| Tabelle 12 Prüfung in feuchter Wärme                                           | 69        |
| Tabelle 13 Umkipprückprüfung                                                   | 69        |
| Tabelle 14 Schwingprüfung                                                      | 70        |
| Tabelle 15 Prüfung der Nichtberührbarkeit                                      | 71        |
| Tabelle 16 Stoßspannungsprüfung                                                | 72        |
| Tabelle 17 Prüf-Stoßspannung                                                   | 73        |
| Tabelle 18 Prüfwechsel- oder Prüfgleichspannung für die Isolierung             | 74        |
| Tabelle 19 Teilladungsprüfung                                                  | 76        |
| Tabelle 20 Mindestwert des Isolationswiderstandes                              | 77        |
| Tabelle 21 Kurzschlußfestigkeit                                                | 78        |
| <b>Anhang A (informativ) Zusätzliche Informationen</b>                         | <b>80</b> |
| <b>A.2 Literaturhinweise</b>                                                   | <b>80</b> |
| <b>A.4 Anforderungen an das Gesamtsystem</b>                                   | <b>81</b> |
| A.4.4 Anforderungen an die Erdung (Masseanschluß, Erdung und Schirmung)        | 81        |
| A.4.4.1 Funktionsmasseanschluß/-erdung                                         | 81        |
| A.4.4.1.1 Kabelschirme                                                         | 81        |
| A.4.4.1.2 Bewehrungen, Leitungsröhre und Kabelpritschen                        | 82        |
| A.4.4.1.3 Bezugsleiter                                                         | 82        |
| A.4.4.1.4 Transformatorschirme                                                 | 82        |
| A.4.4.1.5 Filterableiter                                                       | 82        |
| A.4.4.1.6 Hochfrequenz-(HF-)Schirme                                            | 82        |
| A.4.7 Geräusche                                                                | 82        |
| <b>A.5 Sicherheitsanforderungen</b>                                            | <b>82</b> |
| A.5.2.4 Schutz durch Gehäuse und Abdeckungen                                   | 82        |
| A.5.2.4.2 Mechanische Fehler                                                   | 83        |
| A.5.2.4.3 Mechanische Festigkeit                                               | 83        |
| A.5.2.4.4 Schrauben                                                            | 83        |
| A.5.2.4.5 Öffnen des Gehäuses                                                  | 83        |
| A.5.2.8 Schutz bei direktem Berühren                                           | 83        |
| A.5.2.8.2 Schutz durch Begrenzung der Entladungsenergie                        | 85        |
| A.5.2.8.3 Schutz durch Schutzimpedanz                                          | 85        |
| A.5.2.9.2 Ausführung der Schutzverbindung                                      | 85        |
| A.5.2.9.3 Bemessung der Schutzverbindung                                       | 86        |
| A.5.2.9.4 Korrosionsschutz                                                     | 86        |
| A.5.2.11.2 Verträglichkeit mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen                 | 86        |
| A.5.2.13 Maßgebende Spannung                                                   | 86        |
| A.5.2.14.1 Stromkreise gegen Körper oder berührbare Oberflächen von EB         | 86        |
| A.5.2.16 Luftstrecken                                                          | 91        |
| A.5.2.18 Sichere Trennung                                                      | 92        |
| A.5.2.18.1 Konstruktive Maßnahmen                                              | 92        |
| A.5.2.18.7 Wickelgüter                                                         | 93        |
| A.5.2.18.8 Schaltgeräte und elektromechanische Bauteile                        | 94        |
| A.5.2.18.9 Halbleiter-Bauelemente und Halbleiter-Anordnungen                   | 94        |
| A.5.2.18.10 Steckvorrichtungen, Steckverbinder und Reihenklemmen               | 94        |
| A.5.3 Anforderungen an EB in Anlagen zum Schutz gegen gefährliche Körperströme | 94        |
| A.5.3.2.4 Potentialausgleich zwischen Bezugsleiter und Schutzleiter            | 94        |

|                                                                                       | Seite     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>A.6 Umgebungsanforderungen und -bedingungen</b>                                    | <b>95</b> |
| A.6.1.2 Feuchte und Luftdruck                                                         | 95        |
| A.6.1.3 Verschmutzung (atmosphärisch)                                                 | 95        |
| A.6.1.4 Sonderbeanspruchungen                                                         | 96        |
| A.6.2.2.1 Anforderungen an die mechanische Schwingungsfestigkeit                      | 96        |
| A.6.3 Elektrische und elektromagnetische Anforderungen                                | 96        |
| A.6.3.2 EB an Wechselspannungsnetzen (Störfestigkeit)                                 | 96        |
| A.6.3.2.3 Spannungseinbrüche und kurzzeitige Spannungsunterbrechungen                 | 96        |
| A.6.3.2.4 Oberschwingungen und Zwischenharmonische in der Spannung                    | 97        |
| A.6.3.2.5 Periodische Kurzzeiteinbrüche der Spannung                                  | 97        |
| A.6.3.2.6 Spannungsunsymmetrie                                                        | 97        |
| A.6.3.3 EB an Gleichspannungsnetzen (Störfestigkeit)                                  | 97        |
| A.6.3.5 Elektromagnetische Störfestigkeit                                             | 98        |
| A.6.3.5.1 Arten der Beeinflussung                                                     | 98        |
| A.6.3.5.2 Galvanische Trennung von Prozeß-Eingangs/Ausgangs- und Fernmeldeanschlüssen | 98        |
| A.6.3.6 Wirkungen von EB auf das System (Störaussendung)                              | 98        |
| <b>A.7 Anforderungen für elektronische Betriebsmittel</b>                             | <b>99</b> |
| A.7.1.2 Qualität und Zuverlässigkeit                                                  | 99        |
| A.7.1.5 Auswahl und Einsatz der Bauelemente                                           | 99        |
| A.7.1.5.3 Bemessung                                                                   | 99        |
| A.7.1.5.4 Toleranzen der Bauelemente                                                  | 99        |
| A.7.1.5.5 Lagerung                                                                    | 99        |
| A.7.1.5.6 Ausfälle                                                                    | 99        |
| A.7.1.5.7 Halbleiterbauelemente einschließlich integrierter Schaltkreise              | 99        |
| A.7.1.5.8 Anzeigegeräte                                                               | 100       |
| A.7.1.5.9 Lagerung/Transport                                                          | 100       |
| A.7.1.6 Schalten, Absichern und Einsatz von Stromversorgungen                         | 100       |
| A.7.1.6.1 Brandschutz und Feuergefahr                                                 | 100       |
| A.7.1.6.3 Stromversorgungsgeräte                                                      | 100       |
| A.7.1.6.4 Einsatz von Stromversorgungsgeräten                                         | 101       |
| A.7.1.6.5 Batterien                                                                   | 101       |
| A.7.1.7 Aufbau                                                                        | 101       |
| A.7.1.7.2 Kühlung                                                                     | 101       |
| A.7.1.7.7 Einbau der Bauelemente (Vermeiden mechanischer Überbeanspruchung)           | 101       |
| A.7.1.8 Elektrische Verbindungen                                                      | 101       |
| A.7.1.8.1 Lötverbindungen                                                             | 101       |
| A.7.1.8.2 Löten von Bauelementen                                                      | 101       |
| A.7.1.8.3 Lötfreie Wickelverbindungen                                                 | 101       |
| A.7.1.8.4 Schraubverbindungen                                                         | 101       |
| A.7.1.8.5 Stromführende Teile und ihre Verbindungen                                   | 102       |
| A.7.1.8.6 Quetschverbindungen                                                         | 102       |
| A.7.1.8.7 Schneid-Klemm-Verbindungen                                                  | 102       |
| A.7.1.8.8 Reihenklemmen                                                               | 102       |
| A.7.1.9 Mehrfachsteckverbinder und Steckvorrichtungen                                 | 102       |
| A.7.1.9.1 Verbindung von Leiterplatten                                                | 103       |
| A.7.1.10 Elektrische Leitungen                                                        | 103       |
| A.7.1.10.2 Übliche Verdrahtung innerhalb EB                                           | 103       |
| A.7.1.10.3 Werkstoffe und Oberflächenbehandlungen                                     | 103       |
| A.7.1.12 Speicherprogrammierbare Betriebsmittel                                       | 103       |
| A.7.1.12.1 Software und Firmware                                                      | 103       |
| A.7.1.12.2 Unterstützung von Software/Firmware                                        | 104       |
| A.7.2 Aufschriften, Kennzeichnung und Unterlagen                                      | 104       |
| A.7.2.2 Kennzeichnung von Bauteilen                                                   | 104       |

|                                                  | Seite                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A.7.2.3.5                                        | Unterlagen für Software, Firmware und speicherprogrammierbare Logik . . . . . 105                                                                                                                 |
| A.7.2.4                                          | Zeichnungen und Pläne . . . . . 105                                                                                                                                                               |
| A.7.2.4.1                                        | Zeichnungen . . . . . 105                                                                                                                                                                         |
| A.7.2.4.2                                        | Pläne . . . . . 105                                                                                                                                                                               |
| A.7.3                                            | Einstellung, Eichung und Wartung . . . . . 105                                                                                                                                                    |
| A.7.3.1                                          | Zweck . . . . . 105                                                                                                                                                                               |
| A.7.3.2                                          | Sollwertsteller und einstellbare Bauteile . . . . . 105                                                                                                                                           |
| A.7.3.3                                          | Ausbau und Ersatz von Baugruppen . . . . . 106                                                                                                                                                    |
| A.7.3.4                                          | Prüfpunkte und andere Wartungshilfen . . . . . 106                                                                                                                                                |
| A.7.3.5                                          | Sonderwerkzeuge . . . . . 106                                                                                                                                                                     |
| A.7.3.6                                          | Energiequellen für Prüfgeräte . . . . . 106                                                                                                                                                       |
| A.7.3.7                                          | Lose Teile . . . . . 106                                                                                                                                                                          |
| <b>A.8</b>                                       | <b>Anforderungen für den Einbau von EB in Starkstromanlagen . . . . . 106</b>                                                                                                                     |
| A.8.3.3.1                                        | Leitungen auf der Netzseite des EB . . . . . 106                                                                                                                                                  |
| <b>A.9</b>                                       | <b>Prüfungen . . . . . 106</b>                                                                                                                                                                    |
| A.9.1.1.1                                        | Typprüfung . . . . . 106                                                                                                                                                                          |
| A.9.1.1.5                                        | Integrationsprüfungen . . . . . 107                                                                                                                                                               |
| A.9.4                                            | Zusätzliche Prüfungen . . . . . 107                                                                                                                                                               |
| A.9.4.2.3                                        | Kälteprüfung . . . . . 107                                                                                                                                                                        |
| A.9.4.2.4                                        | Salzkorrosionsprüfung . . . . . 107                                                                                                                                                               |
| A.9.4.2.5                                        | Feuchteprüfung, zyklisch . . . . . 107                                                                                                                                                            |
| A.9.4.2.6                                        | Schimmelpilzwachstumsprüfung . . . . . 107                                                                                                                                                        |
| A.9.4.2.7                                        | Industrieatmosphärenprüfung . . . . . 108                                                                                                                                                         |
| A.9.4.3.4                                        | Fallprüfung . . . . . 108                                                                                                                                                                         |
| A.9.4.3.5                                        | Erdbebensicherheitsprüfung . . . . . 108                                                                                                                                                          |
| A.9.4.5.3                                        | Teilentladungsprüfung . . . . . 108                                                                                                                                                               |
| A.9.4.6.4                                        | Prüfung mit Hochfrequenzstörungen . . . . . 108                                                                                                                                                   |
| A.9.4.6.5                                        | Prüfung der Isolierung von Prozeß-Eingangs/Ausgangs- und Fernmeldeanschlüssen<br>mit galvanischer Trennung . . . . . 108                                                                          |
| A.9.4.8                                          | Dauerprüfung . . . . . 110                                                                                                                                                                        |
| <b>Bilder des Anhangs A</b>                      | <b>84</b>                                                                                                                                                                                         |
| Bild A.1                                         | Beispiele für den Schutz bei direktem Berühren . . . . . 84                                                                                                                                       |
| Bild A.2                                         | Verlauf des Fehlerstromes bei Schaltungen mit Halbleiter-Bauelementen . . . . . 87                                                                                                                |
| Bild A.3                                         | Projektierungsbeispiel für Fehlerstrom-Schutzeinrichtung Typ B . . . . . 88                                                                                                                       |
| Bild A.4                                         | Beispiel aufgeteilter Isolierungen gegen berührbare Oberflächen des EB . . . . . 89                                                                                                               |
| Bild A.5                                         | Beispiele für die Isolierung von Betätigungselementen (z. B. kleine Kippschalter oder Taster),<br>abhängig von Spannung und Isolierung des eigenen und des benachbarten Stromkreises . . . . . 90 |
| Bild A.6                                         | Beispiele für die Bemessung von Luftstrecken . . . . . 91                                                                                                                                         |
| Bild A.7                                         | Zusammenhang zwischen Luftfeuchte und Lufttemperatur . . . . . 95                                                                                                                                 |
| Bild A.8                                         | Periodische Kurzzeiteinbrüche der Netzwechselspannung bei Stromrichterbetrieb . . . . . 97                                                                                                        |
| Bild A.9                                         | Bandkabelverbindung . . . . . 102                                                                                                                                                                 |
| Bild A.10                                        | Prüfanordnung für EB mit fest angeschlossener Erdverbindung . . . . . 109                                                                                                                         |
| Bild A.11                                        | Prüfanordnung für EB mit Erdung über Anschlußleitung . . . . . 109                                                                                                                                |
| Bild A.12                                        | Anlegen der Prüfspannung an einen Einzelanschluß und an eine Gruppe von Anschlüssen . . . . . 110                                                                                                 |
| <b>Tabellen des Anhangs A</b>                    | <b>85</b>                                                                                                                                                                                         |
| Tabelle A.1                                      | Werte für die berührbare Kapazität und Ladespannung (Schmerzschwelle) . . . . . 85                                                                                                                |
| Tabelle A.2                                      | Höchste Konzentration korrodierend wirkender Gase . . . . . 96                                                                                                                                    |
| <b>Anhang B (informativ) Tabellen und Bilder</b> | <b>112</b>                                                                                                                                                                                        |
| (In Bearbeitung)                                 | 112                                                                                                                                                                                               |

## Einleitung

Wie der Titel besagt, gilt diese Europäische Norm, wenn elektronische Betriebsmittel in Starkstromanlagen einzubauen oder anzuwenden sind. Der Begriff elektronische Betriebsmittel bezeichnet Betriebsmittel, die sowohl informationstechnische als auch leistungselektronische Betriebsmittel und nichtelektronische Bauelemente enthalten dürfen. Elektronische Betriebsmittel dürfen als selbständige Betriebsmittel oder als Baugruppen in Form von Sätzen, Steckeinheiten oder bestückten Leiterplatten entworfen und eingesetzt sein. Die EMV-Anforderungen sind sowohl für Geräte als auch Systeme zu erfüllen.

