

Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

DIN
VDE 0160

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Electronic equipment for use in electrical power installations
and their assembly into electrical power installations

Ersatz für Ausgabe 01.86

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Der Norminhalt war veröffentlicht in den Entwürfen DIN VDE 0160 A8/05.85, DIN VDE 0160 A1/03.86, DIN VDE 0160 A2/04.86 und DIN VDE 0160 A3/11.86.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Mai 1988.

Daneben gilt DIN VDE 0160/01.86, Abschnitte 4.5, 5.5, 5.6, 6.4 und 6.5, noch bis 30. April 1989, sowie Abschnitt 5.7 noch bis 30. April 1993.

Abschnitte 5.3.2.2.2 (einschließlich Kurve 2 in Bild 2) und 7.3.1.2 gelten erst ab 1. Mai 1990.

Bestehende Anlagen und Betriebsmittel einschließlich Ersatzlieferungen brauchen nicht den Anforderungen dieser neuen Norm angepaßt zu werden.

Fortsetzung Seiten 2 bis 48

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	3	5.3.1.2 Oberschwingungen	13
1.1 Uneingeschränkte Anwendung	3	5.3.1.3 Unsymmetrien	14
1.2 Eingeschränkte Anwendung	3	5.3.1.4 Frequenz	14
1.3 Ausnahmen	4	5.3.2 EB an Gleichspannungsnetzen	14
2 Begriffe	4	5.3.2.1 Gleichrichternetze	14
3 Vorzugswerte	7	5.3.2.2 Batterienetze	14
3.1 Spannung	7	5.3.3 Nenndaten von BLE	14
3.2 Frequenz	7	5.3.4 Kurzschlußfestigkeit	14
3.3 Betriebsumgebungstemperatur	8	5.3.5 Vereinbarung besonderer	
3.4 Kühlmitteltemperatur	8	Betriebsbedingungen	15
4 Gemeinsame Anforderungen für den Bau		5.4 Bezugsleiter, Funktionserdung	15
fabrikfertiger elektronischer Betriebsmittel		5.5 Schutz gegen gefährliche Körperströme ..	15
(Geräte) und für die Errichtung von		5.5.1 Schutz gegen direktes Berühren	16
Anlagen	8	5.5.1.1 Schutz durch Isolierung aktiver Teile	16
4.1 Allgemeine Sicherheitsanforderungen	8	5.5.1.2 Schutz durch Gehäuse oder Abdeckung ..	16
4.1.1 Bestimmungsgemäße Funktion	8	5.5.1.3 Einbaugeräte	18
4.1.2 Begrenzung von Fehlerauswirkungen	8	5.5.1.4 EB für abgeschlossene elektrische	
4.1.2.1 Personenschäden	8	Betriebsstätten	18
4.1.2.2 Sachschäden	8	5.5.2 Schutz bei direktem Berühren	18
4.1.3 Verwendung anderer Betriebsmittel	8	5.5.2.1 Schutz durch Funktionskleinspannung mit	
4.1.4 EB am ungeerdeten Netz bei Erdschluß ..	8	Sicherer Trennung	19
4.1.4.1 Erdschluß im Netz	8	5.5.2.2 Schutz durch Begrenzung der	
4.1.4.2 Erdschluß am Ausgang	8	Entladungsenergie	19
4.2 Geräusche	8	5.5.2.3 Schutz durch Schutzimpedanz	19
4.3 Netzurückwirkungen, Funk-Entstörung	9	5.5.2.4 Schutz durch Spannungsbegrenzung	19
4.3.1 Netzurückwirkungen	9	5.5.2.5 Steckverbindungen	19
4.3.2 Funk-Entstörung	9	5.5.3 Schutz bei indirektem Berühren	19
4.3.2.1 Grenzwerte	9	5.5.3.1 Isolierung	19
4.3.2.2 X-Kondensatoren	9	5.5.3.2 Schutzverbindung	19
4.4 Bezugsleiter, Funktionserdung, Abschirmung	9	5.5.3.3 Anschlußstelle für den Schutzleiter	20
4.4.1 Bezugsleiter	9	5.5.3.4 Ableitstrom und Fehlerstrom	21
4.4.2 Funktionserdung	9	5.5.3.5 Besonderheiten bei EB der Schutzklasse II	
4.4.3 Abschirmungen	9	Maßgebende Spannung	21
4.4.3.1 Anschluß der Abschirmungen	9	5.6 Isolierung und Verbindung von Stromkreisen,	
4.4.3.2 Nichtisolierte Abschirmungen	10	Sichere Trennung	23
4.4.3.3 Ausführung von Abschirmungen	10	5.6.1 Isolierung	23
4.5 Schutz gegen gefährliche Körperströme ..	10	5.6.1.1 Stromkreis gegen Körper oder berührbare	
4.6 Verbindungsleitungen	10	Oberfläche eines EB	24
5 Anforderungen für den Bau fabrikfertiger		5.6.1.2 Stromkreis gegen Stromkreis	24
elektronischer Betriebsmittel (Geräte) ..	10	5.6.1.3 Überbrückung der Isolierung durch leitfähige	
5.1 Aufschriften, Kennzeichnung und		Teile	24
Betriebsunterlagen	10	5.6.1.4 Isolationswiderstand	24
5.1.1 Aufschriften	10	5.6.2 Teile eines Stromkreises eines EB	24
5.1.2 Kennzeichnungen	10	5.6.3 Sichere Trennung	24
5.1.3 Betriebsunterlagen	10	5.7 Luft- und Kriechstrecken	25
5.1.4 Transportanweisungen	11	5.7.1 Bemessungsgrundlagen	26
5.2 Klimabeständigkeit, mechanische Festigkeit,		5.7.2 Bemessungsgrößen, Mindestanforderungen	
Wärmesicherheit	11	Überspannungskategorie	26
5.2.1 Klimabeständigkeit	11	5.7.2.1 Verschmutzungsgrad	26
5.2.1.1 Temperaturen	11	5.7.2.2 Kriechstromfestigkeit	26
5.2.1.2 Feuchte	11	5.7.3 Bemessungsspannungen	26
5.2.1.3 Luftdruck	11	5.7.3.1 Stromkreis gegen Körper	27
5.2.1.4 Verschmutzung	11	5.7.3.2 Stromkreis gegen Stromkreis	27
5.2.1.5 Sonderbeanspruchungen	11	5.7.3.3 Innerhalb eines Stromkreises	27
5.2.2 Mechanische Festigkeit	11	5.7.4 Bemessung der Luft- und Kriechstrecken ..	27
5.2.3 Wärmesicherheit	11	5.7.4.1 Mindestluftstrecken	27
5.2.3.1 Fehlerfreier Betrieb	11	5.7.4.2 Mindestkriechstrecken	27
5.2.3.2 Fehlerhafter Betrieb	12	5.7.5 Bemessung der Luft- und Kriechstrecken bei	
5.3 Elektrische Betriebsbedingungen	12	Sicherer Trennung und bei Schutzisolierung	28
5.3.1 EB an Wechselspannungsnetzen	12	5.7.5.1 Sichere Trennung durch Schutzschirm	28
5.3.1.1 Netzspannung	12	5.7.5.2 Sichere Trennung und Schutzisolierung durch	
		Doppelte oder Verstärkte Isolierung	28

Zitierte Normen und andere Unterlagen	37
Weitere Normen	40
Erläuterungen	40
Stichwortverzeichnis	46

1.2 Eingeschränkte Anwendung

- a) Für Gesamtsysteme, in denen nichtelektronische Betriebsmittel oder Fernwirkanlagen nach Abschnitt 1.3, Aufzählung a), Absatz 1, auf EB dieser Norm einwirken, gelten die Abschnitte 4.1, 5.8.1, 6.3.1 und 6.5 dieser Norm. Sofern die genannten Betriebsmittel den gleichen klimatischen, mechanischen oder elektrischen Bedingungen ausgesetzt sind wie EB dieser Norm, gelten für sie auch die entsprechenden Festlegungen dieser Norm.
- b) Diese Norm gilt für EB in Starkstromanlagen von bergbaulichen Betrieben unter Tage nur insoweit, als in DIN VDE 0118 und sonstigen bergbehördlichen Vorschriften nichts anderes festgelegt ist.

1) Siehe Verzeichnis „Zitierte Normen und andere Unterlagen“.

AVA Documents
Document Sharing Hub

- c) Für EB in Bahnnetzen gelten die Festlegungen nach DIN VDE 0115 Teil 1, soweit dort andere Werte festgelegt sind als in den Abschnitten 4.3 und 5.3 dieser Norm.

1.3 Ausnahmen

Diese Norm gilt nicht für

- a) Anlagen und Betriebsmittel der Informationsübertragung und -verarbeitung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung, die nach DIN VDE 0800 Teil 1 und DIN VDE 0804 gebaut sind²⁾ und die Fernwirkinformationen mit erhöhter Übertragungssicherheit über größere Entfernungen übertragen (Fernwirkanlagen). Elektronische Einrichtungen der Prozeßperipherie, die den Ausgabebaugruppen dieser Fernwirkanlagen nachgeschaltet sind und die ihrerseits auf die Starkstromanlage einwirken, sind jedoch EB im Sinne dieser Norm;
- b) elektronische Geräte und Baugruppen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke sowie für den Bereich der Elektromedizin;
- c) Statische Meßrelais nach DIN VDE 0435 Teil 303. Statische Meßrelais, die baulich mit EB vereint sind oder im Sinne dieser Norm mit der Starkstromanlage zusammenwirken, müssen jedoch den Mindestanforderungen dieser Norm genügen. Dies gilt nicht für Schutzrelais.

2 Begriffe

2.1 Starkstromanlagen

Starkstromanlagen sind elektrische Anlagen mit Betriebsmitteln zum Erzeugen, Umwandeln, Speichern, Fortleiten, Verteilen und Verbrauchen elektrischer Energie mit dem Zweck des Verrichtens von Arbeit, z. B. in Form von mechanischer Arbeit, zur Wärme- und Lichterzeugung oder bei elektrochemischen Vorgängen (aus: DIN VDE 0100 Teil 200/07.85).

2.2 Betriebsmittel

Betriebsmittel sind alle Gegenstände, die als Ganzes oder in einzelnen Teilen dem Anwenden elektrischer Energie dienen (siehe DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt 2.7.1).

