

Stromrichter auf BahnfahrzeugenGleichstromsteller
IEC 411-4: 1986 modifiziert**DIN****VDE 0559**

Teil 4

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.

Power convertors for rolling stock;
direct d.c. convertors (d.c. chopper convertors);
IEC 411-4: 1986 modified

Convertisseurs de puissance pour le matériel roulant;
convertisseurs directs de courant continu (hacheurs);
CEI 411-4: 1986 modifiée

Die Internationale Norm IEC 411-4, 1. Ausgabe, 1986, "Power convertors for electric traction; Part 4: Direct d.c. convertors (d.c. chopper convertors) for rolling stock" ist mit nationalen Modifizierungen in diese Deutsche Norm übernommen worden; siehe Erläuterungen.

Beginn der Gültigkeit

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

Entwurf war veröffentlicht als DIN IEC 22D(CO)19/VDE 0559 Teil 100/08.84.

Fortsetzung Seite 2 bis 21

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Deutsche Übersetzung mit Modifizierungen

Stromrichter auf Bahnfahrzeugen

Teil 4: Gleichstromsteller auf Bahnfahrzeugen

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	5 Allgemeines	4
Einleitung	2	6 Begriffe bei Transformatoren und Spartransformatoren	5
Hauptabschnitt eins – Allgemeines	2	7 Begriffe bei Drosselspulen	5
1 Anwendungsbereich	2	8 Prüfungen an Transformatoren, Spartransformatoren und Drosselspulen ...	6
2 Verweisungen auf andere Normen	3	Hauptabschnitt vier – Stromrichteranlagen und -sätze	6
3 Betriebsbedingungen	3	9 Begriffe	6
Hauptabschnitt zwei – Halbleiterbauelemente ...	4	10 Anordnungen und Kenndaten von Gleichstromstellern	9
4 Allgemeines	4	11 Prüfungen an Stromrichtern	14
Hauptabschnitt drei – Triebfahrzeug-Stromrichtertransformatoren, -drosselspulen und -kondensatoren	4		

Vorwort

- Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar und sind als solche von den nationalen Komitees angenommen.
- Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, wünscht die IEC, daß alle nationalen Komitees den Text der IEC-Empfehlungen soweit in ihre nationalen Regeln übernehmen, wie es die Gegebenheiten im jeweiligen Land gestatten. Jede Abweichung zwischen der IEC-Empfehlung und der entsprechenden nationalen Regel sollte in dieser, soweit möglich, deutlich gekennzeichnet werden.

Einleitung

Diese Norm wurde vom Unterkomitee 22D „Stromrichter auf Bahnfahrzeugen“ des Technischen Komitees Nr 22 „Leistungselektronik“ der IEC erarbeitet.

Der Text dieser Norm beruht auf folgenden Schriftstücken:

Sechsmonatsregel	Bericht über das Abstimmungsergebnis
22D(CO)19	22D(CO)20

Weitere Angaben können dem in der Tabelle angegebenen Bericht über das Abstimmungsergebnis entnommen werden.

Hauptabschnitt eins – Allgemeines

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Halbleiter-Gleichstromsteller für den Betrieb auf Bahnfahrzeugen mit Gleichstromversorgung.

Sie wurde für Stromrichter zur Versorgung der Hauptstromkreise ausgearbeitet, kann jedoch im Grundsatz auch für Stromrichter zur Versorgung der Hilfsbetriebe von Bahnfahrzeugen angewendet werden.

Anmerkung: Bei Mehrsystemfahrzeugen, die für Wechselstrom- und Gleichstrombetrieb bestimmt sind, gilt diese Norm für den Teil der Ausrüstung, der von der Gleichstromfahrlleitung gespeist wird.

2 Verweisungen auf andere Normen

Sofern nicht durch Abschnitte der vorliegenden Norm geändert, sind für die Stromrichter, die Gegenstand dieser Norm sind, Abschnitte der nachstehend genannten IEC-Publikationen Normen anwendbar.

~~IEC 38 (1983):~~	~~IEC Standard voltages.~~
DIN IEC 38	IEC Normspannungen; Identisch mit IEC 38, Ausgabe 1983
IEC 50(551) (1982):	International Electrotechnical Vocabulary (IEV); Chapter 551: Power electronics
Normen der Reihe	
DIN 41750	Stromrichter; Begriffe für Stromrichter
IEC 77 (1968):	Rules for electric traction equipment
~~IEC 146 (1973):~~	~~Semiconductor converters.~~
DIN VDE 0558 Teil 1	Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine Bestimmungen und besondere Bestimmungen für netzgeführte Stromrichter
~~IEC 146-2 (1974):~~	~~Semiconductor converters; Part 2: Semiconductor self commutated converters.~~
DIN VDE 0558 Teil 2	Halbleiter-Stromrichter; Besondere Bestimmungen für selbstgeführte Stromrichter
~~IEC 146-3 (1977):~~	~~Semiconductor converters; Part 3: Semiconductor direct d.c. converters (d.c. chopper converters).~~
DIN VDE 0558 Teil 3	Halbleiter-Stromrichter; Besondere Bestimmungen für Gleichstromsteller
IEC 165 (1973):	Rules for the testing of electric rolling stock on completion of construction and before entry into service
~~IEC 310 (1969):~~	~~Rules for traction transformers and reactors.~~
DIN VDE 0535 Teil 2	Elektrische Maschinen, Transformatoren und Drosseln auf Schienen- und Straßenfahrzeugen; Transformatoren und Drosselspulen
IEC 411 (1973):	Power converters for electric traction
~~IEC 411-1 (1975):~~	~~Power converters for electric traction; Part 1: Single phase power converters using thyristors.~~
DIN VDE 0559 Teil 1	Stromrichter auf Bahnfahrzeugen; Einphasen-Stromrichter mit Thyristoren auf elektrischen Triebfahrzeugen; IEC 411-1 Ausgabe 1975 modifiziert
IEC 411-3 (1982)	Power converters for electric traction; Part 3: Self-commutated converters for single-phase traction
~~IEC 571 (1977):~~	~~Rules for electronic equipment used on rail vehicles.~~
DIN 43321	Regeln für elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen
~~IEC 631 (1978):~~	~~Characteristics and tests of electrodynamic and electromagnetic braking systems.~~
DIN IEC 631	Kenndaten und Prüfungen von elektrodynamischen und elektromagnetischen Bremssystemen
~~IEC 651 (1979):~~	~~Sound level meters.~~
DIN IEC 651	Schallpegelmesser