Der Begriff Starkstromanlage, wie in dieser Europäischen Norm verwendet, bezeichnet eine Anlage mit eingebauten elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln an einem bestimmten Ort, die für den koordinierten Betrieb vorgesehen und an ein Versorgungsnetz angeschlossen sind. Obwohl der Verwendungszweck der Anlage nicht festgelegt ist, wird jedoch davon ausgegangen, daß ihr Hauptzweck die Steuerung, Regelung und Umwandlung von Elektroenergie ist. Innerhalb dieser Europäischen Norm steht in allen Fällen eine Starkstromanlage mit dem Versorgungsnetz in Wechselbeziehung, entweder direkt, z. B. durch Betätigungs-, Regel- und Schutzeinrichtungen, oder indirekt, z. B. durch Messungen, die zum Eingreifen des Betriebspersonals führen. Der Begriff Starkstromanlage kann jedoch in anderen Normen anders definiert sein.

Wie aus dem Titel „Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“ hervorgeht, wird die Norm hauptsächlich angewendet, wenn elektronische Betriebsmittel in Starkstromanlagen einzubeziehen oder zu verwenden sind. Da die Norm sich auch auf das Bemessen und Prüfen elektronischer Betriebsmittel bezieht, sollten die entsprechenden Abschnitte in den Fällen angewendet werden, in denen keine anwendbaren Festlegungen in besonderen Produktnormen vorhanden sind.

Darüber hinaus besteht der Hauptzweck der Norm darin, Mindestanforderungen für die Bemessung und Herstellung elektronischer Betriebsmittel, den Schutz gegen gefährliche Körperströme, die Prüfung und die Einbeziehung in Systeme für Starkstromanlagen festzulegen. Von Anfang an, und die Erfahrungen der Fachleute widerspiegelnd, schien es notwendig, Mindestanforderungen anzugeben, damit ein bestimmter technischer Stand hinsichtlich Sicherheit und Zuverlässigkeit erzielt wird. Das gilt besonders dann, wenn elektronische Betriebsmittel in Starkstromanlagen eingebaut werden.

Wenn in Einzelproduktnormen oder Kundenspezifikationen schärfere Anforderungen definiert sind, haben sie Vorrang vor den Anforderungen dieser Europäischen Norm. Das kann z. B. für besondere sicherheitsrelevante Anwendungen elektronischer Betriebsmittel oder Anwendungen unter besonderen Umgebungsbedingungen zutreffen.

Im anderen Fall, in dem eine Produktnorm die Mindestanforderungen dieser Europäischen Norm nicht erfüllt und deshalb verhindert, daß nach den Anforderungen dieser Produktnormen bemessene und hergestellte elektronische Betriebsmittel unmittelbar eingesetzt werden können, sind zusätzliche Mittel in den Starkstromanlagen einzusetzen. Eine Möglichkeit besteht z. B. in der Beeinflussung der Umgebungsbedingungen, unter denen die elektronischen Betriebsmittel betrieben werden, so daß sie mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm vereinbar werden. Das kann z. B. durch besondere Gehäuse oder durch Filtern erfolgen. Eine andere Möglichkeit ist eine Verbesserung des elektronischen Betriebsmittels, so daß es die Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllt.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für die Verwendung von Elektronischen Betriebsmitteln (im folgenden EB genannt) in Starkstromanlagen, in denen ein einheitlicher technischer Stand in bezug auf Sicherheit und Zuverlässigkeit erforderlich ist. Die Norm gilt auch für EB, die keiner bestimmten Produktnorm zuzuordnen sind.

Diese Europäische Norm stellt Mindestanforderungen an die Bemessung und Herstellung der EB, an den Schutz gegen gefährliche Körperströme, an die Prüfung und den Einbau in Systeme für Starkstromanlagen.

Diese Europäische Norm deckt folgende Anwendungen nicht ab: Elektrisches Zubehör und elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke, medizinische Einrichtungen, Betriebsmittel für elektrische Bahnen, Betriebsmittel der Datenverarbeitung, außer für die Steuerung von Systemen und Prozessen, Betriebsmittel und Netze der nichtindustriellen öffentlichen und privaten Telekommunikation und drahtlosen Kommunikation, Schutzrelais, Fehlerstromrelais, unterbrechungsfreie Stromversorgungen, Leuchten und öffentliche Ladegeräte für Elektromobile.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen zu dieser Europäischen Norm nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

### Europäische Normen

|               |      |                                                                                                                                                                                                               |
|---------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 29000      | 1988 | Quality management and quality assurance – Guidelines for selection and use                                                                                                                                   |
| EN 50081-1    |      | Electromagnetic compatibility – Generic emission standard – Part 1: Residential, commercial and light industry                                                                                                |
| EN 50081-2    |      | Electromagnetic compatibility – Generic emission standard – Part 2: Industrial environment                                                                                                                    |
| EN 50082-1    |      | Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard – Part 1: Residential, commercial and light industry                                                                                                |
| EN 50082-2    |      | Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard – Part 2: Industrial environment                                                                                                                    |
| prEN 50093    | 1991 | Basic immunity standard for voltage dips, short interruptions and voltage variations                                                                                                                          |
| EN 60068-2-2  | 1993 | Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test B: Dry heat                                                                                                                                     |
| + A1          | 1993 | (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 60068-2-2/A1:1993 + IEC 60068-2-2/A2:1994)                                                                                                                                          |
| + A2          | 1994 |                                                                                                                                                                                                               |
| EN 60068-2-6  | 1995 | Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal) (IEC 60068-2-6:1995)                                                                                                     |
| EN 60068-2-31 | 1993 | Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Ec: Drop and topple, primarily for equipment-type specimens (IEC 60068-2-31:1969 + A1:1982)                                                     |
| EN 60071-1    | 1995 | Insulation coordination – Part 1: Terms, definitions, principles and rules (IEC 60071-1:1993)                                                                                                                 |
| EN 60146-1-1  | 1993 | Semiconductor converters – General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements (IEC 60146-1-1:1991)                                                          |
| EN 60269-1    | 1989 | Low-voltage fuses – Part 1: General requirements (IEC 60269-1:1986)                                                                                                                                           |
| EN 60352-1    | 1994 | Solderless connections – Part 1: Solderless wrapped connections – General requirements, test methods and practical guidance (IEC 60352-1:1983)                                                                |
| EN 60352-2    | 1994 | Solderless connections – Part 2: Solderless crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance (IEC 60352-2:1990)                                                                |
| EN 60529      | 1991 | Degrees of protection provided by enclosures (IP-Code) (IEC 60529:1989)                                                                                                                                       |
| EN 60721-3-1  | 1993 | Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage (IEC 60721-3-1:1987 + A1:1991)                            |
| EN 60721-3-2  | 1993 | Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation (IEC 60721-3-2:1985 + A1:1991)                     |
| EN 60721-3-3  | 1995 | Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations (IEC 60721-3-3:1994) |

|               |      |                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 60721-3-4  | 1995 | Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weatherprotected locations (IEC 60721-3-4:1995) |
| EN 61008-1    | 1994 | Electrical accessories – Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules (IEC 61008-1:1990 + A1:1992)           |
| EN 61136-1    | 1995 | Semiconductor power convertors – Adjustable speed electric drive systems – General requirements – Part 1: Rating specifications, particularly for d.c. motor drives (IEC 61136-1:1992, modified)                  |
| EN 61180-1    | 1994 | High-voltage test technique for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements (IEC 61180-1:1992)                                                                                   |
| EN 61800-3    | 1996 | Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC product standard including specific test methods (IEC 61800-3:1996)                                                                                 |
| ENV 61000-2-2 | 1993 | Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 2: Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems (IEC 61000-2-2:1990, modified) |

#### Harmonisierungsdokumente

|                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HD 21.7 S1      | 1990 | Polyvinyl insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 7: Single core non-sheathed cables for internal wiring for a conductor temperature of 90 °C                                                                                  |
| HD 193 S2       | 1982 | Voltage bands for electrical installation of buildings (IEC 60449:1973 + A1:1979)                                                                                                                                                                              |
| HD 214 S2       | 1980 | Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulation materials under moist conditions (IEC 60112:1979)                                                                                                                    |
| HD 243 S12      | 1995 | Graphical symbols for use on equipment (IEC 60417:1973 + IEC 60417A:1974 to IEC 60417M:1994)                                                                                                                                                                   |
| HD 323.2.3 S2   | 1987 | Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state (IEC 60068-2-3:1969 + A1:1984)                                                                                                                                       |
| HD 323.2.28 S1  | 1988 | Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Guidance for damp heat tests (IEC 60068-2-28:1980)                                                                                                                                                    |
| HD 366 S1       | 1977 | Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock (IEC 60536:1976)                                                                                                                                        |
| HD 384.2 S1     | 1986 | International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings (IEC 60050(826):1982)                                                                                                                                     |
| HD 384.3 S2     | 1995 | Electrical installation of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics (IEC 60364-3:1993, modified)                                                                                                                                              |
| HD 384.4.41 S2  | 1996 | Electrical installation of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock (IEC 60364-4-41:1992, modified)                                                                                                           |
| HD 384.4.43 S1  | 1980 | Electrical installation of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 43: Protection against overcurrent (IEC 60364-4-43:1977, modified)                                                                                                              |
| HD 384.4.47 S2  | 1995 | Electrical installation of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 470: General – Section 471: Measures of protection against electric shock (IEC 60364-4-47:1981 + A1:1993, modified) |
| HD 384.4.473 S1 | 1980 | Electrical installation of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 470: General – Section 473: Measures of protection against overcurrent (IEC 60364-4-473:1977, modified)             |
| HD 384.5.523 S1 | 1991 | Electrical installation of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 52: Wiring systems – Section 523: Current-carrying capacities (IEC 60364-5-523:1983, modified)                                                         |
| HD 384.5.54 S1  | 1988 | Electrical installation of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors (IEC 60364-5-54:1980, modified)                                                                    |
| HD 384.6.61 S1  | 1992 | Electrical installation of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification (IEC 60364-6-61:1986, modified)                                                                                                                                 |
| HD 413.3 S1     | 1987 | Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Mechanical influences (IEC 60654-3:1983)                                                                                                                               |

|             |      |                                                                                                                                            |
|-------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HD 472 S1   | 1989 | Nominal voltages for low-voltage public electricity supply systems (IEC 60038:1983, modified)                                              |
| HD 493.1 S1 | 1988 | Dimensions and mechanical structures of 482,6 mm (19 in) series – Part 1: Panels and racks (IEC 60297-1:1986)                              |
| HD 540.2 S1 | 1991 | Insulation coordination – Part 2: Application guide (IEC 60071-2:1976)                                                                     |
| HD 540.3 S1 | 1991 | Insulation coordination – Part 3: Phase to phase insulation coordination – Principles, rules and application guide (IEC 60071-3:1982)      |
| HD 588.1 S1 | 1991 | High voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements (IEC 60060-1:1989)                                        |
| HD 625.1 S1 | 1996 | Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests (IEC 60664-1:1992, modified) |

#### IEC-Publikationen

|                   |        |                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEC 60050(151)    | 1978   | International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices                                                                                               |
| IEC 60050(161)    | 1990   | International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility                                                                                                 |
| IEC 60364-6-61/A1 | 1993   | Electrical installation of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification                                                                                               |
| IEC 60536-2       | 1992   | Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock – Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock            |
| IEC 60664-3       | 1992   | Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies                                    |
| IEC 60747         | series | Semiconductor devices, discrete devices                                                                                                                                                      |
| IEC 60748         | series | Semiconductor devices, integrated circuits                                                                                                                                                   |
| IEC 60755         | 1983   | General requirements for residual-current-operated protective devices                                                                                                                        |
| + A1              | 1988   |                                                                                                                                                                                              |
| + A2              | 1992   |                                                                                                                                                                                              |
| IEC 60990         | 1990   | Methods of measurement of touch current and protective conductor current                                                                                                                     |
| IEC 61000-2-1     | 1990   | Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems |
| IEC 61140         | 1992   | Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment                                                                                                            |
| IEC 61201         | 1992   | Extra low voltage (ELV) – Limit values                                                                                                                                                       |
| IEC-Guide 106     | 1989   | Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating                                                                                                               |

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten folgende Definitionen:

**3.1 Benachbarte Stromkreise:** Elektrische Stromkreise, die durch die erforderliche Basisisolierung oder Doppelte/Verstärkte Isolierung vom betrachteten Stromkreis getrennt sind. Stromkreise, die durch weit mehr als Doppelte oder Verstärkte Isolierung getrennt sind, werden nicht als benachbart angesehen.

**3.2 Betriebsumgebungstemperatur:** Diese Temperatur der umgebenden Luft wird gemessen im halben Abstand zum nächstbenachbarten Betriebsmittel, jedoch in einem Abstand von höchstens 300 mm, in halber Höhe des Betriebsmittels und geschützt gegen die direkte Wärmestrahlung des Betriebsmittels. [\[EN 60146-1-1\]](#)

**3.3 Gerät:** Endprodukt mit einer ihm eigenen Funktion, das für den Endbenutzer bestimmt ist und als eine einzelne Handelsware in Verkehr gebracht werden soll.

**3.4 Basisisolierung:** Isolierung aktiver Teile zum grundlegenden Schutz gegen gefährliche Körperströme. [\[HD 366 S1\]](#)

**3.5 (Elektrischer) Stromkreis:** Innerhalb eines EB liegende und elektrisch leitend miteinander verbundene geschlossene Strombahnen von Bauelementen bzw. Baugruppen, Leitern, Anschlüssen und Ausrüstungsteilen. Sind elektrische Systeme leitend nur dadurch verbunden, daß sie geerdet sind, gelten sie als voneinander unabhängige Stromkreise.

ANMERKUNG: Unter „elektrisch leitend miteinander verbunden“ wird die direkte elektrische Verbindung und die Verbindung über Bauelemente, wie z. B. Widerstände, Kondensatoren, Drosselspulen, Halbleiter-

Bauelemente, Schalter und Sicherungen, verstanden, nicht jedoch die transformatorische oder opto-elektronische Kopplung oder ähnliches.

Ein sicher getrennter Stromkreis eines EB weist eine Sichere Trennung gegenüber allen benachbarten Stromkreisen auf.

**3.6 Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte:** Räume oder Orte, die ausschließlich zum Betrieb elektrischer Anlagen dienen und unter Verschuß gehalten werden. Der Verschuß wird nur von beauftragten Personen geöffnet. Der Zutritt unter Spannung ist nur Fachkräften oder unterwiesenen Personen gestattet.

ANMERKUNG: Zu diesen Orten gehören z. B. abgeschlossene Schalt- und Verteilungsanlagen, Schaltzellen, Transformatorenzellen, Verteilungsanlagen in Blechgehäusen oder in anderen abgeschlossenen Anlagen.