Anmerkung: Dazu gehören Baugruppen, Geräte (wie Einschübe, Schränke) und Anlagen.

2.2.1 Elektronische Betriebsmittel

Elektronische Betriebsmittel (EB) sind sowohl elektronische Betriebsmittel zur Informationsverarbeitung (EBI) als auch Betriebsmittel der Leistungselektronik (BLE), die auf Starkstromanlagen einwirken oder im Fehlerfall einwirken können.

Anmerkung: EBI und BLE können ohne räumlich-konstruktive Trennung in einem Gerät vereint sein.

2.2.2 Elektronische Betriebsmittel zur Informationsverarbeitung

Elektronische Betriebsmittel zur Informationsverarbeitung (EBI) sind alle elektronischen Betriebsmittel zur Informationsverarbeitung einschließlich ihrer Stromversorgungsteile, die bei Einwirkung von physikalischen Größen,

genannt Wirkungsgrößen, Einrichtungen in Starkstromanlagen und weitere Einrichtungen betätigen und in denen hierzu vorzugsweise von der Elektronenleitung in Halbleitern, im Vakuum oder in Gasen Gebrauch gemacht wird.

Anmerkung: Sie können z. B. als Geräte ausgeführt sein oder als Funktionseinheiten oder Kombinationen von Funktionseinheiten zu Baugruppen zusammengefaßt und in Einschübe oder Schränke eingebaut sein. Zu den EBI gehören z. B. Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen, Prozeßrechner, EBI in Anlagen der „Zentralen Leittechnik für betriebstechnische Anlagen in Gebäuden“.

Informationsverarbeitung umfaßt das Erfassen und Verarbeiten von Daten und Signalen zum Steuern oder Regeln weiterer Einrichtungen.

2.2.3 Betriebsmittel der Leistungselektronik

Betriebsmittel der Leistungselektronik (BLE) sind alle Betriebsmittel, die den Energiefluß in Starkstromanlagen unmittelbar schalten oder steuern oder die Energie umformen und hierzu vorzugsweise von der Elektronenleitung in Halbleitern, im Vakuum oder in Gasen Gebrauch machen.

Anmerkung: Zu den BLE rechnen hauptsächlich Stromrichter nach DIN 41750 Teil 2 bzw. DIN VDE 0558 Teil 1 und elektronische Schalter, die Leistung schalten.

Bestandteile von Betriebsmitteln der Leistungselektronik (BLE):

Der Steuerteil eines BLE, z. B. der Steuersatz nach DIN 41750 Teil 7, gibt die Steuerbefehle in der für die Leistungsschaltenelemente notwendigen Form ab und umfaßt z. B. Einrichtungen zur Phasenverschiebung und Impulsbildung. Er kann gegebenenfalls durch die Steuergröße beeinflusst werden.

Der Leistungsteil eines BLE enthält die im Energiefluß des Starkstromkreises liegenden Bauelemente und Baugruppen. Hierzu gehören gegebenenfalls auch Hilfseinrichtungen und Kommutierungseinrichtungen. Der Leistungsteil kann vom Steuerteil galvanisch getrennt oder mit ihm verbunden sein.

2.2.4 Stromversorgungsteil

Der Stromversorgungsteil eines EB liefert die für den Betrieb des EB, gegebenenfalls auch für Teile der Anlage oder für Hilfseinrichtungen (z. B. Warn- und Überwachungseinrichtungen, Lüfter, Pumpen) erforderliche elektrische Energie. Hierzu können verschiedene Spannungen erforderlich sein.

2.2.5 Ausgang eines EB

Der Ausgang eines EB ist ein Anschluß, an dem verarbeitete Informationen als elektrische Größen zur Verfügung stehen oder an dem die geschaltete, gesteuerte oder umgeformte elektrische Energie bestimmungsgemäß abgenommen werden kann. Bei gelegentlicher Umkehr der Richtung des Energieflusses wird die vorwiegende Energierichtung zugrunde gelegt.

2.3 Nennspannung

Nennspannung ist die Spannung, für welche die Teile des EB bestimmt und benannt sind und auf die sich die anderen Nenngrößen beziehen. Bei Gleichspannungen ist der arithmetische Mittelwert einzusetzen, bei Wechselspannungen der Effektivwert, wenn nicht anders angegeben.

²⁾ Besondere Festlegungen über Fernwirkanlagen sind außerhalb der vorliegenden Norm in Vorbereitung.

Anmerkung: Die Nennspannungen können für die einzelnen Teile verschieden sein, auch kann ein Teil an seinem Eingang eine andere Nennspannung haben als an seinem Ausgang.

2.4 Bemessungswerte

2.4.1 Bemessungsspannungen

Die Bemessungsspannung ist die für die Bemessung von Luft- und Kriechstrecken maßgebende Wechsel-, Gleich- oder Stoßspannung. Es wird unterschieden zwischen

- Bemessungsspannung Stromkreis gegen Körper
- Bemessungsspannung Stromkreis gegen Stromkreis
- Bemessungsspannung innerhalb eines Stromkreises
- Bemessungsstoßspannung für Luftstrecken
- Bemessungsspannung für Kriechstrecken.

2.4.2 Nennisolationsspannung

Nennisolationsspannung ist die Spannung, für die die Isolation eines Stromkreises gegen seine Umgebung (Körper, Masse) bemessen ist.

2.5 Nennausgangsstrom

Nennausgangsstrom des EB ist der vom Hersteller angegebene Strom, mit dem der Ausgang entsprechend den Betriebsarten nach DIN 41756 Teil 1 unter Nennbetriebsbedingungen nach den Abschnitten 5.2.1 und 5.3 belastet werden darf.

Bei den Betriebsarten Grundlastbetrieb mit zusätzlicher Kurzzeitbelastung (GKB) und Grundlastbetrieb mit zeitweise abgesenkter Belastung (GAB) ist hierfür der Grundlaststrom, bei den Betriebsarten Dauerbetrieb (DB), Kurzzeitbetrieb (KB), Durchlaufbetrieb mit Kurzzeitbelastung (DKB), Aussetzbetrieb (AB) und Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung (DAB) der Strom während der Belastungsdauer, bei Wechsellastbetrieb (WLB) der quadratische Mittelwert des Ausgangsstromes über das Lastspiel einzusetzen.

2.6 Last- und Betriebsarten

Für Lastarten und Betriebsarten (Gebrauchskategorien) gelten die Angaben von DIN 41756 Teil 1 bis Teil 3, für letztere auch DIN VDE 0660 Teil 105.

2.7 Nennbetrieb

2.7.1 Nennbetrieb eines EBI

Nennbetrieb eines EBI ist der Betrieb mit Nennspannung und Nennfrequenz bei Belastung mit den Nennausgangsgrößen.

2.7.2 Nennbetrieb eines BLE

Nennbetrieb eines BLE ist der angegebene Betrieb bei Nennspannung auf der Eingangsseite, Nennspannung und Nennstrom auf der Ausgangsseite, Nennfrequenz, Nennbetriebsart und Nennlastart.

Anmerkung: Wenn ein BLE für verschiedene Nennbetriebs- und Nennlastarten vorgesehen ist, können ihm mehrere Nennströme zugeordnet werden. Wenn nichts anderes angegeben, gelten Nennströme für Dauerbetrieb (DB) und Widerstandslast (W).

2.8 Nennfrequenz

Die Nennfrequenz eines EB ist die zur jeweiligen Nennspannung gehörende Grundfrequenz. Man unterscheidet

gegebenenfalls Eingangs-(Netz-) und Ausgangsfrequenz.

2.9 Nennleistung

2.9.1 Nennleistungsaufnahme eines EBI

Nennleistungsaufnahme eines EBI ist die Scheinleistung, die bei Nennbetrieb aufgenommen wird. Bei impulsförmiger Leistungsaufnahme gilt die aufgenommene Scheinleistung in Verbindung mit den Angaben über Belastungsdauer und Spieldauer.

2.9.2 Nennleistung eines BLE

Nennleistung eines BLE ist das Produkt von Nennausgangsspannung und Nennausgangsstrom. Bei Gleichspannung sind arithmetische Mittelwerte, bei Wechselspannung Effektivwerte einzusetzen sowie gegebenenfalls die Anzahl der Phasen zu berücksichtigen.

Anmerkung: Die Nennleistung ist keine physikalische, sondern eine Rechnungsgröße, die für die Benennung des Gerätes oder der Anlage maßgebend ist.

2.10 Verlustleistung

2.10.1 Nennverlustleistung

Nennverlustleistung eines EB ist diejenige Leistung, die im EB bei Nennbetrieb, gegebenenfalls über das Lastspiel gemittelt, in Wärme umgesetzt wird.

2.10.2 Maximal-Verlustleistung

Maximal-Verlustleistung eines EB ist die höchste Leistung, die bei einem bestimmungsgemäßen Betriebszustand innerhalb der zulässigen Betriebsbedingungen in Wärme umgesetzt werden kann.

2.11 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad eines BLE errechnet sich, soweit in besonderen Bestimmungen nichts anderes festgelegt, aus dem Verhältnis von Ausgangs-Wirkleistung zu Eingangs-Wirkleistung. In der Eingangs-Wirkleistung muß die vom Versorgungsteil und von sonstigen Hilfseinrichtungen (z. B. Lüfter) aufgenommene Wirkleistung enthalten sein, soweit diese zum bestimmungsgemäßen Betrieb des BLE notwendig sind.

Anmerkung: Definition der Wirkleistung bei Gleichstrom siehe DIN 41750 Teil 2.

2.12 Einschalt- und Ausschaltvermögen

Einschalt- bzw. Ausschaltvermögen von BLE werden gekennzeichnet durch Größe und Kurvenform des an einer Ausgangsklemme zu erwartenden Stromes, den das BLE unter festgelegten Bedingungen am Verbraucher ein- bzw. ausschalten kann.

Anmerkung: Zu den festgelegten Bedingungen gehören z. B. Spannung, Strom, Leistungsfaktor oder Zeitkonstante bzw. die Gebrauchskategorie (siehe DIN VDE 0660 Teil 105) des zu schaltenden Stromkreises.

2.13 Netz

Ein Netz ist ein Energieverteilungssystem, über das von einem oder mehreren elektrischen Energieerzeugern verschiedene, voneinander unabhängige Verbraucher gespeist werden, deren Anzahl und Art nicht festgelegt und deren Leistung innerhalb des Bereiches der zulässigen Netzleistung nicht begrenzt ist und die beliebig zu- und abgeschaltet werden können.