**3.7 (Elektromagnetische) Verträglichkeit:** Fähigkeit eines elektrischen Betriebsmittels oder Systems, in seinem elektromagnetischen Umfeld befriedigend zu funktionieren, ohne dabei dieses Umfeld unzulässig zu beeinflussen. [IEV 161-01-07]

**3.8 (Elektromagnetischer) Verträglichkeitspegel:** Festgelegter Störpegel, bei dem eine hinreichend hohe Wahrscheinlichkeit für elektromagnetische Verträglichkeit vorliegen sollte. [IEV 161-03-10/A]

**3.9 Bauelement:** Jeder Gegenstand, der für den Zusammenbau eines Bauteils oder Gerätes verwendet wird und keine eigenständige Funktion für den Endanwender hat. [1 (IEV 161) (Secretariat) 1318]

**3.10 Betrachteter Stromkreis:** Elektrischer Stromkreis, der gerade in Betracht steht, z. B. bezüglich der Spannungsprüfungen oder seiner Isolation gegenüber berührbarer Oberfläche oder benachbarten Stromkreisen.

**3.11 Steuereinwirkung:** Sie bezieht sich in dieser Europäischen Norm auf die manuelle und die selbsttätige Steuerung und Regelung von Prozessen. Sie ist auf Betriebsmittel anwendbar, in denen die Steuereinwirkung in Fernwirk- und Datenerfassungssystemen und anderen Prozeßsteuersystemen integriert ist.

**3.12 Kühlmittel:** Flüssigkeit (z. B. Wasser) oder Gas (z. B. Luft), die/das die Wärme aus dem Betriebsmittel abführt.

**3.13 Kühlmitteltemperatur bei Luft- und Gaskühlung:** Mittlere, außerhalb des Betriebsmittels in 50 mm Abstand vom Einlaß in das Betriebsmittel gemessene Temperatur.

**3.14 Kühlmitteltemperatur bei Flüssigkeitskühlung:** Im Flüssigkeitsrohr 100 mm vor dem Flüssigkeitseinlaß gemessene Temperatur.

**3.15 Maßgebende Spannung:** Spannung, die unter Berücksichtigung nichtsinusförmiger Kurvenformen (siehe 5.2.13) die anzuwendenden Grenzen zwischen Kleinspannung, Niederspannung und Hochspannung vorgibt. Diese Grenzen werden für die Festlegung der Anforderungen an die Schutzerdung und die Ermittlung der Luft- und Kriechstrecken zur Anordnung von Schutzmaßnahmen angewendet.

**3.16 Bauteil:** Kombination von Bauelementen mit vorgegebener Funktion, die Teil eines Betriebsmittels, Gerätes oder Systems ist.

ANMERKUNG 1: Zum Beispiel Thermostat, Relais, Tastschalter, Stellschalter oder Schütz.  
[1 (IEV 161) (Secretariat) 1318]

ANMERKUNG 2: Die Begriffe „Bauelement“ und „Bauteil“ werden in dieser Norm oft nebeneinander verwendet.

**3.17 Direktes Berühren:** Berühren aktiver Teile durch Personen oder Nutztiere (Haustiere).  
[03-05 von HD 384.2 S1]

**3.18 (Elektromagnetische) Störung:** Jede elektromagnetische Erscheinung, die die Funktionsfähigkeit eines Gerätes, Betriebsmittels oder Systems herabsetzen oder lebende oder tote Materie ungünstig beeinflussen kann.

ANMERKUNG: Eine elektromagnetische Störung kann Rauschen, ein Störsignal oder eine Änderung des Ausbreitungsmediums selbst sein. [IEV 161-01-05]

**3.19 Doppelte Isolierung:** Isolierung, die aus Basisisolierung und Zusätzlicher Isolierung besteht.

ANMERKUNG: Basisisolierung und Zusätzliche Isolierung sind voneinander getrennt und jeweils für den Grundschutz gegen gefährliche Körperströme vorgesehen. [HD 366 S1]

**3.20 Elektrische Betriebsmittel:** Gegenstände, die zum Erzeugen, Umwandeln, Fortleiten, Verteilen oder Anwenden elektrischer Energie benutzt werden, wie z. B. Maschinen, Transformatoren, Schaltgeräte, Meßgeräte, Schutzeinrichtungen, Kabel und Leitungen und Stromverbrauchsgeräte.

ANMERKUNG: Dazu gehören Baugruppen, Betriebsmittel (wie bestückte Leiterplatten, Einschübe, Schränke) und Anlagen, wie im Vertrag festgelegt. [07-01 von HD 384.2 S1, abgeändert]

**3.21 Versorgungsnetz:** Energieverteilungssystem, über das von einem oder mehreren Elektroenergie-Erzeugern verschiedene Verbraucher gespeist werden.

ANMERKUNG: Die Verbraucher können voneinander unabhängig sein, ihre Anzahl und Art sind nicht festgelegt, und sie können beliebig zu- oder abgeschaltet werden.

**3.22 Elektronische Betriebsmittel (EB):** Betriebsmittel, deren Haupteigenschaften sich aus Bauelementen ergeben, die die Elektronen- oder Ionenleitung in Halbleitern, im Vakuum oder in Gasen ausnutzen.

ANMERKUNG 1: Elektronische Betriebsmittel enthalten gemäß ihrer Hauptfunktion Bauteile der Datenverarbeitung und/oder der Leistungselektronik. Sie können auch nichtelektronische Bauelemente oder Bauteile enthalten.

ANMERKUNG 2: Dazu gehören Baugruppen und Einrichtungen, wie z. B. bestückte Leiterplatten, Einschübe und Schränke.

**3.23 ELV (Extra Low Voltage – Kleinspannung):** Alle Spannungen, die eine allgemein anerkannte Grenze von AC 50 V und DC 120 V (glatt) nicht überschreiten.

**3.24 (Elektromagnetische) Aussendung:** Vorgang, bei dem elektromagnetische Energie von einer Quelle nach außen abgegeben wird. [IEV 161-01-08]

**3.25 Störaussendungspegel (einer Störquelle):** Pegel einer vorgegebenen elektromagnetischen Störung, die von einem bestimmten Gerät, Betriebsmittel oder System ausgesendet und in bestimmter Weise gemessen wird. [IEV 161-03-11]

**3.26 Potentialausgleich:** Elektrische Verbindung, die die Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potential bringt. [04-09 von HD 384.2 S1]

**3.27 Körper:** Berührbares leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das normalerweise nicht unter Spannung steht, jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen kann. [03-02 von HD 384.2 S1]

**3.28 Fremdes leitfähiges Teil:** Berührbares leitfähiges Teil, das nicht zur elektrischen Anlage gehört, jedoch ein elektrisches Potential einschließlich des Erdpotentials einführen kann. [03-03 von HD 384.2 S1]

**3.29 FELV-System (Functional Extra Low Voltage – Funktionskleinspannung):** Elektrisches System,

- in dem die Spannung den Wert von ELV nicht überschreiten kann und
- in dem die sicherheitsrelevanten Anforderungen für SELV- oder PELV-Systeme nicht erfüllt sind.

**3.30 Zwangsumlauf des Kühlmittels oder Wärmeträgers (Zwangskühlung):** Verfahren für den Umlauf des Kühlmittels oder Wärmeträgers mit Hilfe von Gebläse(n) oder Pumpe(n).

**3.31 Funktionserdung:** Erdung eines Punktes in einem Betriebsmittel oder System, die einem anderen Zweck als der Sicherheit dient.

**3.32 Funktionsisolierung:** Isolierung zwischen leitfähigen Teilen, die nur für das einwandfreie Funktionieren des Betriebsmittels erforderlich ist. [HD 625.1 S1]

**3.33 Wärmeträger:** Flüssigkeit (z. B. Wasser) oder Gas (z. B. Luft) innerhalb eines Betriebsmittels, um die Wärme von ihrer Quelle auf einen Wärmetauscher zu überführen, von dem die Wärme durch ein Kühlmittel abgeführt wird.

**3.34 Störfestigkeit:** Fähigkeit eines Gerätes, Betriebsmittels oder Systems, bei elektromagnetischen Störungen ohne Funktionsverminderung zu arbeiten. [IEV 161-01-20]

**3.35 Störfestigkeitspegel:** Größter Pegel einer bestimmten, auf bestimmte Weise in ein bestimmtes Gerät, Betriebsmittel oder System gelangenden elektromagnetischen Störung, bei dem keine Verminderung der Funktion eintritt. [IEV 161-03-14/A]

**3.36 Störfestigkeitsbereich:** Verhältnis von Störfestigkeitsgrenze zu elektromagnetischem Verträglichkeitspegel. [IEV 161-03-16/A]

**3.37 Indirektes Berühren:** Berühren von Körpern elektrischer Betriebsmittel, die infolge eines Fehlers unter Spannung stehen, durch Personal oder Nutztiere (Haustiere). [03-06 von HD 384.2 S1]

**3.38 Indirekte Kühlung:** Kühlverfahren, bei dem ein Wärmeträger benutzt wird, um die Wärme von dem zu kühlenden Teil an das Kühlmittel zu übertragen.

**3.39 Anlage:** Mehrere zu einem bestimmten Zweck und an einem bestimmten Ort miteinander verbundene Geräte oder Systeme, die jedoch nicht als eine einzige Funktionseinheit in Verkehr gebracht werden sollen.

**3.40 (Elektromagnetische) Beeinflussung:** Verminderung der Funktionsfähigkeit einer Ausrüstung, eines Übertragungskanals oder Systems durch eine Störung. [IEV 161-01-06]

**3.41 Ableitstrom** (in einer Anlage): Strom, der von einem fehlerfreien Stromkreis zur Erde oder zu fremden leitfähigen Teilen fließt.

ANMERKUNG: Dieser Strom kann eine kapazitive Komponente haben, insbesondere bedingt durch die Verwendung von Kondensatoren. [03-08 von HD 384.2 S1]

**3.42 Aktives Teil:** Leiter oder leitfähiges Teil, das dazu bestimmt ist, bei ungestörtem Betrieb unter Spannung zu stehen; einschließlich des Neutralleiters, aber vereinbarungsgemäß nicht der PEN-Leiter. [03-01 von HD 384.2 S1]

**3.43 Netzstromkreis:** Elektrischer Stromkreis, der leitend mit dem Versorgungsnetz verbunden ist und direkt vom Netz gespeist wird.

**3.44 Fehlfunktion:** Betrieb eines EB abweichend von den festgelegten Ausgangswerten.

**3.45 Natürlicher Umlauf des Kühlmittels oder Wärmeträgers (Konvektion):** Verfahren für den Umlauf des Kühlmediums (Kühlmittel oder Wärmeträger), das die Änderung der volumenbezogenen Masse (Dichte) mit der Temperatur ausnutzt.

**3.46 Nennwert:** Geeigneter angenäherter Wert einer Größe, der zur Bezeichnung oder Erkennung eines Bauelements, Gerätes oder Betriebsmittels verwendet wird. [IEV 151-04-01]

**3.47 Nicht-Netzstromkreis:** Elektrischer Stromkreis, der nicht direkt vom Versorgungsnetz gespeist wird, sondern davon z. B. durch einen Transformator für das EB galvanisch getrennt ist oder von einer Batterie gespeist wird.

**3.48 Überspannungskategorie:** Zahlenwert, der eine Stehstoßspannung festlegt. [HD 625.1 S1]

ANMERKUNG: Es werden die Überspannungskategorien I, II, III und IV verwendet, siehe 5.2.16.

**3.49 PELV-System** (Protective Extra Low Voltage – Schutzkleinspannung): Elektrisches System,

- in dem die Spannung den Wert von ELV nicht überschreiten kann und
- mit Sicherer Trennung von Systemen, die nicht SELV- oder PELV-Systeme sind und
- mit Vorkehrungen für die Erdung des PELV-Systems oder seiner Körper oder von beiden.

**3.50 PEN-Leiter:** Geerdeter Leiter, der zugleich die Funktionen des Schutzleiters und des Neutralleiters erfüllt.

ANMERKUNG: Die Abkürzung PEN setzt sich zusammen aus den beiden Symbolen PE für den Schutzleiter und N für den Neutralleiter. [04-06 von HD 384.2 S1]

**3.51 Bewertungskriterien:** Festlegungen zur Bewertung des Betriebsverhaltens von EB beim Betrieb innerhalb der vorgegebenen Umgebungsbedingungen; dazu gehören

- die mechanischen,
- die klimatischen,
- die elektrischen Bedingungen.

**3.52 Betriebsmittel der Leistungselektronik:** Betriebsmittel, dessen Hauptaufgabe die Energieumwandlung ist.

ANMERKUNG 1: Ein statischer Schalter, bei dem die wesentliche Schaltfunktion von elektronischen Bauelementen ausgeführt wird, wandelt die Energie um vom Eingang zum Ausgang:

- im EIN-Zustand ohne Transformation (mit Ausnahme der Verluste) und
- im AUS-Zustand ohne Leistungsabgabe am Ausgang.

Dies ist ein Betriebsmittel der Leistungselektronik.

ANMERKUNG 2: Ein Schaltgerät, in dem zur Schutzauslösung Elektronik verwendet wird, ist weder ein Betriebsmittel der Leistungselektronik noch ein EB. (Seine Hauptaufgabe ist es, mit mechanischen Bauteilen eine Verbindung herzustellen oder zu unterbrechen.)

**3.53 Starkstromanlage:** Anlage mit zusammen an einem bestimmten Ort aufgestellten elektrischen oder elektronischen Betriebsmitteln oder einer Kombination von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln, die für den koordinierten Betrieb vorgesehen und an ein Versorgungsnetz angeschlossen sind.

Die Verwendung der Anlage wird nicht festgelegt, sie steht jedoch mit dem Versorgungsnetz in Wechselbeziehung, entweder direkt, z. B. durch Betätigungs- und Schutzeinrichtungen, oder indirekt, z. B. durch Messungen, die zum Eingreifen des Personals führen.

ANMERKUNG: Anstelle „Starkstromanlage“ wird auch manchmal der Begriff „elektrische Anlage“ verwendet.

**3.54 Schutzverbindung:** Elektrische Verbindung von Körpern oder der Schutzschirmung, um durch Anschluß an einen äußeren Schutzleiter, der sicher an Erde liegt, die elektrische Kontinuität sicherzustellen. [nach 2.7 von IEC 60536-2, abgeändert]

**3.55 Schutzklasse 0:** Zur Schutzklasse 0 gehören Betriebsmittel, deren Schutz gegen gefährliche Körperströme allein auf der Basisisolierung beruht; das bedeutet, daß keine Mittel für den Anschluß berührbarer leitfähiger Teile, sofern vorhanden, an den Schutzleiter in der Festverdrahtung der Anlage vorgesehen sind und im Fall des Versagens der Basisisolierung auf die Umgebung vertraut wird. [HD 366 S1]

**3.56 Schutzklasse I:** Zur Schutzklasse I gehören Betriebsmittel, deren Schutz gegen gefährliche Körperströme nicht allein auf der Basisisolierung beruht, sondern die eine zusätzliche Sicherheitsvorkehrung enthalten, indem Mittel für den Anschluß berührbarer leitfähiger Teile an den Schutz-(Erdungs-)Leiter in der Festverdrahtung der Anlage vorgesehen sind, so daß berührbare leitfähige Teile im Fehlerfall der Basisisolierung nicht spannungsführend werden können. [HD 366 S1]

**3.57 Schutzklasse II:** Zur Schutzklasse II gehören Betriebsmittel, deren Schutz gegen gefährliche Körperströme nicht allein auf der Basisisolierung beruht, sondern die eine zusätzliche Sicherheitsvorkehrung enthalten, wie z. B. Doppelte Isolierung oder Verstärkte Isolierung, ohne daß Schutzerdung vorhanden ist oder auf die Anlagenbedingungen vertraut wird. [HD 366 S1]

**3.58 Schutzklasse III:** Zur Schutzklasse III gehören Betriebsmittel, in denen der Schutz gegen gefährliche Körperströme durch Versorgung mit Sicherheitskleinspannung (SELV) hergestellt wird und in denen keine höheren Spannungen als die von SELV erzeugt werden. [HD 366 S1]

**3.59 Schutzleiter:** Leiter, der zum Schutz gegen gefährliche Körperströme erforderlich ist, um die elektrische Verbindung zu einem der folgenden Teile herzustellen:

- Körper,
- fremde leitfähige Teile,
- Haupterdungsklemme,
- Erder,
- geerdeter Punkt der Stromquelle oder künstlicher Sternpunkt. [04-05 von HD 384.2 S1, abgeändert]

**3.60 Schutzerdung:** Erdung eines Punktes in einem System, einer Anlage oder einem Betriebsmittel zum Schutz vor gefährlichen Körperströmen im Fehlerfall.

**3.61 Schutzimpedanz:** Bauelement oder Gruppe von Bauelementen mit einer Impedanz und einem Aufbau, daß sie den Dauerstrom und die Entladung auf ungefährliche Werte begrenzen. [IEC 61140]

**3.62 Schutzschirmung:** Trennung von Stromkreisen gegen berührungsgefährliche aktive Teile durch Verwendung eines dazwischen angeordneten leitfähigen Schirms, der mit dem Anschlußpunkt für einen äußeren Schutzleiter verbunden ist. [IEC 60536-2]

**3.63 Sichere Trennung:** Trennung von Stromkreisen durch Basisschutz und zusätzlichen Schutz (Basisisolierung plus Zusätzliche Isolierung oder Schutzschirmung) oder durch eine gleichwertige Schutzmaßnahme (z. B. Verstärkte Isolierung). [IEC 60536-2]

**3.64 Bemessungsisolationsspannung:** Stehspannungswert, der einem Betriebsmittel oder Teil eines Betriebsmittels vom Hersteller zugewiesen wird und die festgelegte (Langzeit-)Standfestigkeit seiner Isolierung kennzeichnet.

ANMERKUNG 1: Die Bemessungsisolationsspannung ist höher oder gleich der Bemessungsspannung des Betriebsmittels oder der Bemessungsspannung des betroffenen Teils des Betriebsmittels, die sich in erster Linie auf die Erfüllung der Funktionen bezieht. [HD 625.1 S1, abgeändert]

ANMERKUNG 2: Die Bemessungsisolationsspannung bezieht sich auf die Isolierung zwischen elektrischen Stromkreisen, zwischen aktiven Teilen und Körper und innerhalb eines Stromkreises.

ANMERKUNG 3: Für Luftstrecken und feste Isolierungen ist der Scheitelwert der Spannung an der Isolierung oder Luftstrecke der bestimmende Wert für die Bemessungsisolationsspannung. Für Kriechstrecken ist der Effektivwert der bestimmende Wert.

**3.65 Bemessungswert:** Wert einer Größe, der einem Bauelement, Gerät oder Betriebsmittel im allgemeinen vom Hersteller für eine festgelegte Betriebsbedingung zugewiesen wird. [IEV 151-04-03]

**3.66 Bemessungsspannung:** Wert der Spannung, der einem Bauelement, Gerät oder Betriebsmittel vom Hersteller zugewiesen wird und auf den die Betriebs- und Funktionskenngrößen bezogen werden.

ANMERKUNG: Ein Betriebsmittel kann mehr als eine Bemessungsspannung oder einen Bemessungsspannungsbereich haben. [\[HD 625.1 S1\]](#)

**3.67 Bezugsleiter:** Leiter, auf den das Potential anderer Leiter bezogen wird.

**3.68 Verstärkte Isolierung:** Einziges Isoliersystem für aktive Teile, das unter den in der betreffenden IEC-Norm festgelegten Bedingungen den gleichen Schutz gegen gefährliche Körperströme bietet wie eine Doppelte Isolierung.

ANMERKUNG: Der Begriff „Isoliersystem“ bedeutet nicht, daß die Isolierung aus einem homogenen Stück bestehen muß. Sie kann aus mehreren Schichten bestehen, die nicht einzeln geprüft werden können wie bei der Zusätzlichen Isolierung oder der Basisisolierung. [\[HD 366 S1\]](#)

**3.69 Kurzschlußleistungsverhältnis:** Verhältnis der Kurzschlußleistung der Versorgungsquelle zur Grundschiebungsscheinleistung des Stromrichters auf der Netzseite. Es bezieht sich auf einen gegebenen Punkt des Netzes, auf bestimmte Betriebsbedingungen und eine festgelegte Netzkonfiguration. [\[EN 60146-1-1\]](#)

**3.70 SELV-System** (Safety Extra Low Voltage – Sicherheitskleinspannung): Elektrisches System,

- in dem die Spannung den Wert von ELV nicht überschreiten kann, und
- mit Sicherer Trennung von Systemen, die nicht SELV-Systeme sind, und
- ohne Vorkehrungen zur Erdung des SELV-Systems oder seiner Körper und
- mit einfacher Trennung von Erde.

**3.71 Schirme:** Vollständig oder teilweise abgeschlossene elektrisch oder magnetisch leitfähige Umhüllungen, die den Empfang oder die Aussendung von Störsignalen bis zu einem bestimmten Grad verhindern sollen.

**3.72 Kurzzeitige Spannungsunterbrechung:** Ausfall der Versorgungsspannung für eine Dauer bis zu einer Minute. Kurzzeitige Spannungsunterbrechungen können als Spannungseinbrüche mit einer Amplitude von 100 % angesehen werden. [\[IEC 61000-2-1\]](#)

**3.73 Gleichzeitigkeitsfaktor:** Verhältnis der Summe der Grundschiebungsscheinleistungen der an einen Netzabschnitt angeschlossenen Stromrichter, die zwangsläufig während der gleichen Zeit kommutieren, zur Summe der Bemessungswerte der Grundschiebungsscheinleistungen aller an diesen Netzabschnitt angeschlossenen Stromrichter.

**3.74 Zusätzliche Isolierung:** Unabhängige Isolierung in Ergänzung zur Basisisolierung, die den Schutz gegen gefährliche Körperströme im Fall eines Versagens der Basisisolierung sicherstellt.

ANMERKUNG: Basisisolierung und Zusätzliche Isolierung sind voneinander getrennt und jeweils zum Grundschutz gegen gefährliche Körperströme bemessen. [\[HD 366 S1\]](#)

**3.75 Spannungsschwankung:** Änderung der Versorgungsspannung auf einen höheren oder niedrigeren Wert als die Nennspannung. Die Dauer der Änderung kann kurz oder lang sein. [\[prEN 50093\]](#)

**3.76 System:** Mehrere zu einem bestimmten Zweck miteinander verbundene Geräte, die als eine einzige Funktionseinheit in Verkehr gebracht werden sollen.

**3.77 Bestimmungsgemäße Verwendung:** Einsatz eines Betriebsmittels unter Spannung und im Betriebszustand, wie in den Betriebsunterlagen des betreffenden EB festgelegt.

**3.78 Spannungseinbruch:** Plötzliches Absinken der Spannung mit Spannungswiederkehr nach einer kurzen Zeitspanne, im Bereich zwischen einer Halbperiode und einigen Sekunden. [\[ENV 61000-2-2\]](#)

**3.79 Kurzzeiteinbruch der Spannung:** Spannungsänderung, deren Zeitdauer viel kleiner als eine Periode ist, und der eine Wechselspannung, z. B. bei der Kommutierung eines Stromrichters, überlagert sein kann. [\[IEV 161-08-12\]](#)

**3.80 Spannungsunsymmetrie:** Zustand in einem mehrphasigen System, bei dem die Effektivwerte der Spannungen der einzelnen Phasen oder die Phasenwinkel zwischen aufeinanderfolgenden Phasen nicht alle gleich sind. [\[IEV 161-08-09\]](#)

**3.81 Steh-:** Überstehen einer Umgebungs- oder Prüfbedingung, der ein EB ausgesetzt wird (z. B. Stehstoßspannung).

**3.82 Betriebsbrauchbarkeitsdauer:** Wird für ein EB durch die Gesamtheit folgender Faktoren bestimmt:

- die Wartung des Betriebsmittels ist noch nicht unwirtschaftlich geworden;
- Ersatzteile sind noch verfügbar;

- die Ausfallrate liegt noch in festgelegten Grenzen;
- die Funktionen des Betriebsmittels haben sich noch nicht so weit vermindert, daß es auch bei Ersetzen von Bauelementen und entsprechender Wartung die Anforderungen seiner technischen Daten nicht mehr erfüllt.

Das Ende der Betriebsbrauchbarkeitsdauer eines EB wird als erreicht angenommen, wenn eines der genannten Kriterien nicht mehr erfüllt wird.

#### **4 Anforderungen an das Gesamtsystem**

Die Anforderungen dieser Europäischen Norm sind Minimalanforderungen und gelten für die Bemessung und Herstellung von EB und ihre Errichtung in Starkstromanlagen.

Um einen einheitlichen technischen Stand bezüglich Sicherheit und Zuverlässigkeit zu gewährleisten, legt diese Europäische Norm Minimalanforderungen fest, die für den Einbau von EB in Starkstromanlagen notwendig sind.

- Wenn ein EB höhere Anforderungen erfüllen muß gemäß Festlegung in einer eigenen Produktnorm, haben diese Anforderungen Vorrang gegenüber dieser Europäischen Norm.
  - Wenn ein EB die Sicherheitsanforderungen gemäß den Minimalanforderungen dieser Europäischen Norm nicht ausreichend erfüllt und daher der unmittelbare Einsatz in Starkstromanlagen ausgeschlossen ist,
    - a) müssen entweder mit zusätzlichen Maßnahmen die Umgebungsbedingungen angepaßt werden,
- oder**
- b) die Ausrüstung muß nach Absprache zwischen den Herstellern des EB und der Starkstromanlage verbessert oder so ausgewählt werden, daß sie die Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllt.

##### **4.1 Bestimmungsgemäße Funktion**

Elektronische Betriebsmittel müssen so bemessen und so hergestellt sein, daß sie bei ordnungsgemäßer Aufstellung und bei bestimmungsgemäßer Verwendung im fehlerfreien Betrieb ihre Funktion erfüllen und keine Gefahren für Personen und Sachwerte verursachen. Dies gilt auch beim Zusammenwirken des (der) EB mit der Gesamtanlage.

Zur Prüfung siehe [9.1.3](#) und [9.4.7](#).

##### **4.2 Personen- und Sachschäden**

###### **Personenschäden**

Hinsichtlich der Begrenzung der Auswirkungen von Fehlfunktionen gelten für EB die gleichen Anforderungen wie für andere Betriebsmittel, jedoch muß bei der Bemessung im Zusammenhang mit EB das Durchbruch- und Kurzschlußverhalten elektronischer Bauelemente (z. B. von Halbleiterübergängen) berücksichtigt werden.

Die Anwendung sicherheitstechnischer Maßnahmen ist in Betracht zu ziehen, wie z. B.

- im EB selbst durch sicherheitstechnische Maßnahmen, Anordnung der Stromkreise und andere Maßnahmen, z. B. Fail-Safe-Technik, Redundanz, Diversität

**und/oder**

- durch zusätzliche unabhängige Betriebsmittel oder Maßnahmen (z. B. mit einem weiteren EB, das die Funktion des ausgefallenen EB übernimmt)

**oder**

- durch elektrische oder nichtelektrische Schutzeinrichtungen (z. B. Verriegelungen im Starkstromteil, mechanische Sperren)

**oder**

- durch systemumfassende Maßnahmen (z. B. automatische Abschaltung bei Feuerausbruch)

**oder**

- durch menschlichen Eingriff (wobei dies nicht die einzige Maßnahme ist).

Welche sicherheitstechnischen Maßnahmen getroffen werden sollten, muß beim Entwurf der Gesamtanlage festgelegt werden, wobei vorausgesetzt ist, daß im EB selbst keine besonderen sicherheitstechnischen Maßnahmen getroffen sind.

ANMERKUNG: Die Anwendung der Maßnahme „menschlicher Eingriff“ setzt voraus, daß die hierfür vorgesehene Person eine personengefährdende Fehlfunktion erkennen und sofort Maßnahmen zur Vermeidung der Gefahr treffen kann.

## Sachschaden

Je nach den Anforderungen sind Maßnahmen zur Vermeidung von Sachschäden beim Versagen eines EB zu treffen.

### 4.3 EB am ungeerdeten Netz bei Erdschluß

Entsprechend 8.3.1 ist in einem IT-Netz eine Überwachungseinrichtung für den Isolationswiderstand erforderlich, die bei Erdschluß ein Alarmsignal auslöst. Diese Maßnahme begrenzt das Risiko, daß ein weiterer Erdschluß folgt, bevor der erste behoben wird.

ANMERKUNG: Hierbei ist zugrundegelegt, daß der Anschluß des EB an ein Netz, das übliche Erdkapazitäten von höchstens 5 µF je Außenleiter hat, vorgenommen wird und daß beim Erdschluß auftretende Überspannungen die Werte nach A.6.3.5.1 nicht übersteigen. Bei ausgedehnten Netzen mit größeren Erdkapazitäten sollten besondere Vereinbarungen getroffen werden.

### Erdschluß im Netz

Ein Erdschluß im speisenden Netz, an das das EB ohne oder mit galvanischer Trennung (Transformator) angeschlossen ist, darf keine Schäden am EB hervorrufen und keine Schutz Einrichtung (z. B. Sicherung) des EB zum Ansprechen bringen. Das EB sollte beim Auftreten und Verschwinden sowie für die Dauer des Erdschlusses störungsfrei weiterbetrieben werden können.