Energieverteilungssysteme mit einer Kurzschlußleistung von weniger als 5 kVA gelten nicht als Netze.

2.14 Leistungsverhältnis

Das Leistungsverhältnis beim Anschluß eines Stromrichters an ein Netz ist das Verhältnis des Nennwertes der Grundschiwingungsscheinleistung des Stromrichters zur Kurzschlußleistung des Netzes an seiner Anschlußstelle.

Mehrere Stromrichter an einem gemeinsamen Netzabschnitt werden dabei wie ein Stromrichter betrachtet, wenn der Gleichzeitigkeitsfaktor (siehe Abschnitt 2.15) gleich Eins ist.

Anmerkung: Bei Stromrichtern mit Gleichstromkreis kann die Grundschiwingungsscheinleistung mit der hier erforderlichen Genauigkeit durch die ideelle Gleichstromleistung ersetzt werden.

Der Größtwert des Leistungsverhältnisses ergibt sich bei dem Schaltzustand des Netzes, bei dem die Kurzschlußleistung am geringsten ist.

2.15 Gleichzeitigkeitsfaktor

Der Gleichzeitigkeitsfaktor bei Stromrichtern ist das Verhältnis der Summe der Grundschiwingungsscheinleistungen der an einen Netzabschnitt angeschlossenen Stromrichter, die zwangsläufig während der gleichen Zeit kommutieren, zur Summe der Nennwerte der Grundschiwingungsscheinleistungen aller an diesen Netzabschnitt angeschlossenen Stromrichter.

2.16 Betriebsumgebungstemperatur

Die Betriebsumgebungstemperatur eines EB oder eines seiner Teile ist die Temperatur der Luft in der nächsten Umgebung. Als nächste Umgebung gilt der halbe Abstand zum nächstbenachbarten Betriebsmittel oder sonstigen Gegenstand, jedoch höchstens 300 mm, und zwar in halber Höhe des EB.

Anmerkung: Bei in einem Gerät eingebauten EB (z. B. in einem Schrank) sind deren Betriebsumgebungstemperaturen häufig höher als die des Gerätes. Bei Ein- und Ausbau sowie Aneinanderreihung von EB sind auch die Temperaturen der begrenzenden Wandfläche zu berücksichtigen.

2.17 Kühlmitteltemperatur

Die Kühlmitteltemperatur ist die Temperatur, welche das Kühlmittel vor Eintritt in das EB hat; bei mittelbarer Kühlung (über einen Wärmeträger) ist dies die Eintrittstemperatur des (äußeren) Kühlmittels in den Rückkühler.

2.18 Lagerungs- und Transporttemperatur

Lagerungs- und Transporttemperatur sind Temperaturen, bei denen das EB zwar nicht betriebsfähig zu sein braucht, aber keine bleibenden Schäden erfährt. Den Transporttemperaturen sind die Betriebsmittel nur vorübergehend während des Transportes ausgesetzt.

2.19 Bezugsleiter

Bezugsleiter sind ein System leitender Verbindungen in EB, auf deren Potential die Potentiale anderer Leiter bezogen werden.

Anmerkung: Insbesondere die Versorgungsspannungen werden meist auf den Bezugsleiter bezogen.

2.20 Funktionserdung

Funktionserdung ist eine Erdung, die nur den Zweck hat, die beabsichtigte Funktion des EB sicherzustellen.

Anmerkung: Bei Funktionserdung aktiver Teile des EB werden diese so geerdet, daß durch die Erdung Störspannungen kurzgeschlossen werden, die sonst zu unzulässigen Beeinflussungen und Beanspruchungen des EB führen würden.

Bei Funktionserdung inaktiver Teile des EB werden diese und gegebenenfalls fremde leitfähige Teile so geerdet, daß störende äußere Einflüsse vom EB ferngehalten oder störende Emissionen verhindert werden.

2.21 Potentialausgleichsleitung

Potentialausgleichsleitung ist eine zum Herstellen des Potentialausgleichs dienende elektrisch leitende Verbindung.

Anmerkung: Die Potentialausgleichsleitung verbindet inaktive Teile einer Anlage untereinander, um Körper und/oder fremde leitfähige Teile auf gleiches Potential zu bringen und damit störende oder gefährliche Potentialunterschiede zwischen diesen Teilen zu verhindern.

2.22 Masse

Als Masse gilt die Gesamtheit aller untereinander leitend verbundenen inaktiven Teile eines elektrischen Betriebsmittels, die auch im Fehlerfall keine gefährliche Berührungsspannung annehmen können.

Anmerkung: Der Begriff „Masse“ ist nicht identisch mit den Begriffen „inaktive Teile“ bzw. „Körper“ und der physikalischen Größe „Masse“.

Die Masse kann im Fehlerfall eine Berührungsspannung annehmen, die aber nicht berührungsgefährlich zu sein braucht. Wenn die Masse in eine Schutzmaßnahme mit Schutzleiter einbezogen wird, ist sie gleichbedeutend mit Körper.

2.23 Körper

Körper sind berührbare leitfähige Teile von Betriebsmitteln, die nicht aktive Teile sind, jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen können. (Siehe auch DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt 2.3.2.)

2.24 Abschirmungen

Abschirmungen sind ganz oder teilweise geschlossene, elektrisch oder magnetisch leitfähige Ummantelungen, die Einstreuungen oder Abstrahlungen von Störsignalen verhindern sollen.

2.25 Schirmanschlußleiter

Schirmanschlußleiter sind Leiter, die Abschirmungen miteinander oder mit einem anderen Leiter verbinden, vorzugsweise mit dem Bezugsleiter, mit Masse oder mit dem Schutzleiter.

2.26 Fehlerhafter Betrieb

Fehlerhafter Betrieb ist jeder Betriebszustand eines Gerätes, einer Anlage oder eines Teiles des EB, der bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch infolge eines Fehlers zu einer Beeinträchtigung seiner bestimmungsgemäßen Funktion führt.

2.27 Aktive Teile

Aktive Teile sind Leiter und leitfähige Teile der Betriebsmittel, die unter ungestörten Betriebsbedingungen unter Spannung stehen.

Hierzu gehören auch Neutraleiter, nicht aber PEN-Leiter und die mit diesen in leitender Verbindung stehenden Teile. (Siehe auch DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt 2.3.1.)

2.28 Inaktive Teile

Inaktive Teile sind leitfähige Teile, die von allen aktiven Teilen durch Basisisolierung elektrisch getrennt sind.

2.29 Stromkreis

Ein Stromkreis einer Starkstromanlage ist die geschlossene Strombahn zwischen Stromquelle und Verbrauchsmittel.

Ein Stromkreis eines EB umfaßt die innerhalb dieses EB liegenden und elektrisch leitend miteinander verbundenen Strombahnen von Bauelementen bzw. Baugruppen, Leitungen, Anschlüssen und Ausrüstungsteilen. Sind elektrische Systeme nur dadurch elektrisch leitend miteinander verbunden, daß sie geerdet sind, so handelt es sich um 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.

Stromkreise eines EB sind immer elektrisch voneinander getrennt oder nur durch Erdung miteinander verbunden, jedoch dürfen Teile eines Stromkreises nach Abschnitt 2.30 wie selbständige Stromkreise behandelt werden.

Für die Beschreibung kann es außerdem sinnvoll sein, einen Stromkreis eines EB zu untergliedern, z. B. in Hauptstromkreise, Hilfsstromkreise.

2.30 Teile eines Stromkreises eines EB

Teile eines Stromkreises eines EB sind Abschnitte mit unterschiedlicher Nennisolationsspannung **innerhalb** eines gemeinsamen Stromkreises eines EB (Beispiel siehe Bild 10). Sie können zu Prüfzwecken voneinander getrennt werden.

2.31 Maßgebende Spannung

Die maßgebende Spannung ist die für die Einordnung hinsichtlich Schutz gegen gefährliche Körperströme zugrunde zu legende Spannung eines Stromkreises des EB.

3 Vorzugswerte

Diese Nenn- und Grenzwerte sind für EB vorzugsweise anzuwenden.

3.1 Spannungen

Nennspannungen (siehe Bild 1)

- für Versorgungsspannungen von informationsverarbeitenden Teilen und von Steuerteilen ≈ 5 , ≈ 6 , ≈ 12 , ≈ 15 , ≈ 24 , ≈ 48 , ≈ 60 , ≈ 110 V, -40 V, ≈ 42 V (siehe auch DIN 40031),
- für Netzwechselspannungen von Stromversorgungs- und Leistungsteilen: ~ 220 , 380 , 500 , 660 V, für den Leistungsteil außerdem die genormten Werte für Spannungen über 1 kV,
- für Netzgleichspannungen von Stromversorgungsteilen und Leistungsteilen: -12 (nur für Stromversorgungsteil), -24 , 60 , 110 , 220 V.

3.2 Frequenz

Nennfrequenz der Netzwechselspannung: 50 Hz.