### Erdschluß am Ausgang

Sofern im Kaufvertrag gefordert, dürfen bei einem einzelnen Erdschluß am Leistungsausgang eines an ein ungeerdetes Netz angeschlossenen EB keine Schäden am EB auftreten und keine Schutz Einrichtung (z. B. Sicherung) des EB ansprechen, gleichgültig, ob der Leistungsausgang mit dem Versorgungsnetz galvanisch verbunden ist oder nicht. Das EB sollte beim Auftreten und Verschwinden sowie für die Dauer des Erdschlusses weiterbetrieben werden können. Die Toleranzgrenzen des bestimmungsgemäßen Betriebes dürfen jedoch überschritten werden.

Wenn so vereinbart, ist das Auslösen eines Schalters oder Schmelzen von Sicherungen im EB z. B. durch einen doppelten Erdschluß zulässig.

### 4.4 Anforderungen an die Erdung (Masseanschluß, Erdung und Schirmung)

Erdung in EB wird nicht nur gefordert, um die Wirkungen von Beeinflussungen zu verringern, sondern auch, und mit größerer Bedeutung, aus Gründen der Sicherheit von Personen. Stehen diese beiden Anforderungen gegeneinander, so muß stets die Personensicherheit Vorrang haben.

(Siehe [Anhang A](#).)

### 4.5 Verbindungsleitungen

Zwischen Bauelementen, Baugruppen und Betriebsmitteln dürfen Drähte und Leitungen nach den IEC-Normen für Fernmeldeanlagen und Rundfunkanlagen verwendet werden, innerhalb von Baugruppen auch gedruckte Schaltungen.

Für Verbindungen zwischen Bauelementen, Baugruppen und Betriebsmitteln muß folgendes gelten:

Leiter und ihre Querschnitte müssen die elektrischen, mechanischen und klimatischen Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllen. Außerdem muß der Aufbau der Leiter und ihrer Querschnitte an das verwendete Verbindungsverfahren angepaßt sein (z. B. muß das Verbinden ohne Schrauben oder Löten der Normenreihe EN 60352-1 oder EN 60352-2 entsprechen).

### 4.6 Sicherungen in Neutral- und Schutzleitern

Sicherungen in Schutzleitern sind nicht zulässig. Neutralleiter und Schutzleiter dürfen in einer Baugruppe oder einem Betriebsmittel nicht miteinander verbunden werden.

Eine Sicherung in einem Neutralleiter einzusetzen, ist im allgemeinen nicht zulässig. Folgende Ausnahmen sind jedoch erlaubt:

- Im Neutralleiter darf eine Sicherung verwendet werden, wenn die Außenleiter zur gleichen Zeit wie der Neutralleiter selbsttätig getrennt werden.
- Sicherungen, deren Funktion der Überlastungsschutz in einem für den Anschluß an einen beliebigen Netzstromkreis vorgesehenen EB ist, dürfen in jedem aktiven Leiter angeordnet werden. Kurzschlußschutz ist durch andere Maßnahmen sicherzustellen (siehe [Bild 1](#)).

(Siehe [Anhang A](#) zu A.4.7 Geräusche.)

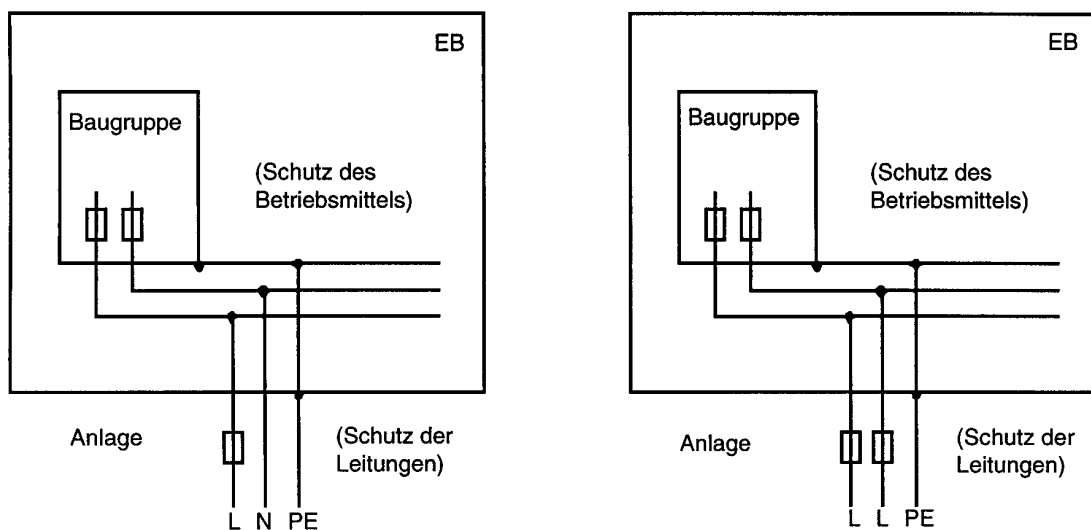


Bild 1: Anordnung von Sicherungen in Baugruppen und Anlagen

## 5 Sicherheitsanforderungen

### 5.1 Allgemeine Anforderungen

Bei EB ist der Schutz von Personen gegen gefährliche Körperströme so vorzunehmen, daß ein Einzelfehler keine Gefahr verursacht. Dies wird als erfüllt angesehen, wenn den Anforderungen von 5.2 und 5.3 entsprochen ist.

Bild 2 gibt eine Übersicht zu Bemessung, Aufbau und Einbau von EB für den Schutz gegen gefährliche Körperströme, die bei direktem und indirektem Berühren entstehen können.

Dieses Bild wird erweitert und vervollständigt durch die Bilder 8 bis 13 (siehe 5.2.15.1), mit denen der Grad der Isolierung erkannt und in Verbindung mit den Tabellen 3 bis 6 (siehe 5.2.16 bis 5.2.17) die Luftstrecke, Kriechstrecke und Durchschlagfestigkeit fester Isolierstoffe ausgewählt werden kann, die erforderlich sind, um dieser Europäischen Norm zu genügen.

### 5.2 Anforderungen an EB zum Schutz gegen gefährliche Körperströme

#### 5.2.1 Anforderungen für den Schutz gegen gefährliche Körperströme

Der Schutz gegen gefährliche Körperströme wird für elektrische Anlagen in Gebäuden in HD 384.4.41 S2 und für elektrische Betriebsmittel in HD 366 S1 behandelt. Die Schriftstücke IEC 60536-2 und IEC 61140 enthalten Richtlinien für die Anforderungen an Anlagen und Betriebsmittel zum Schutz gegen gefährliche Körperströme.

Diese Europäische Norm enthält ergänzende Anforderungen, die die besonderen Betriebsbedingungen von EB berücksichtigen, soweit die sachdienlichen Angaben nicht in obigen oder anderen internationalen Normen verfügbar sind.

Die oben angeführten Normen beruhen auf folgenden Grundsätzen:

Der Schutz von Personen und Nutztieren (Haustieren) gegen gefährliche Körperströme muß im Fall des Einzelfehlers wie unter den Bedingungen des bestimmungsgemäßen Betriebes aufrechterhalten bleiben. Dieser Schutz ist durch Anwendung von 5.2 bei der Bemessung und beim Aufbau von EB sicherzustellen.

Die Prüfungen von Bauelementen und Betriebsmitteln im Hinblick auf Schutz gegen gefährliche Körperströme sind als **Typprüfungen** und **Stückprüfungen** nach Abschnitt 9 durchzuführen.

#### 5.2.2 Schutz gegen direktes Berühren

Der Schutz gegen direktes Berühren hat das Berühren aktiver Teile des EB durch Personen zu verhindern. Er ist mit mindestens einer der Maßnahmen nach 5.2.2 bis 5.2.7 auszuführen.

Jedes leitfähige Teil, das von aktiven Teilen nicht mindestens durch Basisisolierung getrennt ist, muß wie ein aktives Teil behandelt werden.

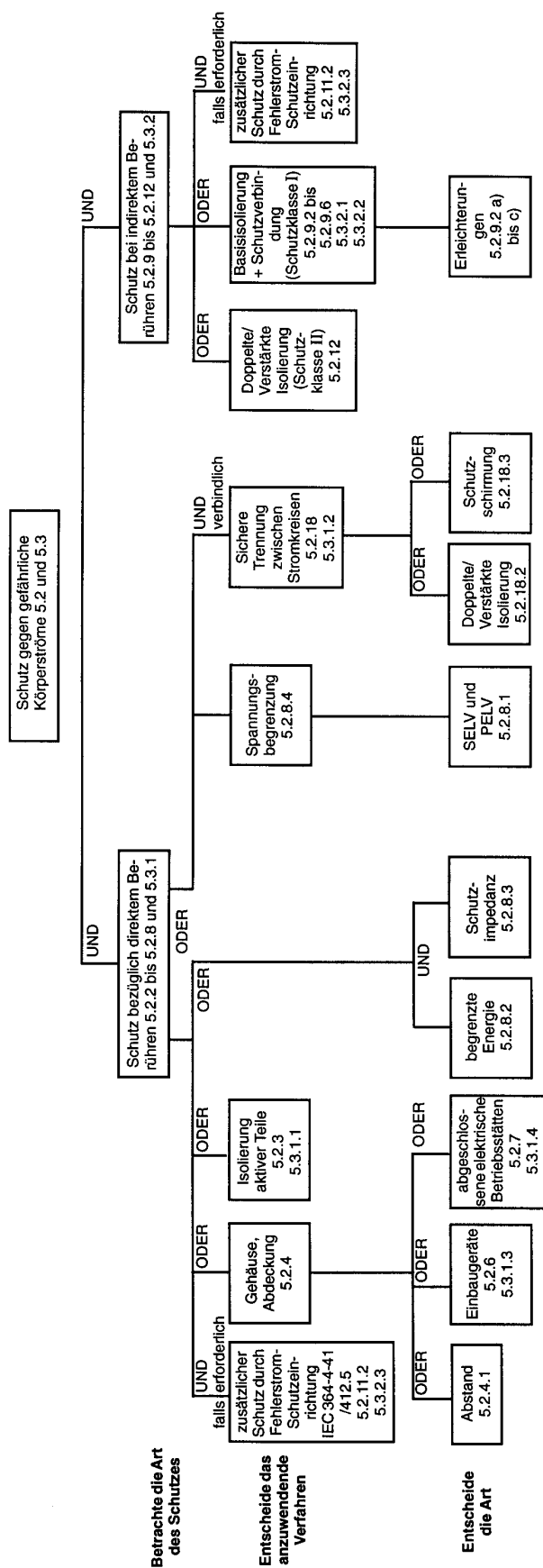


Bild 2: Übersicht über die Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme

Ein metallisches berührbares Teil gilt als leitfähig, wenn seine Oberfläche blank ist oder eine Isolierschicht aufweist, die den Anforderungen an Basisisolierung nicht genügt.

Bei Prüfungen von **Bauelementen** und **Betriebsmitteln** ist die Einhaltung der Maßnahmen nach 5.2.2 bis 5.2.7 durch Besichtigen festzustellen. Diese Anforderungen gelten auch für Geräte, die bei der Ausführung der Anlage gebaut oder eingebaut werden.

### 5.2.3 Schutz durch Isolierung aktiver Teile

Aktive Teile müssen vollständig mit einer dauerhaften (nicht entfernbaren) Isolierung umgeben werden. Diese Isolierung muß für eine Bemessungsisolationsspannung ausgelegt werden nach:

- Tabelle 3 in 5.2.16.1; (nach HD 625.1 S1, Tabellen 1 und 2)
- Tabelle 4 in 5.2.16.2; (nach HD 625.1 S1, Tabellen 1 und 2)
- 5.2.14.1.

Der Grad der Isolierung – Basisisolierung, Doppelte Isolierung oder Verstärkte Isolierung – hängt ab von:

- der maßgebenden Spannung  $U_M$  (siehe 5.2.13) des jeweiligen Stromkreises;
- den Grenzwerten der Kleinspannung, 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung;
- dem Einsatz von Sicherheits- oder Schutzkleinspannungssystemen (SELV oder PELV)

nach 411.1.1, 411.1.4, 411.1.5 von HD 384.4.41 S2, HD 193 S2 und IEC 61201.

Die Isolierung ist aus der nachstehenden Aufzählung aus a) oder b) 1), b) 2), b) 3) und b) 4) zu wählen (unter Bezug auch auf Bild 3):

- a) **Basisisolierung** für die Bemessungsisolationsspannung des Stromkreises (Fall i 1),
- wenn sie zwischen aktiven Teilen und berührbaren leitfähigen Teilen des EB angeordnet ist, die über eine Schutzverbindung mit dem Schutzleiteranschluß des EB verbunden sind.
- b) 1) **Doppelte** oder **Verstärkte Isolierung** für die Bemessungsisolationsspannung des Stromkreises (Fälle i 2 oder i 3),
- wenn sie zwischen aktiven Teilen und der Oberfläche von berührbaren Teilen des EB angeordnet ist, die entweder nicht leitfähig oder aber leitfähig, jedoch nicht mit einem Schutzleiteranschluß verbunden sind,
- und**
- wenn die aktiven Teile eine maßgebende Spannung  $U_M > AC\ 50\ V$  oder  $DC\ 120\ V$  haben.
- b) 2) **Basisisolierung** für die Bemessungsisolationsspannung, die der höchsten Bemessungsisolationsspannung der benachbarten Stromkreise entspricht,
- wenn sie zwischen aktiven Teilen und der Oberfläche von berührbaren Teilen des EB angeordnet ist, die entweder nicht leitfähig oder aber leitfähig, jedoch nicht mit einem Schutzleiteranschluß verbunden sind,
- und**
- wenn die aktiven Teile eine maßgebende Spannung  $U_M \leq AC\ 50\ V$  oder  $DC\ 120\ V$  haben und durch Basisisolierung von benachbarten Stromkreisen mit  $U_M > AC\ 50\ V$  oder  $DC\ 120\ V$  getrennt sind.
- b) 3) **Basisisolierung** für die Bemessungsisolationsspannung des Stromkreises, die  $AC\ 25\ V$  oder  $DC\ 60\ V < U_M \leq AC\ 50\ V$  oder  $DC\ 120\ V$  entspricht,
- wenn sie zwischen aktiven Teilen und der Oberfläche von berührbaren Teilen des EB angeordnet ist, die entweder nicht leitfähig oder aber leitfähig, jedoch nicht mit einem Schutzleiteranschluß verbunden sind,
- und**
- wenn die aktiven Teile des Stromkreises mit  $AC\ 25\ V$  oder  $DC\ 60\ V < U_M \leq AC\ 50\ V$  oder  $DC\ 120\ V$  Sichere Trennung (siehe 5.2.18) gegenüber allen benachbarten Stromkreisen mit einer maßgebenden Spannung  $U_M > AC\ 50\ V$  oder  $DC\ 120\ V$  besitzen.
- b) 4) **Keine Isolierung erforderlich** für aktive Teile, die nach 5.2.8 für eine maßgebende Spannung  $U_M \leq AC\ 25\ V$  oder  $DC\ 60\ V$  ausgelegt sind und Sichere Trennung gegenüber benachbarten Stromkreisen besitzen.

| Art der Isolierung                                                                         | 1 Berührbare Teile leitfähig und mit PE verbunden                                                             | 2 Berührbare Teile nicht leitfähig                                                         | 3 Berührbare Teile leitfähig, aber <u>nicht</u> mit PE verbunden    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| i<br>Feste (flüssige) Isolierung                                                           |                                                                                                               |                                                                                            |                                                                     |
| ii<br>Isolierung ganz oder teilweise durch Luft                                            |                                                                                                               |                                                                                            |                                                                     |
| iii<br>Isolierung bei Öffnungen in der Abdeckung                                           |                                                                                                               |                                                                                            |                                                                     |
| A aktives Teil<br>B Basisisolierung<br>D Doppelte Isolierung<br>I Isolierung kleiner als B | L Luftstrecke (oder Abstand) entsprechend Basisisolierung<br>L' Luftstrecke entsprechend Doppelter Isolierung | M leitfähiges Teil<br>V Verstärkte Isolierung<br>Z Zusätzliche Isolierung<br>PE Schutzerde | *) Gilt auch für Kunststoffschrauben<br>**) Luftstrecke von A bis M |

Bild 3: Beispiele für den Schutz gegen direktes Berühren

Ein Ablaufplan zur Bestimmung der Isolierung zwischen aktiven Teilen und berührbaren Oberflächen ist in [Bild 9](#) von [5.2.15.1](#) angegeben.

ANMERKUNG: Beispiele für die Isolierung zwischen aktiven und berührbaren Teilen sind in [Bild 3](#) und Beispiele für die Isolierung zwischen getrennten elektrischen Stromkreisen und berührbaren Teilen in den [Bildern A.4](#) und [A.5](#) von [A.5.2.14.1](#) wiedergegeben.

Basisisolierung, Doppelte Isolierung oder Verstärkte Isolierung muß den Spannungsprüfungen nach [Tabelle 17](#) von [9.4.5.1](#) und/oder [Tabelle 18](#) von [9.4.5.2.2](#) unterzogen werden.

#### 5.2.4 Schutz durch Gehäuse und Abdeckungen

EB müssen die entsprechenden Anforderungen von [HD 384.4.41 S2](#) und IEC 60536-2 erfüllen.

Aktive Teile müssen in Gehäusen oder hinter Abdeckungen angeordnet sein, die mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 2X nach [5.1 von EN 60529](#) entsprechen. Obere waagerechte Deckflächen von Gehäusen oder Abdeckungen, die leicht zugänglich sind, müssen mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 4X entsprechen.

Der vorgesehene Mindestschutz muß die besonderen Bedingungen der Anlage berücksichtigen; zusätzlich muß ein derartiger Schutz entsprechend den zu erwartenden Umweltbedingungen nach [Abschnitt 6](#) ausgeführt sein.

(Siehe [Anhang A](#).)

Prüfungen sind durch Besichtigen durchzuführen. Im Zweifelsfall muß eine Nachmessung der Gehäuseöffnungen und Prüfung mit einem Prüffinger nach [Abschnitt 12 von EN 60529](#) erfolgen. In diesem Zusammenhang kann das Prüfverfahren nach [12.2 von EN 60529](#) (d. h. mit Prüflampe und einer Spannung von mindestens 40 V) angewendet werden, wenn sichergestellt ist, daß das Berühren eines aktiven Teils des Stromkreises im zu prüfenden EB mit dem Prüffinger tatsächlich eine Prüfanzeige ergibt. Wenn das nicht der Fall ist, muß Nichtberühren der aktiven Teile mit dem Prüffinger anderweitig festgestellt werden.

##### 5.2.4.1 Abstände

Anstelle einer Isolierung nach [5.2.3](#) darf ganz oder teilweise eine Luftstrecke nach [5.2.15.1](#) und [5.2.16](#) oder ein Abstand entsprechend einer Luftstrecke von  $L$  und  $L'$  in [Bild 3](#) von [5.2.3](#), Fälle ii, vorgesehen werden (siehe [Bild 3](#), Fall ii 1 oder Fälle ii 2 und ii 3).

Prüfungen sind durch Besichtigen und/oder, erforderlichenfalls, durch Anwendung der Prüfung mit Prüffinger nach [Abschnitt 12 von EN 60529](#) durchzuführen.

#### 5.2.5 Entladung von Kondensatoren

Kondensatoren müssen nach dem Abschalten des EB innerhalb von 5 s auf eine Restladung von 50  $\mu\text{C}$  (siehe [A.5.2.8.2](#)) oder eine Spannung von 60 V entladen sein. Wenn eine solche Maßnahme die Funktion des EB störend beeinflusst, muß an leicht erkennbarer Stelle ein Warnhinweis angebracht werden, der angibt, daß die Entladezeit länger als 5 s ist. Kondensatoren müssen innerhalb von 1 s entweder auf eine Ladung von 50  $\mu\text{C}$  oder eine Spannung von 60 V entladen sein, falls man mit ihrer Spannung an Steckern des ordnungsgemäß aufgestellten EB in Berührung kommen kann und diese Stecker ohne Verwendung von Werkzeug gezogen werden können, wenn sie spannungsführend sind (nach 5.1.2 von IEC 60536-2).

Im Hinblick auf die zwei obigen Fälle ist Prüfung durch Nachrechnen der Energie oder Messen der Spannung 5 s bzw. 1 s nach dem Abschalten des EB durchzuführen. Wenn mehrere Kondensatoren im Stromkreis miteinander verbunden sind, muß dies bei solchen Rechnungen berücksichtigt werden.

#### 5.2.6 Einbaugeräte

Baugruppen und Geräte, die zum Einbau in ein größeres Gerät oder Gehäuse bestimmt sind, das den erforderlichen Schutz bietet, brauchen selbst keinen Schutz gegen direktes Berühren zu haben. Befinden sich jedoch an ihnen oder in ihrer Nähe Bauteile, die von Hand zu betätigen sind, ist 5.1.1 von IEC 60536-2 zu beachten.

#### 5.2.7 EB für abgeschlossene elektrische Betriebsstätten

EB, die zur Aufstellung in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten bestimmt sind, brauchen selbst keinen Schutz gegen direktes Berühren aufzuweisen (siehe jedoch [Anmerkung 2 von A.5.2.8](#)). Erfordert das EB manuelle Eingriffe (z. B. für Reparatur, Ersatz von Lampen, Sicherungen, Batterien), ist [412.2.1 von HD 384.4.41 S2](#) zu beachten.

#### 5.2.8 Schutz bei direktem Berühren

Der Schutz bei direktem Berühren hat die Aufgabe, sicherzustellen, daß das Berühren von aktiven Teilen eines EB keine gefährlichen Körperströme zur Folge hat.

Der Schutz gegen direktes Berühren nach [5.2.2](#) bis 5.2.7 kann entfallen, wenn das Berühren von aktiven Teilen eines EB keine gefährlichen Körperströme zur Folge hat. Dies gilt für Stromkreise, bei denen eine der Maßnahmen nach [5.2.8.1 bis 5.2.8.5](#) getroffen wurde, wenn außerdem Sichere Trennung nach [5.2.18](#) gegenüber allen anderen Stromkreisen sichergestellt ist.

Äußere Anschlüsse von EB, die zu Stromkreisen nach 5.2.8 gehören, müssen in den Betriebsunterlagen gekennzeichnet sein.

Diese Abschnitte gelten für den gesamten Stromkreis einschließlich seiner Stromversorgungen und gegebenenfalls vorgesehenen peripheren Geräten.

(Siehe [Anhang A.](#))

Prüfungen für Sichere Trennung sind, soweit sinnvoll, nach 9.4.5.1, 9.4.5.2.2, 9.4.5.2.3, 9.4.5.3 und 9.4.5.5 durchzuführen.

#### 5.2.8.1 Schutz durch Kleinspannung mit Sicherer Trennung (SELV- und PELV-System)

Werden in EB oder in Teilen des EB SELV- oder PELV-Systeme verwendet, so müssen die zugehörigen Anforderungen erfüllt sein.

Wenn die maßgebende Spannung nach 5.2.13 nicht höher als AC 25 V oder DC 60 V ist (siehe [Bild A.1 a](#)) in [A.5.2.8](#)) und sich das Betriebsmittel in einem Bereich mit Potentialausgleich befindet, ist ein Schutz gegen direktes Berühren nicht erforderlich.

In einem räumlich eng begrenzten Bereich, dessen aktive Teile nach 5.2.2 gegen direktes Berühren geschützt sind, darf die maßgebende Wechselspannung zwischen 25 V und 50 V liegen, soweit dies zur Erzeugung einer Versorgungsgleichspannung bis zu 60 V erforderlich ist.

Zur Prüfung des Schutzes durch Kleinspannung mit Sicherer Trennung ist die (nach 5.2.13 bestimmte) maßgebende Spannung im Zweifelsfall nachzumessen. Gegebenenfalls muß der im obigen Absatz 3 definierte räumlich eng begrenzte Bereich entsprechend 5.2.2 bis 5.2.5 auf Schutz gegen direktes Berühren geprüft werden.

#### 5.2.8.2 Schutz durch Begrenzung der Entladungsenergie

Die gespeicherte Ladung zwischen gleichzeitig berührbaren Teilen mit Schutzimpedanz darf 50 µC nicht übersteigen (4.4.3.2 von IEC 60536-2). Nach 6.5 von IEC 61201 sollten Ladespannung und Kapazität entsprechend [Tabelle A.1 in A.5.2.8.2](#) begrenzt werden.

(Siehe [Anhang A.](#))

Zur Prüfung des Schutzes durch Begrenzung der Entladungsenergie sind Berechnungen und/oder Messungen zur Bestimmung der Ladung oder der Spannung und Kapazität durchzuführen.

#### 5.2.8.3 Schutz durch Schutzimpedanz

Die Verbindung von berührbaren aktiven Teilen mit einem Stromkreis mit einer höheren maßgebenden Spannung (siehe 5.2.13) als AC 25 V oder DC 60 V, wie in 5.2.8.1 angegeben, darf nur über eine Schutzimpedanz erfolgen ([411.1.2.4 von HD 384.4.41 S2](#) sowie 4.4.1 von IEC 60536-2).

Für Aufbau und Anordnung der Schutzimpedanz sind sinngemäß die gleichen konstruktiven Maßnahmen wie bei Sicherer Trennung vorzusehen (siehe 5.2.18). Auch bei Versagen eines einzelnen Teils darf der nachfolgend angegebene Strom nicht überschritten werden. Sind Kondensatoren an die Schutzimpedanz angeschlossen, so gilt hinsichtlich der Restladung [Abschnitt 5.2.5](#).

Die Schutzimpedanz ist so zu bemessen, daß der Strom durch die Schutzimpedanz den Wert von AC 3,5 mA oder DC 10 mA nicht überschreitet. Es ist davon auszugehen, daß die maßgebende Spannung (siehe 5.2.13) des Stromkreises mit der höheren Spannung an der Schutzimpedanz anliegt (4.4.3.1 von IEC 60536-2).

Die Spannungsfestigkeit für die Schutzimpedanz ist so zu bemessen, daß die Schutzimpedanz der Stehstoßspannung 1,2/50 µs nach 5.2.16.1, [Tabelle 3, Spalte 8](#), bzw. nach 5.2.16.2, [Tabelle 4, Spalte 8](#), standhält.

(Siehe [Anhang A.](#))

Dieses Schutzverfahren ist durch Besichtigen und Fehlernachbildung zu prüfen. Bei der Fehlernachbildung ist durch Rechnung festzustellen, ob der Strom unter den Grenzwerten nach obigen Absätzen 2 und 3 bleibt.

Zu Einzelheiten der Prüfungen siehe 9.4.5.1 und 9.4.5.5.

#### 5.2.8.4 Schutz durch Anwendung von Spannungsbegrenzung in Steuerstromkreisen

Diese Schutzart ist nur für Steuerstromkreise zur Soll- und Istwertbildung zulässig (siehe [Bild A.1 d](#)) in [A.5.2.8](#)). Diese Schutzart darf wegen der Erdung (PE) im Basispunkt des Spannungsteilers bei EB der Schutzklasse II nicht angewendet werden ([3.3 von HD 366 S1](#)).

Dieser Teil des Steuerstromkreises ist zuverlässig so auszulegen, daß auch bei Auftreten eines Fehlers im EB die Spannung sowohl zwischen ihren Ausgangsklemmen als auch gegen Erde nicht höher werden kann als die maßgebende Spannung von AC 25 V oder DC 60 V nach 5.2.8.1. Es sind sinngemäß die gleichen konstruktiven Maßnahmen wie bei Sicherer Trennung (siehe 5.2.18) vorzusehen.

Für vorzusehende Trennstellen sicher getrennter Stromkreise sollte, soweit zutreffend, [A.5.2.8.3](#) gelten.

Zur Prüfung ist der Schutz durch Spannungsbegrenzung durch Besichtigen und Fehlersimulation zu kontrollieren. Bei der Fehlersimulation muß durch Rechnung festgestellt werden, ob die Spannung unter den Grenzwerten nach obigem Absatz 2 bleibt.

### 5.2.8.5 Steckverbindungen

Zusätzlich zu den Maßnahmen nach 5.2.8.1 bis 5.2.8.4 – SELV, PELV, begrenzte Entladungsenergie, Schutzimpedanz, Spannungsbegrenzung – ist sicherzustellen, daß durch Verwechseln oder Verpolen von Steckverbindungen keine Spannungen in einen sicher getrennten Stromkreis übertreten können, die höher als AC 25 V oder DC 60 V sind. Dies gilt z. B. für Steck-Baugruppen oder andere Einschubgeräte, die sich ohne Verwendung von Werkzeug (Schlüssel) stecken lassen oder ohne Verwendung von Werkzeug zugänglich sind. Dies gilt nicht für EB, die zur Aufstellung in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten bestimmt sind (siehe 5.2.7). Siehe auch 7.1.9.

Soweit erforderlich, sind Prüfungen auf Unverwechselbarkeit und Schutz gegen Verpolen von Steckverbindern, Steckern und Steckdosen durch Besichtigen und Steckversuche zu bestätigen.

### 5.2.9 Schutz bei indirektem Berühren

Der Schutz bei indirektem Berühren hat Gefahren durch gefährliche Körperströme zu verhindern, die sich bei einem Isolationsfehler von Körpern eines EB ergeben können. Dieser Schutz ist entsprechend den folgenden Anforderungen vorzusehen:

Für EB, die in Schutzklasse I (nach 3.2 von HD 366 S1) ausgeführt sind, gelten die Anforderungen nach 5.2.9.1 bis 5.2.11.

Der Abschnitt 5.2.12 behandelt besondere Gesichtspunkte der Schutzklasse II.

Die Schutzklasse III hat für EB kaum Bedeutung.