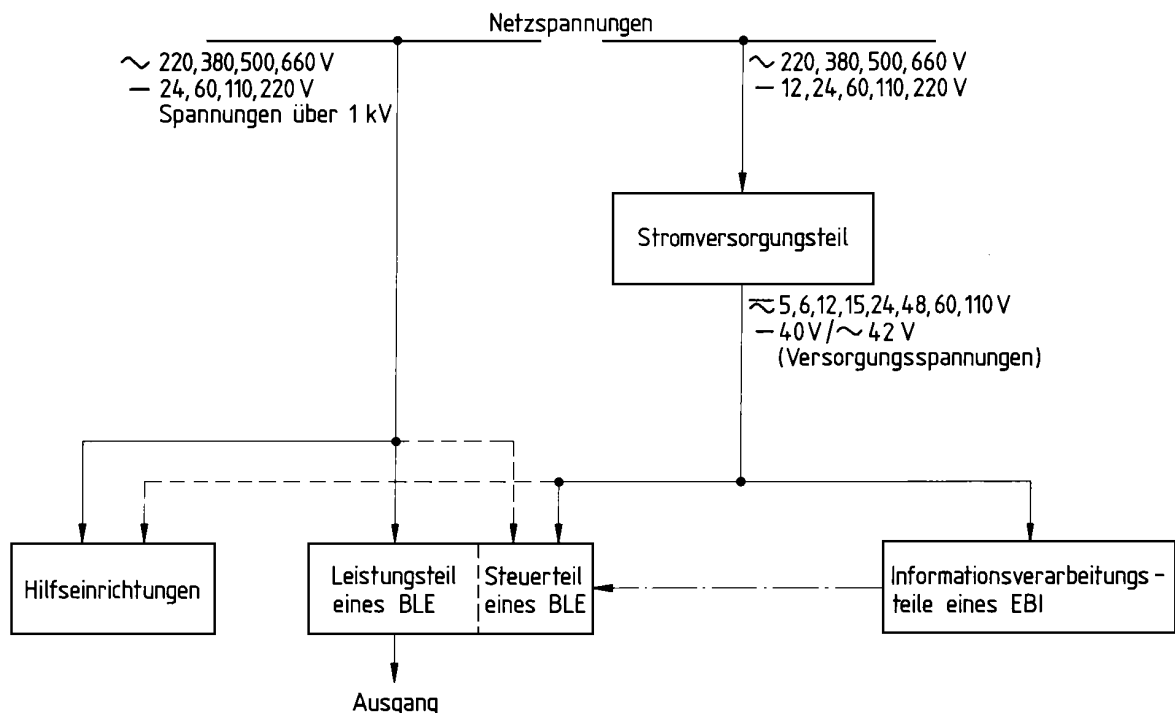


Bild 1. Zuordnung der Nennspannungen bei einem EB mit EBI und BLE

3.3 Betriebsumgebungstemperatur

Grenzwerte für den Bereich der Betriebsumgebungstemperatur (siehe auch DIN 40040) und der Lagerungstemperatur: $-40, -25, -10, \pm 0, +35, +40, +45, +55, +70, +85$ °C

3.4 Kühlmitteltemperatur

Grenzwerte für den Bereich der Kühlmitteltemperatur:

Luft (Gas): $-40, -25, -10, \pm 0, +5, +35, +40, +55$ °C

Flüssigkeit: $-25, -5, +5, +25, +40$ °C

4 Gemeinsame Anforderungen für den Bau fabrikfertiger elektronischer Betriebsmittel (Geräte) und für die Errichtung von Anlagen

4.1 Allgemeine Sicherheitsanforderungen

4.1.1 Bestimmungsgemäße Funktion

Elektronische Betriebsmittel müssen so projektiert und so hergestellt sein, daß sie bei ordnungsgemäßer Aufstellung und bei bestimmungsgemäßer Verwendung³⁾ im fehlerfreien Betrieb ihre Funktionen erfüllen und keine Gefahren³⁾ für Personen verursachen. Dies gilt auch beim Zusammenwirken des EB mit der Gesamtanlage.

4.1.2 Begrenzung von Fehlerauswirkungen

4.1.2.1 Personenschäden

Hinsichtlich der Eingrenzung der Folgen von Fehlfunktionen, durch die Gefahren³⁾ für Personen verursacht werden können, gelten für EB gleiche Anforderungen wie an Betriebsmittel anderer Art; jedoch muß das andersartige Verhalten elektronischer Bauelemente berücksichtigt werden, weil Halbleiterstrecken durch innere und äußere Einflüsse gestört werden können (z. B. unbeabsichtigtes Schalten infolge Durchlegieren oder Störimpuls). Diese Berücksichtigung kann erfolgen

- im EB selbst durch besondere sicherheitstechnische (schaltungstechnische und andere) Maßnahmen³⁾ (z. B. überwachte Redundanz, Fail-Safe-Technik)

und/oder

- durch weitere unabhängige Einrichtungen oder Maßnahmen (z. B. durch weitere EB, die die Funktion des gestörten Betriebsmittels übernehmen) oder
- durch elektrische oder nichtelektrische Schutzeinrichtungen (z. B. Verriegelung im Starkstromteil, mechanische Sperre) oder
- durch systemumfassende Maßnahmen oder
- durch menschlichen Eingriff.

Welche sicherheitstechnischen Maßnahmen³⁾ getroffen werden sollen, muß bei der Projektierung der Gesamtanlage festgelegt werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß im EB selbst üblicherweise 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 dann sofort Maßnahmen zur Vermeidung von Gefahren³⁾ treffen kann.

4.1.2.2 Sachschäden

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

³⁾ Definition siehe DIN 31000/VDE 1000

4.1.3 Verwendung anderer Betriebsmittel

Wenn nichtelektronische Betriebsmittel oder Fernwirkanlagen nach Abschnitt 1.3 Aufzählung a), Absatz 1, auf EB dieser Norm einwirken, hat der Errichter sicherzustellen, daß das Gesamtsystem, bestehend aus EB dieser Norm und aus den anderen Betriebsmitteln, den Anforderungen nach den Abschnitten 4.1, 5.8.1, 6.3.1 und 6.5 entspricht.

Anmerkung: Beispiele solcher Maßnahmen:

Trennwand, Kapselung. Dadurch können Einwirkungen, die durch äußere Einflüsse, z. B. Verschmutzung, mechanische Beschädigung, entstehen, verhindert werden.

Entstörfilter gegen Störsignale, die gefährliche Fehlfunktionen hervorrufen können.

Maßnahmen zur Verhinderung des Übertritts gefährlicher Berührungsspannungen nach Abschnitt 5.6.3.

Überspannungsbegrenzer zur Herabsetzung schädlicher Überspannungen. Ausgabekontrolleinrichtungen.

Maßnahmen zur Sicherstellung einer fehlerfreien Informationsübertragung und -verarbeitung, z. B. durch Signalüberwachung, Prüfroutinen oder Plausibilitätskontrollen.

Informationssicherung durch Kodieren sowie durch Erzeugen und Überwachen von Prüfzeichen.

Bilden die genannten Betriebsmittel mit EB nach dieser Norm eine bauliche Einheit, z. B. Schrank, sind sie so auszuwählen und/oder einzubauen, daß die Gesamteinheit den Prüfungen nach Abschnitt 7 standhält.

4.1.4 EB am ungeerdeten Netz bei Erdschluß

4.1.4.1 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 kein Schutzorgan (z. B. Sicherung) des EB zum Ansprechen bringen. Das EB muß beim Auftreten und Verschwinden sowie für die Dauer des Erdschlusses störungsfrei weiterbetrieben werden können.

4.1.4.2 Erdschluß am Ausgang

Bei einem BLE dürfen bei einem Erdschluß an dessen Leistungsausgang keine Schäden am BLE auftreten und keine Schutzorgane (z. B. Sicherungen) des BLE ansprechen, gleichgültig, ob der Leistungsausgang mit dem speisenden Netz galvanisch verbunden ist oder nicht. Das BLE muß beim Auftreten und Verschwinden sowie für die Dauer des Erdschlusses weiterbetrieben werden können, jedoch dürfen die Toleranzgrenzen des normalen Betriebes überschritten werden.

Anmerkung: Hierbei ist zugrunde gelegt, daß der Anschluß des BLE an ein Netz mit üblichen Erdkapazitäten von höchstens $5 \mu\text{F}$ je Außenleiter vorgenommen wird und daß beim Erdschluß auftretende Überspannungen die Werte nach Abschnitt 5.3.1.1.2 nicht übersteigen. Bei ausgedehnten Netzen mit größeren Erdkapazitäten sind besondere Vereinbarungen erforderlich.

4.2 Geräusche

Der Hersteller hat die Geräuschentwicklung des EB anzugeben, wenn sie oberhalb 55 dB (A) liegt. Bei der Er-

mittlung des Geräusches ist die ungünstigste bestimmungsgemäße Betriebsart zu berücksichtigen.

Der Errichter des EB hat bei Aufstellung des EB die einschlägigen Bestimmungen zu beachten: die Arbeitsstättenverordnung, die Unfallverhütungsvorschrift VBG 121.

Anmerkung: Durch den stationären Betrieb von EB und ihrer Hilfseinrichtungen darf die Nachbarschaft nicht belästigt werden. Richtwerte der zulässigen Geräuscheinwirkung können der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA-Lärm) bzw. der VDI-Richtlinie 2058 Blatt 1 „Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft“ entnommen werden.

4.3 Netzurückwirkungen, Funk-Entstörung

4.3.1 Netzurückwirkungen

Die auf das speisende Netz erfolgenden oder zu erwartenden Rückwirkungen von BLE, die bereits an das Netz angeschlossen und die zum Anschluß an dasselbe Netz noch vorgesehen sind, dürfen die Netzspannung höchstens in den Grenzen verändern⁴⁾, die in den Abschnitten 5.3.1 und 5.3.2 angegeben sind.

Um diese Forderungen zu erfüllen, sind beim Anschluß netzgeführter Stromrichter das größte vorkommende Leistungsverhältnis (siehe Abschnitt 2.14), die relative Kurzschlußspannung des Stromrichtertransformators oder der Kommutierungs-drosseln und der Gleichzeitigkeitsfaktor (siehe Abschnitt 2.15) zu berücksichtigen.

In der Regel kann von einem Leistungsverhältnis von nicht mehr als 1 % bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 ausgegangen werden. Dann müssen die Stromrichtertransformatoren oder die Kommutierungs-drosseln gesteuerter netzgeführter Stromrichter eine relative Kurzschlußspannung (induktiver Anteil) von mindestens 4 % haben.

Anmerkung: Bei diesen Werten ist zugrunde gelegt, daß alle angeschlossenen Stromrichter zur gleichen Zeit kommutieren (Gleichzeitigkeitsfaktor 1). Kann dies wegen der Art und des Verwendungszweckes der Stromrichter ausgeschlossen werden, so ist der Gleichzeitigkeitsfaktor kleiner als 1, und die Kurzschlußspannung im Stromrichter kann verkleinert werden. In diesem Fall müssen aber Hersteller und Anwender vorher klären, ob diese Bedingungen vorliegen. Abweichungen von den Normalwerten des Abschnitts 4.3.1, Absatz 3, sind möglich, wenn durch besondere Maßnahmen dafür gesorgt ist, daß die Forderung des Abschnitts 5.3.1.1.3, Aufzählung b), eingehalten wird (z. B. durch höherpulsige Stromrichterschaltungen, größere relative Kurzschlußspannung), oder wenn der Betreiber des Netzes zustimmt.

4.3.2 Funk-Entstörung

4.3.2.1 Grenzwerte

Die Funk-Entstörung eines EB muß nach DIN VDE 0871 und/oder DIN VDE 0875 vorgenommen werden, wenn das EB elektromagnetische Schwingungen im Bereich zwischen 10 kHz und 3000 GHz erzeugt oder verwendet. Dabei genügt es, wenn die Gesamtheit der Anlage oder des Gerätes entstört ist. Statt dessen können aber auch die betroffenen Baugruppen des EB für sich entstört werden.

Für die Entstörung gilt DIN VDE 0871, wenn die elektromagnetischen Schwingungen durch periodische elektri-

sche Vorgänge mit einer Grundschiwingung oberhalb 10 kHz entstehen. Es gilt DIN VDE 0875, wenn die elektromagnetischen Schwingungen durch periodische elektrische Vorgänge mit einer Grundschiwingung bis 10 kHz oder durch einzelne elektrische Vorgänge (Knackstörungen) erzeugt werden. Zutreffendenfalls müssen beide Normen in ihrem Geltungsbereich beachtet werden.

Anmerkung: Die durch elektrische Vorgänge im EB entstehenden Oberschwingungen müssen zwar bei der Frage, ob überhaupt entstört werden muß, berücksichtigt werden, sind aber kein Kriterium dafür, welche von den Normen DIN VDE 0871 und DIN VDE 0875 zu beachten sind.

4.3.2.2 X-Kondensatoren

Wenn die Voraussetzungen des Abschnittes 6.5.2.1 vorliegen, dürfen X-Kondensatoren nach DIN VDE 0565 Teil 1/12.79, Abschnitt 2.1.4, verwendet werden. Es gelten dann auch keine Grenzwerte für den Energieinhalt der Kondensatoren.

4.4 Bezugsleiter, Funktionserdung, Abschirmung

4.4.1 Bezugsleiter

Der Bezugsleiter stellt die Verbindung zu den Bezugspunkten der einzelnen Geräte, Baugruppen usw. her, gegebenenfalls auch zu den zugehörigen Abschirmungen. Der Bezugsleiter kann mit einem geeigneten Erder verbunden werden (Funktionserdung).

Der Bezugsleiter von EB ist isoliert nach Abschnitt 5.6.1.1 zu verlegen. Der Anschluß eines Bezugsleiters an die Körper mehrerer Geräte ist nur dann zulässig, wenn sichergestellt ist, daß über diesen Bezugsleiter keine störende Ausgleichsströme fließen können.

Anmerkung: Ein gemeinsamer Bezugsleiter zwischen verschiedenen Geräten kann z. B. durch Verwendung von Optokopplern vermieden werden.

4.4.2 Funktionserdung

Diese Erdung dient nur zur Sicherstellung der Funktion der EB. Sie erfaßt die Leiter von Betriebsstromkreisen und/oder Abschirmungen und darf die Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100 Teil 410 nicht beeinträchtigen.

Anmerkung: In manchen Fällen bringt mittelbare⁵⁾ Erdung oder erdfreier Betrieb des EB Vorteile (siehe Abschnitt 6.4).

Die Funktionserdung ist nach dem Stromkreis eines EB mit der höchsten Nennisolationsspannung zu isolieren, an dem sie angeschlossen ist. Sofern sie nicht gleichzeitig Schutzleiter ist (siehe Abschnitt 6.4), darf sie nicht grün-gelb gekennzeichnet sein.

4.4.3 Abschirmungen

4.4.3.1 Anschluß der Abschirmungen

Abschirmungen sind mit dem Bezugsleiter oder mit Masse oder mit der Erdungsanlage (siehe DIN VDE 0100

⁴⁾ Festlegungen über die zulässigen Verzerrungen der Netzwechselspannungen, hervorgerufen durch Rückwirkungen elektrischer Betriebsmittel auf das Netz, werden vom Komitee 763 der DKE, „Elektromagnetische Verträglichkeit“, erarbeitet. Aufgrund dieser Festlegungen wird dann der Abschnitt 4.3.1 überarbeitet werden.

⁵⁾ Siehe DIN VDE 0100/05.73, § 3e) 13.2

Teil 540 und DIN VDE 0141) galvanisch oder kapazitiv zu verbinden. Dies gilt nicht für Mantelleiter von Koaxialleitungen. Es ist darauf zu achten, daß die Ableitströme der Abschirmungen nicht ungewollt, direkt über den Bezugsleiter oder über Erdschleifen, in Signalstromkreise eingekoppelt werden können.

Anschluß der Abschirmung an beiden Enden ist zweckmäßig, wenn bei induktiv wirkenden Störern der Reduktionsfaktor der Abschirmung ausgenutzt werden soll. Hierbei dürfen weder unzulässige Netz-Ausgleichsströme über die Abschirmung fließen noch durch Erdschleifen unzulässige Störspannungen auf dem Bezugsleiter entstehen. Gegebenenfalls ist eine Potentialausgleichsleitung vorzusehen.

Anmerkung: Der Anschluß der Abschirmung an beiden Enden kann bei symmetrischen Signalkreisen vorteilhaft sein, während bei unsymmetrischen Kreisen wegen einer eventuell möglichen störenden Erdschleifenbildung besondere Vorsicht geboten ist.

4.4.3.2 Nichtisolierte Abschirmungen

Nichtisolierte Abschirmungen dürfen nur dann mit dem Bezugsleiter verbunden werden, wenn durch sie unsichtlich weder mehrfache Erdungen des Bezugsleiters noch Verbindungen mit dem Schutzleiter verursacht werden.

Nichtisolierte berührbare Abschirmungen müssen in eine zusätzliche Schutzmaßnahme nach DIN VDE 0100 Teil 410 einbezogen werden, wenn sie unzulässige Berührungsspannungen annehmen können.

4.4.3.3 Ausführung von Abschirmungen

Schirmanschlußleiter sind isoliert (nach Abschnitt 5.6.1.1) und möglichst induktionsarm zu verlegen. Abschirmungen und Schirmanschlußleiter sollen nicht als Rückleiter verwendet werden (Ausnahme: Mantelleiter von Koaxialleitungen).

Bei korrespondierenden Anlageteilen mit Potentialtrennung ist das Abschirmsystem jeweils nur mit einem Bezugsleiter, der Masse oder dem Erdungssystem zu verbinden. Eine Doppelverbindung einer Abschirmung mit beiden Bezugsleitern ist zu vermeiden. Abschirmungen, die Störabstrahlungen verhindern sollen, z. B. solche von Netzzuleitungen und Netztransformatoren, sind nicht mit dem Bezugsleiter, sondern mit dem Schutzleiter des Netzes oder mit Masse zu verbinden. Bei Doppelschirmen von Netztransformatoren ist der der Primärwicklung zugeordnete Schirm mit dem Schutzleiter und der der Sekundärwicklung zugeordnete Schirm mit dem Bezugsleiter zu verbinden.

4.5 Schutz gegen gefährliche Körperströme

Der Schutz von Personen vor gefährlichen Körperströmen hat auch bei EB so zu erfolgen, daß ein einzelner Fehler noch nicht zu einer Gefahr führt. Dies gilt als erfüllt, wenn die Anforderungen der Abschnitte 5.5 und 6.5 eingehalten werden.

4.6 Verbindungsleitungen

Zwischen Bauelementen, Baugruppen und Geräten dürfen Drähte und Leitungen auch nach den entsprechenden Normen für Fernmeldeanlagen und Rundfunkanlagen verwendet werden; innerhalb von Baugruppen auch geätzte Leiterbahnen.

Zwischen Bauelementen, Baugruppen und Geräten gilt für Verbindungen:

Leitungen und ihre Querschnitte müssen den elektrischen, mechanischen und klimatischen Anforderungen dieser Norm entsprechen.

Des weiteren müssen Leitungsaufbau und ihre Querschnitte auf die jeweilige Anschlußtechnik abgestimmt sein (z. B. schraub- oder lötfreie Verbindungstechnik, wie z. B. nach den Normen der Reihe DIN 41611).

5 Anforderungen für den Bau fabrikfertiger elektronischer Betriebsmittel (Geräte)

5.1 Aufschriften, Kennzeichnung und Betriebsunterlagen

5.1.1 Aufschriften

Geräte und steckbare Teile von EB müssen vom Hersteller in dauerhafter Ausführung folgende Aufschriften erhalten:

- Name und Ursprungszeichen des Herstellers oder Lieferers,
- Typbezeichnung.

Für elektrische Betriebsmittel, die dieser Norm nachweislich entsprechen, ist die Benutzung der Buchstabenfolge „DIN VDE 0160“ gestattet.

5.1.2 Kennzeichnungen

Es ist, soweit zutreffend, am Gerät oder an Teilen des Gerätes zu kennzeichnen:

- Netzanschlußspannung, Stromart bzw. Frequenz
- Bei Schutzklasse-II-Geräten: Bildzeichen nach DIN 30600, Reg.-Nr 154 ☐ (siehe Abschnitt 5.5.3.5)
- Schutzverbindungsleiter durch Farbgebung, soweit nicht durch Form oder Lage erkennbar (siehe Abschnitt 5.5.3.2.7)
- Notwendigkeit der Erdung (Neutralleiteranschluß) bei Zutreffen des Abschnittes 5.7.3.1, dritte Aufzählung, oder des Abschnittes 5.7.3.2, erster Absatz
- Schutzleiteranschlußstelle mit dem Bildzeichen nach DIN 30600, Reg.-Nr 1545 ⊕ oder mit den Buchstaben PE oder durch Farbgebung grün-gelb (siehe Abschnitt 5.5.3.3)
- Kurzschlußfeste Ausgänge mit dem Bildzeichen nach DIN 30600, Reg.-Nr 1527 ☺ (siehe Abschnitt 5.3.4)
- Warnung, wenn Kondensatoren nicht innerhalb 5 s nach Abschalten entladen sind (siehe Abschnitt 5.5.1.2.8)
- Verwechsel- und verpolbare Steckverbinder (siehe Abschnitt 5.8.1.2)
- Anschlußstellen für von außen einzuführende Leiter nach Angabe in den zugehörigen Plänen (siehe Abschnitt 5.8.1.4)
- Verbot des alleinigen FI-Schutzes, wenn nach Abschnitt 5.5.3.4.2 gefordert.