Die Schutzklasse 0 ist für EB nicht zulässig.

Bei einer maßgebenden Spannung von mehr als AC 1400 V oder DC 2000 V ist nur Schutzklasse I zulässig.

Alle leitfähigen Teile, die nicht mindestens durch Basisisolierung von aktiven Teilen getrennt sind (HD 366 S1), müssen wie aktive Teile behandelt werden.

Zur Prüfung von **Bauelementen und Betriebsmitteln** ist durch Besichtigen zu bestätigen, daß die nach 5.2.9 bis 5.2.12 getroffenen Maßnahmen die Anforderungen erfüllen. Diese Anforderungen müssen auch Geräte erfüllen, die bei der Ausführung der Anlage auf- oder eingebaut werden.

#### 5.2.9.1 Isolierung zwischen aktiven Teilen und Körper

Körper eines EB müssen von aktiven Teilen mindestens durch Basisisolierung oder durch Luftstrecken nach 5.2.16.1 und 5.2.16.2, Tabellen 3 bzw. 4, getrennt sein.

Prüfung ist durch Besichtigen durchzuführen. Im Zweifelsfall müssen die Luftstrecken, Kriechstrecken und festen Isolierungen nachgemessen werden.

#### 5.2.9.2 Schutzverbindung

Eine Schutzverbindung zwischen Körper des EB und der Anschlußstelle des EB für den von außen zugeführten Schutzleiter ist stets vorzusehen; ohne wesentliche Bedeutung ist sie nur:

- a) bei Körpern, die ausschließlich elektrischen Stromkreisen mit Schutz bei direktem Berühren nach 5.2.8 zugeordnet sind, wobei bei SELV- oder PELV-Systemen (siehe 5.2.8.1) sowie bei Schutz durch Spannungsbegrenzung (siehe 5.2.8.4) der Grenzwert für die maßgebende Spannung auf AC 50 V oder DC 120 V angehoben ist (413.1.1.1 von HD 384.4.41 S2), oder
- b) bei Magnetkernen, z. B. Transformatoren, Drosselspulen und Schützen, oder
- c) bei Körpern kleiner Abmessung (etwa 50 mm × 50 mm), die bei bestimmungsgemäßer Verwendung des EB weder berührt noch umfaßt werden können und bei denen die Berührungsgefahr gering ist. Solche Körper sind z. B. Schrauben, Nieten, Leistungsschilder und Kabelschellen (siehe 471.2.2 von HD 384.4.47 S2).

ANMERKUNG: Leitfähige Teile, die durch Doppelte Isolierung oder Verstärkte Isolierung von aktiven Teilen getrennt sind (siehe 5.2.18.2), gelten nicht mehr als Körper, und deshalb ist keine Schutzverbindung erforderlich.

Prüfung ist durch Besichtigen durchzuführen. Wenn eine der Ausnahmen von den Anforderungen für die Schutzverbindung nach a), b) oder c) in Anspruch genommen wird, muß in den Betriebsunterlagen bestätigt werden, daß die Voraussetzungen dafür erfüllt sind.

(Siehe Anhang A.5.2.9.2 zu Ausführung der Schutzverbindung.)

#### 5.2.9.3 Bemessung der Schutzverbindung

Schutzverbindungen müssen den höchsten thermischen und dynamischen Beanspruchungen widerstehen, die bei einem Körperschluß in dem betroffenen Teil des EB auftreten können (4.1.2 von IEC 60536-2).

Schutzverbindungen sind nach 8.3.3.4 zu bemessen, um thermische Überlastung zu vermeiden (4.1.4 nach IEC 60536-2).

(Siehe Anhang A.)

Zur Prüfung ist im Zweifelsfall der Widerstand der Schutzverbindung nach A.5.2.9.3, Absatz 3, zu messen und aus dieser Messung der Spannungsfall bei Körperschluß zu bestimmen.

#### 5.2.9.4 Korrosionsschutz

Schutzverbindungen müssen unter den festgelegten Umweltbedingungen gegen Korrosion geschützt sein (4.1.4 von IEC 60536-2).

(Siehe [Anhang A.](#))

#### 5.2.9.5 Schutzverbindungsleiter mit kleinem Querschnitt

Sind Körper eines EB über einen Schutzverbindungsleiter mit kleinem Querschnitt mit dem Schutzleiteranschluß verbunden, ist dafür zu sorgen, daß ein Körperschluß zwischen diesen Körpern und aktiven Teilen mit größerem Querschnitt verhindert wird. Dies kann durch einen geeigneten Aufbau oder durch Doppelte Isolierung oder Verstärkte Isolierung erreicht werden.

ANMERKUNG: Das gilt z. B. für Datenverarbeitungsgeräte in Betriebsmitteln der Leistungselektronik.

#### 5.2.9.6 EB mit einer Spannung über AC 1400 V oder DC 2000 V

Bei EB mit einer maßgebenden Spannung (siehe [5.2.13](#)) von mehr als AC 1400 V oder DC 2000 V müssen berührbare und nicht berührbare leitfähige Teile, die nicht aktive Teile sind, in die Schutzverbindung einbezogen werden. Ausgenommen sind leitfähige Teile kleiner Abmessungen, leitfähige Teile, die Stromkreisen mit Sicherer Trennung und Kleinspannung zugeordnet sind, oder Magnetkerne nach [5.2.9.2 a\) bis c\)](#).

#### 5.2.9.7 Unterbrechung

Die Schutzverbindung eines EB muß dauerhaft angeschlossen sein und darf nicht durch einen Schalter oder ein elektronisches Bauteil unterbrochen werden können (4.1.8 von IEC 60536-2).

Wird die Schutzverbindung zu einer Baugruppe eines EB durch eine Steckvorrichtung hergestellt, während deren Anschlüsse unter Strom oder Spannung stehen, darf die Schutzverbindung nicht vor den aktiven Leitern unterbrochen werden. Die Schutzleiterverbindung muß vor der Verbindung der Stecker oder spätestens zusammen mit den aktiven Leitern wieder hergestellt sein (4.1.7 von IEC 60536-2).

#### 5.2.9.8 Kennzeichnung

Schutzverbindungsleiter müssen durch Form, Lage (z. B. kurze sichtbare Leiterstücke) oder Farbgebung leicht erkennbar sein, ausgenommen Schutzverbindungsleiter auf Leiterplatten und solche Schutzverbindungsleiter in Wickelverbindungen (wire-wrap) und ähnlichen Rückseiten-Verdrahtungen von elektronischen Baugruppen, die nicht ohne Zerstörung gelöst werden können. Bei Kennzeichnung durch Farbgebung ist die Farbkombination grün-gelb zu verwenden. Isolierte einadrige Schutzverbindungsleiter müssen auf ihrer gesamten Länge grün-gelb sein. Die Farbgebung grün-gelb darf nur für Schutzverbindungsleiter und Schutzleiter verwendet werden (4.1.9 von IEC 60536-2).

#### 5.2.10 Anschlußstelle für den Schutzleiter

EB mit innerer Schutzverbindung müssen in der Nähe der Anschlüsse für die zugehörigen aktiven Leiter eine Anschlußstelle für den von außen zugeführten Schutzleiter haben. Sie muß korrosionsbeständig und zum Anschluß von Schutzleiter-Querschnitten geeignet sein, die sich aus der Zuordnung zu den aktiven Leitern nach HD 384.5.54 S1, Tabelle 54F, ergeben, sofern nicht nach [8.3.3.4](#) ein größerer Querschnitt erforderlich ist. Die Schutzleiteranschlußstelle darf nicht gleichzeitig zur Verbindung von Konstruktionsteilen des EB benutzt werden.

Die Schutzleiteranschlußstelle muß gut erkennbar gekennzeichnet werden durch

- das Bildzeichen Nr. 5019  nach HD 243 S10 oder
- die Buchstaben „PE“ oder
- die Farbgebung grün-gelb.

Die Kennzeichnung sollte nicht auf leicht auswechselbaren Befestigungsteilen, z. B. Schrauben, angebracht sein (5.2.2.4 von IEC 60536-2). Für äußere Steckverbinder gilt [7.1.9](#).

#### 5.2.11 Ableitstrom und Fehlerstrom

##### 5.2.11.1 Hoher Ableitstrom

Hat ein EB bei bestimmungsgemäßer Verwendung dauernd einen höheren Ableitstrom als AC 3,5 mA oder DC 10 mA, so ist für den Schutz ein fester Anschluß erforderlich; dies ist in den Betriebsunterlagen anzugeben.

Die Kombination einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit insbesondere mehreren EB kann unverträglich sein, wenn der Gesamtableitstrom von deren Hochfrequenzfiltern so hoch ist, daß die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ausgelöst wird.

Der Gesamtableitstrom im Schutzleiter kann AC 3,5 mA oder DC 10 mA übersteigen, wenn mehrere EB an eine Versorgungsquelle angeschlossen sind. In diesem Fall und wenn der Schutzleiter unterbrochen wird, kann eine Person einem Ableitstrom ausgesetzt sein, der höher als die Grenze von AC 3,5 mA oder DC 10 mA ist. Unter diesen Bedingungen und solange keine internationalen Normen zu Maßnahmen vorliegen, die das verhindern, ist folgendes vorzunehmen:

- Verlegung eines zweiten Schutzleiters oder
- bei Unterbrechung des Schutzleiters selbsttätige Abschaltung der Stromversorgung oder
- der Einbau eines Zweiwicklungs-Transformators (oder eines gleichwertigen Betriebsmittels) in die Stromversorgung, wobei der Schutzleiter des Stromkreises mit den Körpern des EB und der Sekundärwicklung des Transformators verbunden wird.

Messen des Ableitstromes ist bei EB erforderlich, die nicht für festen Anschluß bestimmt sind:

Das EB ist isoliert ohne Anschluß des Schutzleiters aufzustellen und mit Bemessungsspannung zu betreiben. Unter diesen Bedingungen ist der Strom an folgenden Stellen zu messen:

- bei einem EB, das zum Anschluß an ein TN- oder TT-Netz bestimmt ist, zwischen Schutzleiteranschlußstelle und Schutzleiter;
- bei einem EB, das zum Anschluß an ein IT-Netz bestimmt ist, zwischen Schutzleiteranschlußstelle und jedem Außenleiter.

Der Strommeßkreis muß nach 5.1 von IEC 60990, Bild 3, ausgeführt sein.

ANMERKUNG: Neue Grenzwerte für den Ableitstrom sind in 7.5 von IEC 61140 zu erwarten.

#### 5.2.11.2 Verträglichkeit mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen bei niedrigem Ableitstrom

Eine Fehlerstrom(FI)-Schutzeinrichtung darf verwendet werden, um Schutz bei indirektem Berühren oder/und bei einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$  nach 412.5 von HD 384.4.41 zusätzlichen Schutz bei direktem Berühren zu bieten. Es wird vorausgesetzt, daß der Ableitstrom der EB gemäß 5.2.11.1 so niedrig ist, daß die FI-Schutzeinrichtung nicht unabsichtlich ausgelöst wird.

Vor dem Anschluß eines EB an ein Netz mit FI-Schutzeinrichtung ist die Verträglichkeit des EB mit der FI-Schutzeinrichtung anhand von Bild 4 und nachstehender Absätze nachzuweisen:

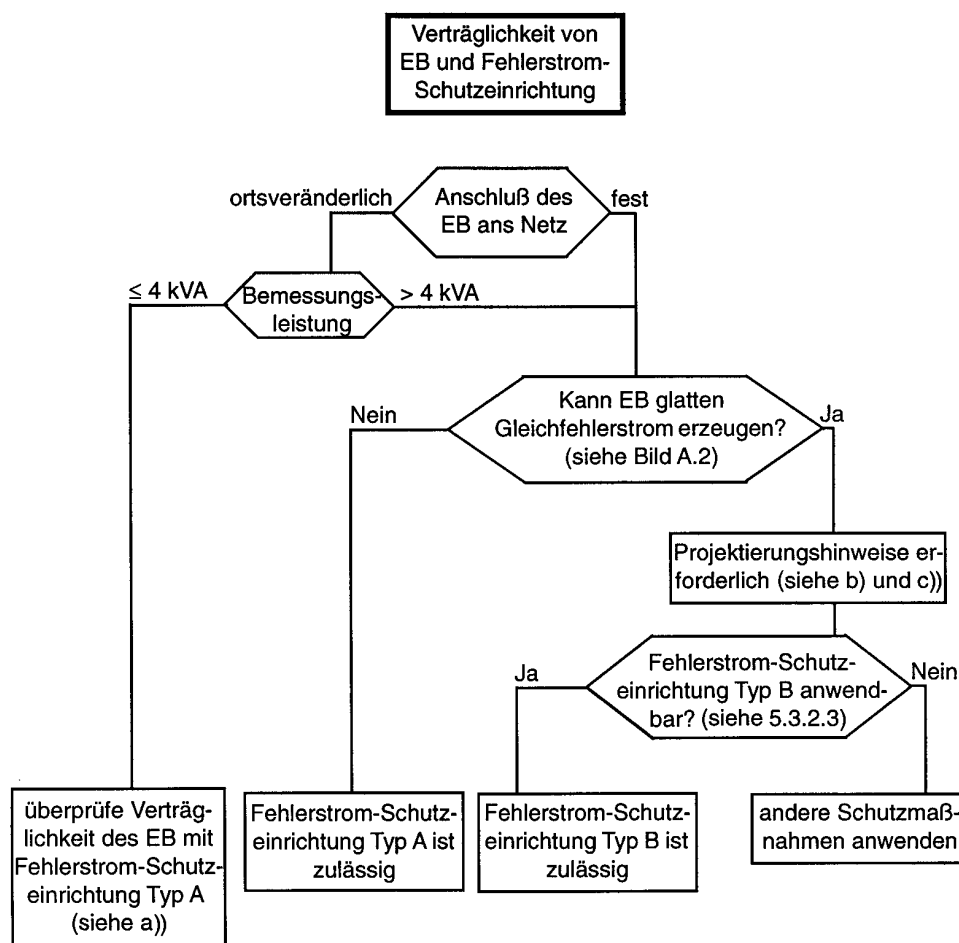


Bild 4: Ablaufplan zu den Anforderungen beim Einsatz von EB hinter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung

EB und FI-Schutzeinrichtung können je nach netzseitiger Schaltung des EB und Typ der FI-Schutzeinrichtung (Typ A oder AC nach A2 von IEC 60755) miteinander verträglich oder unverträglich sein. [Bild 4](#) gibt an,

- 1) wann Verträglichkeit des EB mit der FI-Schutzeinrichtung erforderlich ist;
- 2) wann am EB ein Projektierungshinweis wie unten anzubringen ist, der die Verwendung einer FI-Schutzeinrichtung Typ B (nach A2 von IEC 60755) oder einer anderen Schutzmaßnahme verlangt.