5.1.3 Betriebsunterlagen

In den Betriebsunterlagen, z. B. in Bedienungsanleitungen, Schaltplänen und dergleichen, ist, soweit zutreffend, anzugeben:

- Alle für die Sicherheit und den bestimmungsgemäßen Gebrauch des EB notwendigen Angaben (z. B. nach den Abschnitten 5.5.1.3, 5.5.1.4, 6.5.1.3, 6.5.1.4)

- Notwendigkeit der Erdung (Neutralleiteranschluß) bei Zutreffen des Abschnittes 5.7.3.1, dritte Aufzählung, oder des Abschnittes 5.7.3.2, zweiter Absatz
- Äußere Anschlüsse sicher getrennter, nicht berührungsgefährlicher Stromkreise (siehe Abschnitt 5.5.2, Absatz 3)
- Notwendigkeit des festen Anschlusses, wenn Ableitstrom > 3,5 mA (siehe Abschnitt 5.5.3.4.1)
- Geräuscentwicklung über 55 dB(A) (Abschnitt 4.2)
- Vom Abschnitt 5.2.1.1 abweichende Temperaturen
- Verbot des alleinigen FI-Schutzes, wenn nach Abschnitt 5.5.3.4.2 gefordert
- Stromkreise mit ausdrücklich galvanischer Trennung (siehe Abschnitt 7.6.1.1 d)

5.1.4 Transportanweisungen

Transportanweisungen sind zu erstellen bei Zutreffen des Abschnittes 5.2.2, Absatz 3.

5.2 Klimabeständigkeit, mechanische Festigkeit, Wärmesicherheit

5.2.1 Klimabeständigkeit

5.2.1.1 Temperaturen

Als Normalwerte der Betriebsumgebungstemperatur, der Kühlmitteltemperatur und der Lagerungstemperatur von EB gelten:

a) für Lagerungstemperatur:	min.	–25 °C	
	max.	+55 °C	
b) für Transporttemperatur:	min.	–25 °C	
	max.	+70 °C	
c) für Betriebsumgebungstemperatur von Geräten:	min.	0 °C	
	max.	+40 °C	
Höchstwert des 24-Stunden-Mittels		+35 °C	

Anmerkung: Bei Einbaugeräten muß sich der Anwender vergewissern, mit welchen Temperaturen am Einbauort zu rechnen ist.

d) für Kühlmitteltemperatur (siehe Abschnitt 2.17)			
– Luft (Gas):	min.	0 °C	max. +35 °C
– Flüssigkeit:	min.	+5 °C	max. +25 °C

Können diese Werte nicht angewandt werden, so sind nach Möglichkeit Vorzugswerte nach Abschnitt 3 anzuwenden und vom Hersteller anzugeben.

Die EB müssen bei Verwendung in den angegebenen Temperaturbereichen allen Anforderungen dieser Norm genügen.

5.2.1.2 Feuchte

Die EB sind im Normalfall so auszulegen, daß sie Feuchtebeanspruchungen mindestens der Klasse G nach DIN 40040 genügen; mit einer kurzzeitigen, seltenen und leichten Betauung muß jedoch gerechnet werden.

5.2.1.3 Luftdruck

Für den Luftdruck, dem die EB ausgesetzt sind, gelten im Normalfall folgende untere Grenzwerte:

- a) In Betrieb und bei Lagerung:
 - 1) innerhalb der Temperaturbereiche nach Abschnitt 5.2.1.1: 900 mbar ($\triangleq$ 1000 m über NN)⁶⁾,

- 2) bei soweit verminderten Höchsttemperaturen, daß sich die gleichen Kühlungsverhältnisse wie nach a) 1 ergeben: 800 mbar ($\triangleq$ 2000 m über NN)⁶⁾.

- b) Beim Transport:

660 mbar ($\triangleq$ 2000 m über NN)⁶⁾.

Anmerkung: Bei Einsatz der Betriebsmittel unter 900 mbar ist es zweckmäßig, daß der Anwender beim Hersteller wegen der erforderlichen Kühlungsverhältnisse zurückfragt.

5.2.1.4 Verschmutzung

Wenn die Umwelt der EB (z. B. auch Kühlluft, Kühlwasser) Verunreinigung enthält, die sich in funktionsgefährdender Weise auf das EB auswirken können, müssen ausreichende Gegenmaßnahmen getroffen werden, z. B. durch entsprechende Kapselung (siehe DIN 40050), Luftführung, durch Einbau von Filtern, Ionen-Austauschern oder regelmäßige Reinigung der Anlage.

Der Betreiber des EB hat bei der Bestellung auf nennenswerte Verschmutzung und auf korrosionsfördernde Beimengungen des Kühlmittels hinzuweisen.

5.2.1.5 Sonderbeanspruchungen

In besonderen Fällen hat der Anwender anzugeben, welchen klimatischen Sonderbeanspruchungen die EB bei bestimmungsgemäßem Gebrauch unterworfen werden. Die EB müssen dann so beschaffen sein, daß sie auch unter diesen besonderen Beanspruchungen den Anforderungen nach dieser Norm genügen.

5.2.2 Mechanische Festigkeit

Teile und Verbindungen müssen genügende mechanische Festigkeit haben und zuverlässig befestigt sein. Einstellglieder dürfen sich durch betriebsmäßige Erschütterungen nicht verstellen und müssen erforderlichenfalls gesichert sein.

Innere Verbindungsleitungen müssen so beschaffen oder so verlegt sein, daß sie durch scharfe Kanten oder dergleichen nicht beschädigt werden.

Die EB müssen diesen Anforderungen auch nach den Beanspruchungen eines sachgemäßen Transportes noch genügen. Soweit dies nicht durch konstruktive Maßnahmen erreicht werden kann, ist der Schutz gegen mechanische Beschädigung durch Vorkehrungen beim Transport sicherzustellen. In besonderen Fällen sind Anweisungen für Verpackung und Transport beizufügen.

5.2.3 Wärmesicherheit

5.2.3.1 Fehlerfreier Betrieb

Durch die im Betrieb auftretende Erwärmung dürfen keine zu hohen Temperaturen auftreten, dabei ist die gegenseitige Erwärmung benachbarter Teile zu berücksichtigen.

Die Geräte müssen ausreichend wärmesicher sein, d.h., auch ihre Bauteile müssen entsprechend ausgewählt und eingebaut sein. Die für die einzelnen Bauteile zulässigen Betriebstemperaturen dürfen bei fehlerfreiem Betrieb nicht überschritten werden. Außerdem dürfen bei der höchsten zulässigen Umgebungstemperatur im Betrieb

⁶⁾ Zuordnung nach $H = 7620 \cdot \ln \frac{p_0}{p}$; mit Höhe H in m

die Temperaturgrenzwerte der Tabelle 1 nicht überschritten werden.

Tabelle 1. **Erwärmung**

		Grenz- temperaturen °C
Abdeckungen im Handbereich	Metall Isolierstoff	65 75
Betätigungs- elemente	Metall Isolierstoff	50 60

Durch die betriebsmäßige Erwärmung dürfen der nach den Abschnitten 4.5 und 5.5 geforderte Berührungsschutz und die in den Abschnitten 5.7 vorgeschriebenen Kriech- und Luftstrecken und Abstände nicht beeinträchtigt werden.

5.2.3.2 Fehlerhafter Betrieb

Bei fehlerhaftem Betrieb dürfen an Bauelementen (z. B. Widerständen) Rauch, Glühen und Flammen auftreten, soweit hierbei nicht in größerem Umfang benachbarte

Bauteile zerstört werden oder Lichtbögen stehenbleiben. Brände dürfen sich hierdurch nicht ausbreiten können.

Anmerkung: Für besondere Anwendungen gelten jedoch die einschlägigen Normen, wie z. B. DIN VDE 0100 Teil 720 und DIN VDE 0165.

5.3 Elektrische Betriebsbedingungen

EB müssen so gebaut sein, daß sie den Anforderungen dieser Norm genügen, wenn sie nach den in den Abschnitten 5.3.1 bis 5.3.4 festgelegten oder nach Abschnitt 5.3.5 vereinbarten Bedingungen betrieben werden.

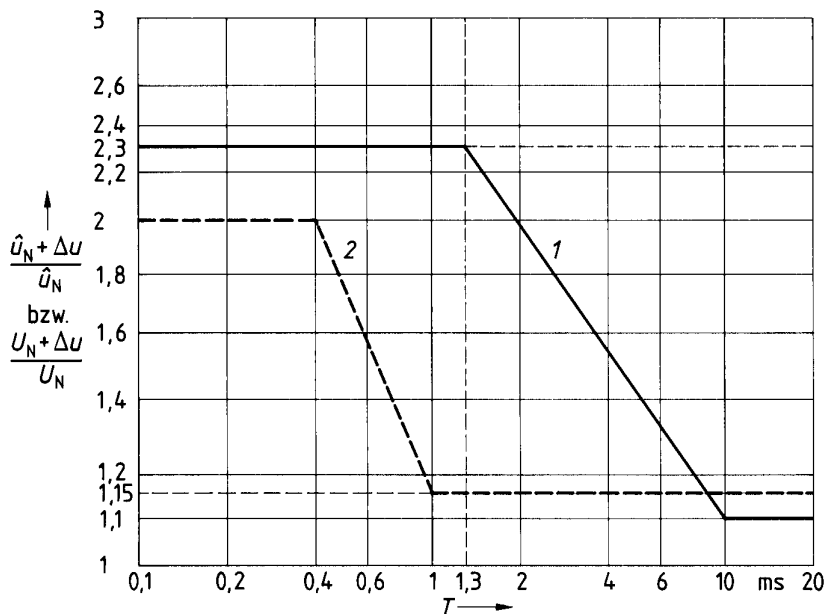
Anmerkung: Die in diesen Abschnitten festgelegten Bedingungen sind nicht als Anforderungen an Netze, sondern an EB zu verstehen.

5.3.1 EB an Wechselspannungsnetzen

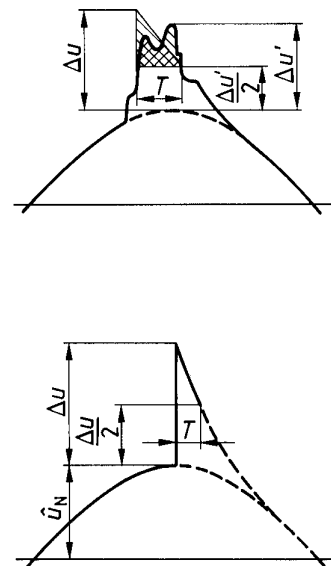
5.3.1.1 Netzspannung (Gilt für Stern- und Leiterspannung⁷⁾)

5.3.1.1.1 EB müssen den Anforderungen genügen, wenn sie mit Effektiv-Werten zwischen 90 und 110 % ihrer Nennanschlussspannung dauernd betrieben werden.

5.3.1.1.2 Für nichtperiodische Überspannungen als Abweichung Δu vom Grundschrwingungs-Scheitelwert $\hat{u}_N$ der Nennspannung des Wechselstromnetzes im Kurzzeitbereich gilt bis zu einer Nennspannung von 660 V die



Kurve 1: Wechselspannungs- und Gleichrichternetze. Kurve 2: Batterienetze.



Die Grenzkurven gelten für nichtperiodische Überspannungen als dreieckförmig verlaufende Abweichung Δu vom Grundschrwingungs-Scheitelwert $\hat{u}_N$ der Nennwechselspannung (im Bild rechts unten) bzw. von der Nenngleichspannung U_N des Netzes. Zur Ermittlung der Zulässigkeit einer Überspannung mit beliebigem zeitlichen Verlauf gilt als Halbwertdauer T ebenfalls die Zeitspanne, in der der Augenblickswert 50 % der Überspannung Δu überschreitet. Um in diesem Fall die Überspannung Δu zu erhalten, wird die über den halben Betrag von Δu hinausgehende Spannungszeitfläche in ein Dreieck mit der Basis T umgeformt (im Bild rechts oben).

Bild 2. Für EB zulässiger Überspannungsfaktor $\frac{\hat{u}_N + \Delta u}{\hat{u}_N}$ bzw. $\frac{U_N + \Delta u}{U_N}$ in Abhängigkeit von der Halbwertdauer T .

⁷⁾ Begriffe nach DIN 40110. In DIN 40108 heißt die Leiterspannung Dreieckspannung.

Grenzkurve in Bild 2. Die EB müssen so gebaut sein, daß ihre Funktionsfähigkeit bei Überspannungen an ihrem Netzanschluß ohne Unterbrechung des Betriebes bis zu den Werten dieser Grenzkurve sichergestellt ist; diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn der Nachweis nach Abschnitt 7.3.1.1 erbracht wird.

Anmerkung 1: Es ist zu beachten, daß die nichtperiodischen Überspannungen nicht nur die an das Netz angeschlossenen EB beanspruchen, sondern auch auf andere, an diese angeschlossenen EB übertragen werden können. Beispiel: Ungeregeltes Stromversorgungsgerät mit angeschlossener Elektronik.

Anmerkung 2: Es gibt Fälle, in denen noch höhere Überspannungen an der Netzanschlußstelle des EB vorkommen. Dann müssen vom Errichter der Anlage geeignete Maßnahmen zur Begrenzung der Überspannungen getroffen oder es muß der Ausfall des EB in Kauf genommen werden. (Siehe auch Abschnitt 5.3.5.)

Anmerkung 3: Es wird empfohlen, die EB, die an Wechselstromnetze mit höherer Nennspannung als 660 V angeschlossen werden, für die gleiche Überspannungsfestigkeit zu bemessen.

Die EB müssen so gebaut sein, daß sie auch funktionsfähig bleiben, wenn im Bereich unterhalb 10 μ s Halbwertdauer nichtperiodische Spannungen bis zur Höhe des Scheitelwertes der Prüfspannung (siehe Tabelle 6 Spalte 2) auftreten, die dem netzseitigen Stromkreis des EB zugeordnet ist⁸⁾.

5.3.1.1.3 EB müssen den Anforderungen auch bei folgenden kurzzeitigen Absenkungen ihrer Anschlußspannung genügen:

- a) Gelegentliche Einbrüche der Netzwechselspannung betragen höchstens 15 % der Nennspannung des

EB bis 0,5 s. Dies gilt während dieser Zeit auch für jede einzelne Halbschwingung.

Dies gilt nicht für den Leistungsteil eines BLE, es sei denn, es wird besonders vereinbart.

Anmerkung: Für netzgeführte Wechselrichter, die an der Trittgrenze betrieben werden, bedeutet die Berücksichtigung einer auch nur kurzzeitigen Spannungsabsenkung einen Mehraufwand.

- b) Die Abweichung der Netzwechselspannung vom Augenblickswert der Grundschiwingung (z. B. während der Kommutierung von Stromrichtern) kann bis 20 % des vorhandenen Scheitelwertes der Grundschiwingung betragen (siehe Bild 3), jedoch werden die Werte nach Abschnitt 5.3.1.2 nicht überschritten. Zusätzliche Kommutierungsschwingungen zu Beginn und Ende des Kurzeiteinbruchs bleiben unberücksichtigt, solange ihre Amplitude den Wert von 20 % des Scheitelwertes der Grundschiwingung nicht überschreitet.

- c) Bei größeren oder länger dauernden Spannungssenkungen als nach Abschnitt 5.3.1.1.3, Aufzählungen a) und b), darf der Betrieb des EB durch Ansprechen von Schutzeinrichtungen unterbrochen werden; eine Beschädigung des EB darf dabei nicht auftreten.

Anmerkung: Das Ansprechen einer Sicherung wird als Ansprechen von Schutzeinrichtungen angesehen und nicht als Beschädigung des Betriebsmittels.

5.3.1.2 Oberschwingungen

EB müssen den Anforderungen genügen, wenn die Kurvenform ihrer Anschlußspannung gleichzeitig folgende Bedingungen erfüllt:

- a) Der Grundschiwingungsgehalt (siehe DIN 40110) ist mindestens 99,5 %.

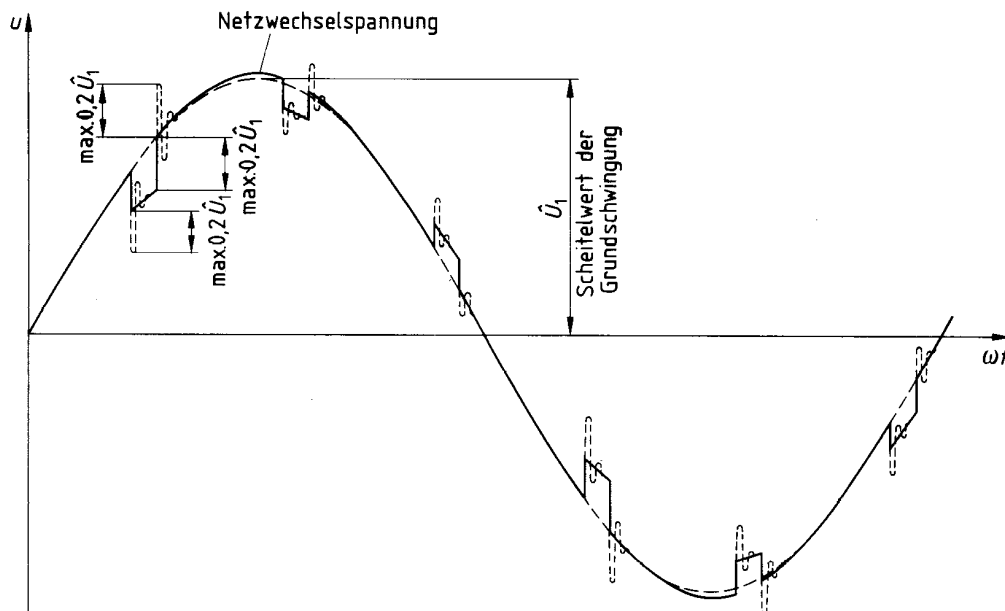


Bild 3. Für EB zulässige Kurzeiteinbrüche der Netzwechselspannung. Das Bild zeigt Einbrüche, wie sie beim Anschluß eines Stromrichters in B6-Schaltung in der Leiterspannung auftreten.

⁸⁾ Prüfverfahren in Vorbereitung

Anmerkung: Das entspricht einem Oberschwingungsgehalt (siehe DIN 40110) von höchstens 10 %.

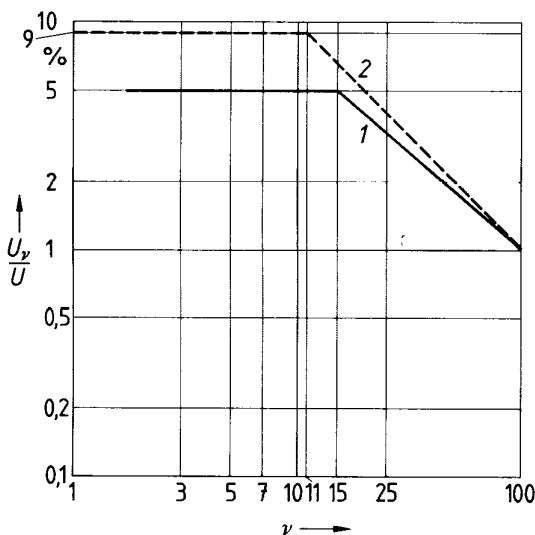
- b) Für jede einzelne Oberschwingung sind die Grenzwerte nach Bild 4, Kurve 1, als Dauerwerte nicht überschritten. Keine nur kurzzeitig (Zeitbereich Sekunden) auftretende Oberschwingung überschreitet die Grenzwerte nach Bild 4, Kurve 2. Dies gilt nicht für geradzählige Oberschwingungen⁸⁾.
- c) Der größte periodische Augenblickswert der Netzwechselspannung liegt höchstens um 20 % über dem jeweiligen Scheitelwert der Grundschwingung.

5.3.1.3 Unsymmetrien

EB müssen den Anforderungen genügen, wenn in Drehstromnetzen weder die Spannung des Gegensystems noch die des Nullsystems mehr als 2 % der Spannung des Mitsystems beträgt.

Anmerkung 1: Wenn sowohl das Gegensystem als auch das Nullsystem 2 % vom Mitsystem beträgt, bedeutet dies, daß die Unterschiede, die zwischen den Beträgen der Spannungen und den Winkeln zwischen den Spannungen gleichzeitig gegeneinander auftreten, nicht Null sind, sondern bis zu folgenden Werten abweichen können:

- a) Leiterspannungen:
Betrug: bis zu 3,5 %
und Winkel: bis zu 3,4° el.
- b) Sternspannungen:
Betrug: bis zu 6 %
und Winkel: 0° el.
oder
Betrug: 0 %
und Winkel: bis zu 7° el.