*Projektierungshinweis:* Wird auf der Netzseite dieses Elektronischen Betriebsmittels (EB) zum Schutz bei direkter oder indirekter Berührung eine **Fehlerstrom-Schutzeinrichtung** verwendet, so ist **nur Typ B** zugelassen. Sonst ist eine andere Schutzmaßnahme wie Trennung des EB von der Umgebung durch Doppelte oder Verstärkte Isolierung oder vom Netz durch Transformator anzuwenden.

- a) EB für ortsveränderlichen Anschluß mit einer Bemessungsleistung  $\leq 4$  kVA müssen so beschaffen sein, daß sie mit einer FI-Schutzeinrichtung Typ A – Schutzmaßnahme bei indirektem oder/und direktem Berühren – verträglich sind.
- b) Bei EB für ortsveränderlichen Anschluß  $> 4$  kVA muß der Projektierungshinweis (siehe oben) auf dem Betriebsmittel und in den Betriebsunterlagen angegeben werden.
- c) Bei EB mit festem Anschluß muß der Projektierungshinweis (siehe oben) auf dem Betriebsmittel und in den Betriebsunterlagen angegeben werden.

Insbesondere darf das Ansprechen einer FI-Schutzeinrichtung in Reihe mit einem EB nicht durch einen Gleichstromanteil im Fehlerstrom verhindert werden.

Die Schaltungen 2, 3, 6 und 7 von [Bild A.2](#) in [A.5.2.11.2](#) können einen hohen Gleichanteil im Fehlerstrom enthalten und die Empfindlichkeit von FI-Schutzeinrichtungen der Typen A und AC herabsetzen; deshalb sind diese Kombinationen unzulässig. Geeignet und zulässig sind die Kombinationen der genannten Schaltungen mit FI-Schutzeinrichtungen des Typs B, die von allen vorkommenden Fehlerstromformen (siehe [Bild A.2](#) in [A.5.2.11.2](#)) ausgelöst werden.

ANMERKUNG: Die FI-Schutzeinrichtungen, die sich zur Erfassung und Abschaltung der verschiedenen Fehlerstromformen eignen, müssen mit Bildzeichen nach A2 von IEC 60755 wie folgt gekennzeichnet sein:



Typ A – wechselstromsensitiv und pulsstromsensitiv  
(geeignet für die Schaltungen 1, 4, 5, 8, 9 von [Bild A.2](#) in [A.5.2.11.2](#))



Typ B – allstromsensitiv  
(geeignet für alle Schaltungen von [Bild A.2](#) in [A.5.2.11.2](#))

Bei der Projektierung und Errichtung elektrischer Anlagen mit FI-Schutzeinrichtungen des Typs B sind [5.3.2.3](#) und das Projektierungsbeispiel von [Bild A.3](#) in [A.5.2.11.2](#) zu beachten.

Erforderlichenfalls sollte eine Nachprüfung vorgenommen werden, um die Verträglichkeit der FI-Schutzeinrichtung (nach EN 61008-1 bzw. A2 von IEC 60755) mit der im EB verwendeten Schaltung zu bestätigen (siehe [Bild A.2](#) in [A.5.2.11.2](#)).

## 5.2.12 Besonderheiten bei EB der Schutzklasse II

EB, deren Isolierung zwischen aktiven Teilen und der berührbaren Oberfläche auf Doppelter Isolierung oder Verstärkter Isolierung nach [5.2.3 b\) 1\)](#) oder [5.2.4](#) beruht, entsprechen der Schutzklasse II, wenn sie außerdem die folgenden Anforderungen erfüllen ([5.2.3.1.1](#) von IEC 60536-2):

- EB der Schutzklasse II dürfen keine Anschlußstelle für den Schutzleiter (PE oder PEN) haben. Dies gilt jedoch nicht, wenn der Schutzleiter nur durch das EB zu nachgeschalteten Betriebsmitteln durchgeschleift ist. In diesem Fall müssen der Schutzleiter und seine Anschlußstellen gegen die berührbare Oberfläche des EB und gegen Stromkreise mit Sicherer Trennung, Kleinspannung, Schutzimpedanz oder begrenzter Entladungsenergie nach [5.2.8](#) mit Basisisolierung isoliert sein. Diese Basisisolierung muß der Bemessungsisolationsspannung des in Reihe geschalteten Betriebsmittels entsprechen.
- Metallgekapselte EB der Schutzklasse II dürfen eine Anschlußstelle für einen Potentialausgleichsleiter an ihrem Gehäuse haben ([413.4 von HD 384.4.41 S2](#) und Note 4 in [3.3 von HD 366 S1](#)).
- EB der Schutzklasse II dürfen eine Anschlußstelle für einen Funktionserdungsleiter oder zur Dämpfung von Überspannungen haben; sie muß jedoch so isoliert sein wie ein aktives Teil.
- EB der Schutzklasse II müssen mit dem Bildzeichen Nr. 5172  nach [HD 243 S10](#) auf dem Leistungsschild gekennzeichnet sein.

## 5.2.13 Maßgebende Spannung

Die im Hinblick auf die Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme maßgebende Spannung eines Stromkreises ist die höchste, zwischen zwei beliebigen aktiven Teilen des EB dauernd auftretende Spannung bei ungünstigsten Betriebsbedingungen und bestimmungsgemäßer Verwendung des EB. Wenn sichergestellt ist, daß der Stromkreis des EB stets unmittelbar durch Leiter mit ausreichend kleinem Widerstand geerdet ist, gilt die höchste

zwischen einem beliebigen aktiven Teil dieses Stromkreises und Erde auftretende Spannung als maßgebende Spannung (z. B. Stromkreis zum Anschluß an ein geerdetes Drehstromnetz).

Die maßgebende Spannung gilt für alle Teile des jeweiligen Stromkreises des EB.

Solange es noch kein anerkanntes Verfahren zur Berechnung der maßgebenden Spannung gibt, soll nachfolgende Rechenmethode verwendet werden, um die Maßnahmen zu ermitteln, die angemessenen Schutz bieten. Diese Maßnahmen fallen in Bereiche, die den drei Grenzniveaus entsprechend den Unterteilungen in [Spalte 1 von Tabelle 1](#) zugeordnet sind.

Die richtige Einteilung eines Stromkreises im EB hinsichtlich des Schutzes gegen gefährliche Körperströme hängt von der maßgebenden Spannung  $U_M$  ab und bezieht sich auf Wechsel- und Gleichspannungen.  $U_M$  ist auch beeinflusst von der Kurvenform der Spannung. Dies muß bei der Berechnung berücksichtigt werden (d. h. wellige Spannung, zerhackte Spannung oder wiederkehrendes Überspringen).

Es ist anzumerken, daß die unten angeführte Rechenmethode nicht zu einem bestimmten Wert für die maßgebende Spannung  $U_M$  führt. Sie ermöglicht aber die Entscheidung, zu welcher Einteilung von [Tabelle 1](#) der Wert von  $U_M$  gehört.

Drei Arten von Kurvenformen, a), b) und c), sind vorgegeben, um zu entscheiden, wo ein Stromkreis in [Tabelle 1](#) einzustufen ist:

**a) bei Wechselspannung** (siehe Bild 5) mit:

$U_W$  = Wechselspannung, Effektivwert in Volt;

$u_{WS}$  = wiederkehrender Spitzenwert der Wechselspannung in Volt;

$U_{WG}$  = Grenzwert der Wechselspannung (siehe Spalte a) von [Tabelle 1](#)), Effektivwert in Volt.

**Wenn**  $\frac{U_W}{U_{WG}} \leq 1$  und  $\frac{u_{WS}}{\sqrt{2} \cdot U_{WG}} \leq 1$ , **dann ist**  $U_M \leq U_{WG}$ .

Wenn eine oder beide Bedingungen nicht erfüllt sind, ist die Rechnung mit dem nächsthöheren Grenzwert von  $U_{WG}$  aus [Tabelle 1](#) zu wiederholen.

Der Wert von  $U_{WG}$ , für den beide Bedingungen erfüllt sind, ist entscheidend für den Bereich von [Tabelle 1](#), dem der Stromkreis zuzuordnen ist. Wenn eine der Bedingungen selbst bei  $U_{WG} = AC\ 1400\ V$  nicht erfüllt ist, dann gilt der Bereich höherer Spannung ([Tabelle 1](#), letzte Zeile).

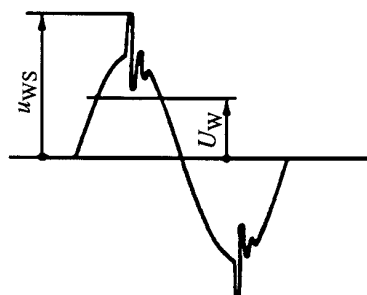


**Bild 5: Typische Kurvenform für Fall a) Wechselspannung**

**b) bei Gleichspannung** (siehe Bild 6) mit:

$U_G$  = Gleichspannung, Mittelwert in Volt (mit einer Welligkeit bis zu 10 %, die zu  $u_{GS}$  führt) (10 % Oberschwingungsgehalt als Verhältnis der Effektivwerte der überlagerten Wechselspannung und der glatten Gleichspannung);

$u_{GS}$  = wiederkehrender Spitzenwert der Gleichspannung in Volt;

$U_{GG}$  = Grenzwert der Gleichspannung (siehe Spalte b) von [Tabelle 1](#)), Mittelwert in Volt.

**Wenn**  $\frac{U_G}{U_{GG}} \leq 1$  und  $\frac{u_{GS}}{1,17 \cdot U_{GG}} \leq 1$ , **dann ist**  $U_M \leq U_{GG}$ .

Wenn eine oder beide Bedingungen nicht erfüllt sind, ist die Rechnung mit dem nächsthöheren Grenzwert von  $U_{GG}$  aus [Tabelle 1](#) zu wiederholen.

Der Wert von  $U_{GG}$ , für den beide Bedingungen erfüllt sind, ist entscheidend für den Bereich von [Tabelle 1](#), dem der Stromkreis zuzuordnen ist. Wenn eine der Bedingungen selbst bei  $U_{GG} = DC\ 2000\ V$  nicht erfüllt ist, dann gilt der Bereich höherer Spannung ([Tabelle 1](#), letzte Zeile).

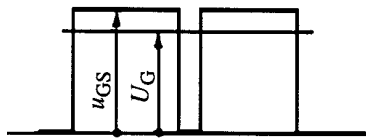


Bild 6: Typische Kurvenform für Fall b) Gleichspannung

**c) bei Mischspannung** (siehe Bild 7):

Bei Mischspannung (Gleichspannung mit einem Wechselanteil von mehr als 10 %) wird die Bewertung der beiden Anteile nach nachstehender Formel getrennt vorgenommen mit:

$U_W$  = Wechsellspannung, Effektivwert in Volt;

$U_G$  = Gleichspannung, Mittelwert in Volt;

$u_{WS}$  = wiederkehrender Spitzenwert der Wechsellspannung in Volt.

**Wenn**  $\frac{U_W}{U_{WG}} + \frac{U_G}{U_{GG}} \leq 1$  und  $\frac{u_{WS}}{\sqrt{2} \cdot U_{WG}} + \frac{U_G}{1,17 \cdot U_{GG}} \leq 1$  **dann ist**  $U_M \leq U_{WG}$  und  $U_M \leq U_{GG}$ .

Wenn eine oder beide Bedingungen nicht erfüllt sind, ist die Rechnung mit den nächsthöheren Grenzwerten von  $U_{WG}$  und  $U_{GG}$  aus [Tabelle 1](#) zu wiederholen.

Die Werte von  $U_{WG}$  und  $U_{GG}$ , für die beide Bedingungen erfüllt sind, sind entscheidend für den Bereich von [Tabelle 1](#), dem der Stromkreis zuzuordnen ist. Wenn eine der Bedingungen selbst bei  $U_{WG} = \text{AC } 1400 \text{ V}$  und  $U_{GG} = \text{DC } 2000 \text{ V}$  nicht erfüllt ist, dann gilt der Bereich höherer Spannung ([Tabelle 1](#), letzte Zeile).

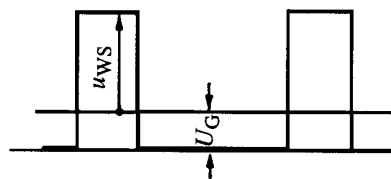


Bild 7: Typische Kurvenform für Fall c) Mischspannung

Ergänzende Informationen zu den Grenzspannungen der Fälle a), b) und c) der [Tabelle 1](#):

$U_{WG}$  = Wechsellspannungsgrenzwert (siehe [Tabelle 1](#)):

$U_{WG} = 25 \text{ V}$  als obere Grenze der Kleinspannung (SELV oder PELV) nach [5.2.8.1](#) und [5.2.8.4](#);

$U_{WG} = 50 \text{ V}$  als obere Grenze für Stromkreise mit Körpern ohne Schutzverbindung nach [5.2.9.2 a\)](#);

$U_{WG} = 1400 \text{ V}$  als Grenze der Wechsellspannung nach [5.2.9](#), [5.2.9.6](#) und [5.2.14.2](#).

$U_{GG}$  = Gleichspannungsgrenzwert (siehe [Tabelle 1](#)):

$U_{GG} = 60 \text{ V}$  als obere Grenze der Kleinspannung (SELV und PELV) nach [5.2.8.1](#) und [5.2.8.4](#);

$U_{GG} = 120 \text{ V}$  als obere Grenze für Stromkreise mit Körpern ohne Schutzverbindung nach [5.2.9.2 a\)](#);

$U_{GG} = 2000 \text{ V}$  als Grenze für die Gleichspannung nach [5.2.9](#), [5.2.9.6](#) und [5.2.14.2](#).

Diese Gleichspannungen sind Mittelwerte mit einer Welligkeit bis zu 10 %.

Aus den drei Grenzniveaus für die maßgebende Spannung ergeben sich vier Spannungsbereiche:

1)  $U_M \leq \text{AC } 25 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 60 \text{ V}$

gilt für Stromkreise ohne Schutz gegen direkte Berührung, aber mit Sicherer Trennung von benachbarten Stromkreisen mit  $U_M > \text{AC } 50 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 120 \text{ V}$ ;

2)  $\text{AC } 25 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 60 \text{ V} < U_M \leq \text{AC } 50 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 120 \text{ V}$

gilt für Stromkreise mit Schutz gegen direkte Berührung und mit Sicherer Trennung von benachbarten Stromkreisen mit  $U_M > \text{AC } 50 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 120 \text{ V}$ , Schutzverbindung der Körper ist nicht erforderlich;

3)  $\text{AC } 50 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 120 \text{ V} < U_M \leq \text{AC } 1400 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 2000 \text{ V}$

gilt für Stromkreise mit Schutz gegen direkte Berührung und mit Sicherer Trennung von benachbarten Stromkreisen mit  $U_M > \text{AC } 1400 \text{ V}$  oder  $\text{DC } 2000 \text{ V}$ , jedoch sind Schutzverbindung oder Doppelte oder Verstärkte