Kurve 1 = Dauerwerte
Kurve 2 = Kurzzeitwerte

Bild 4. Grenzwerte für jede einzelne Oberschwingung in der Netzwechselspannung. U_v ist der Effektivwert der Oberschwingungsspannung der v -ten Ordnung.

8) Siehe Seite 13.

Anmerkung 2: Für die Dauer von unsymmetrischen Kurzschlüssen können Gegen- oder Nullsystem 20 bis 60 % der Nennspannung erreichen. In diesen Fällen darf der Betrieb des EB durch Ansprechen von Schutzeinrichtungen unterbrochen werden.

5.3.1.4 Frequenz

EB müssen den Anforderungen genügen, wenn die Frequenz des Wechselspannungsnetzes bis zu ± 1 % vom Nennwert abweicht.

5.3.2 EB an Gleichspannungsnetzen

Bei Spannungsabsenkungen unter 85 % der Nennspannung darf der Betrieb durch Ansprechen von Schutzeinrichtungen zum Schutz des EB unterbrochen werden, eine Beschädigung des EB darf dadurch nicht auftreten.

5.3.2.1 Gleichrichternetze

Bei Erzeugung der Netzgleichspannung aus dem Wechselspannungsnetz über Gleichrichter ohne Energiespeicher (Batterie, Kondensator, Glättungsdrossel) gilt Abschnitt 5.3.1.1 entsprechend.

EB müssen den Anforderungen genügen, wenn bei Netzgleichspannungen, die über ungesteuerte Gleichrichter aus dem Drehstromnetz erzeugt werden, die relative Schwingungsbreite (siehe DIN 40110) der überlagerten Wechselspannung, bezogen auf den Gleichspannungsmittelwert, nicht mehr als 15 % beträgt.

5.3.2.2 Batterienetze

In Batterienetzen werden die EB aus einer Batterie oder aus der Parallelschaltung von Ladegerät und Batterie gespeist.

5.3.2.2.1 EB müssen den Anforderungen genügen, wenn sie mit einer Anschlußspannung zwischen 85 und 115 % derjenigen Nennspannung dauernd betrieben werden, die sich aus 2,0 V/Zelle bei Bleibatterien bzw. 1,2 V/Zelle bei NiCd-Batterien errechnet. Die Berücksichtigung höherer Ladespannung muß im Einzelfall besonders gefordert werden.

5.3.2.2.2 Für nichtperiodische Überspannungen gilt Abschnitt 5.3.1.1.2 mit der Maßgabe, daß anstelle des Grundschwingungs-Scheitelwertes $\hat{u}_N$ der Nennspannung des Wechselstromnetzes die Nennspannung U_N des Batterienetzes tritt und daß der Nachweis nach Abschnitt 7.3.1.2 b) zu erbringen ist.

5.3.2.2.3 EB müssen den Anforderungen genügen, wenn in ihrer Anschlußspannung die relative Schwingungsbreite (siehe DIN 40110) der überlagerten Wechselspannung, bezogen auf den Gleichspannungsmittelwert, bei Frequenzen ab 300 Hz bis zu 10 %, darunter bis zu 5 % beträgt.

5.3.3 Nenndaten von BLE

Bei Nennanschlussspannung müssen BLE die Nenndaten einhalten, wobei die Prüftoleranzen nach DIN VDE 0558 Teil 1/07.87, Abschnitt 5.7.14, zulässig sind.

5.3.4 Kurzschlußfestigkeit

An einem durch das Bildzeichen nach DIN 30600, Reg.-Nr 1527 ☺ als kurzschlußfest gekennzeichneten Ausgang eines EB darf ein Kurzschluß über beliebig lange Zeit keine unzulässigen Erwärmungen oder andere Schäden im EB oder seinen Teilen hervorrufen. Nach Aufheben des Kurzschlusses muß das EB ohne Auswechseln von Einzelteilen oder anderen Maßnahmen (z. B. Schaltheaktionen) ohne Einschränkung wieder funktionsfähig sein. Soll das EB auch bei gleichzeitigem

Kurzschluß mehrerer Ausgänge kurzschlußfest sein, ist dies besonders zu verlangen und anzugeben.

Anmerkung: Die Kurzschlußfestigkeit eines BLE kann auch durch Zusammenwirken mit elektronischen Betriebsmitteln zur Informationsverarbeitung erreicht werden. Der Kurzschluß kann auch durch einfachen oder mehrfachen Erdschluß erfolgen.

Bei bedingt kurzschlußfesten Ausgängen von EB dürfen bei Kurzschluß an diesen Ausgängen nur die vorgesehenen Schutzeinrichtungen ansprechen (z. B. Sicherungen, Schalter, elektronische Sperren).

Bei nicht kurzschlußfesten Ausgängen von EB dürfen bei Kurzschluß an diesen Ausgängen Bauteile in begrenztem Umfang zerstört werden, jedoch müssen die Forderungen des Abschnittes 4.1.2 und die Grenzwerte nach Tabelle 1 bei beliebig langem Kurzschluß eingehalten werden.

5.3.5 Vereinbarung besonderer Betriebsbedingungen

Sollen EB Betriebsbedingungen außerhalb der Werte nach den Abschnitten 5.3.1 bis 5.3.4 ausgesetzt werden, so bedarf es einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender. Die EB müssen dann auch unter solchen Betriebsbedingungen den Anforderungen der vorliegenden Norm genügen. Gegenstand einer solchen Vereinbarung kann z. B. auch eine Einengung der Toleranzen nach den Abschnitten 5.3.1 bis 5.3.3 sein.

5.4 Bezugsleiter, Funktionserdung

Die Verbindung zwischen einem nach Abschnitt 4.4.1 isoliert verlegten Bezugsleiter und der Funktionserdung

soll an nur einem zentralen Bezugspunkt im Gerät vorgesehen und auftrennbar sein, damit bei Anlagen mit mehreren Geräten diese am günstigsten zentralen Bezugspunkt verbunden werden können.

Die Erdverbindung des Bezugsleiters ist so auszuführen, daß bei einem etwaigen Auftrennen dieser Verbindung eine Schutzverbindung des EB nicht unterbrochen wird.

Anmerkung: Wenn beim Zusammenwirken von EB mit Geräten oder Baugruppen der Schutzklasse I, bei denen der Bezugsleiter mit dem Körper fest verbunden ist, eine Erdung über deren Schutzleiter zugunsten einer Erdung an einem zentralen Bezugspunkt oder aus Funktionsgründen (Einkopplung von Störspannungen) unterbleibt, so läßt sich der notwendige Schutz bei indirektem Berühren durch Schutztrennung erreichen. Eine unerwünschte Erdverbindung des Körpers dieser Geräte oder Baugruppen, die nicht über den Schutzleiter führt, kann durch isolierten Aufbau verhindert werden. Da diese Maßnahmen umständlich sind und die Abkopplung vom Erdpotential auf diese Weise bei höheren Betriebsfrequenzen unbefriedigend ist, wird empfohlen, nur solche Geräte und Baugruppen im Zusammenwirken mit EB zu verwenden, bei denen der Bezugsleiter an keiner Stelle mit Körper oder Masse fest verbunden ist.

5.5 Schutz gegen gefährliche Körperströme

Einen Überblick für den Gerätebau gibt Bild 5.

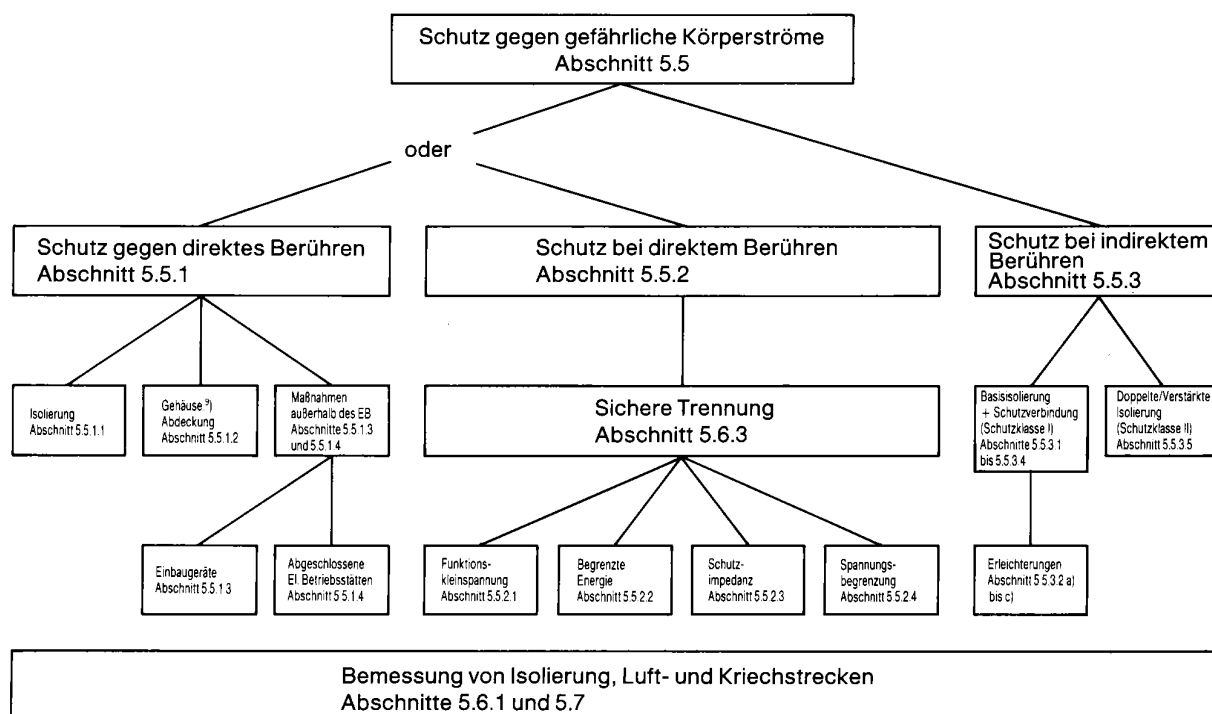


Bild 5. Schutz gegen gefährliche Körperströme beim Gerätebau

⁹⁾ „Umhüllung“ nach DIN VDE 0100 Teil 410/11.83