3 Betriebsbedingungen

3.1 Normale Betriebsbedingungen

3.1.1 Höhe

Bei Fehlen von Angaben über die Höhe über dem Meeresspiegel, bei welcher die Ausrüstung üblicherweise betrieben werden soll, wird vorausgesetzt, daß diese Höhe 1200 m nicht überschreitet.

3.1.2 Temperatur

~~Bei Fehlen von Angaben über die Umgebungstemperaturen, bei denen die Ausrüstung normalerweise betrieben werden soll, wird vorausgesetzt, daß diese zwischen -25°C und +40°C liegen, mit einer jährlichen Durchschnittstemperatur von nicht mehr als +25°C.~~

Es gelten die Festlegungen nach DIN VDE 0115 Teil 1/06.82, Abschnitt 3.4.

3.1.3 Schock- und Schwingungsbeanspruchungen

Bei Fehlen von Angaben über Schock- und Schwingungsbeanspruchungen, denen der Stromrichter einschließlich seiner Halterungen im Betrieb ausgesetzt ist, wird vorausgesetzt:

- a) daß die Schwingungsbeanspruchung die Form einer Sinusschwingung hat, deren Frequenz f zwischen 1 und 50 Hz 100 Hz liegt und deren Amplitude a ausgedrückt in mm, durch folgende Gleichungen als Funktion von f gegeben ist:

$$a = 25/f \quad \text{für } 1 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ Hz}$$

$$a = 250/f^2 \quad \text{für } 10 \text{ Hz} \leq f \leq 50 \text{ Hz } 100 \text{ Hz}$$

- b) daß die Schockbeanspruchung folgende maximale Beschleunigungen hat:

- horizontal (in Richtung der Bewegung des Fahrzeuges) 30 m/s²
- in Querrichtung 20 m/s² 30 m/s²
- in vertikaler Richtung 10 m/s² 30 m/s²

3.1.4 Lastarten

Da die Lastarten das Betriebsverhalten eines Stromrichters oder eines Stromrichterbauteils beeinflussen kann, muß sie immer angegeben werden.

Im Bremsbetrieb wird die Last zur Stromquelle, deren Eigenschaften von denen des Versorgungssystems verschieden sind. Die Spannung dieser Stromquelle kann höher als die Nennspannung sein.

3.1.5 Eigenschaften des Versorgungsnetzes

Der Anwender muß, soweit nicht entsprechende Festlegungen bestehen (wie z. B. im Nahverkehr für die Abschnitte 3.1.5.1, 3.1.5.2, 3.1.5.5 und 3.1.5.6 in VÖV 6.325.2 festgelegt), die Betriebsbedingungen der Ausrüstung bei Fahren und Bremsen genau festlegen. Diese Angaben können wichtig und oft die wichtigsten für die Auslegung der Ausrüstung sein.

3.1.5.1 Kurvenform der Fahrleitungsgleichspannung

Es wird angenommen, daß die Fahrleitungsspannung über einen 6pulsigen Gleichrichter aus einer sinusförmigen Dreiphasen-Wechselspannung erzeugt wird.

Der Anwender muß alle wesentlichen Abweichungen von dieser Voraussetzung angeben, z. B. andere Pulszahl als 6, Anwendung von gesteuerten Stromrichtern oder ob Netzbremse innerhalb des Systems betrieben wird.

3.1.5.2 Begrenzungen des Eingangsstromes

Jede Begrenzung des stationären Eingangsstromes muß vom Anwender angegeben werden.

Der Anwender muß auch die kurzzeitige Stromüberlastbarkeit des Versorgungssystems und die Art der Schutzeinrichtungen angeben.

3.1.5.3 Schwankungen der Versorgungsspannung

In Übereinstimmung mit IEC 38 DIN IEC 38 wird angenommen, daß die Fahrleitungsgleichspannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt:

Tabelle 1. Versorgungsspannungen

	Versorgungsspannungen		
	Mindestwert ³⁾ V	Nennwert (U_{LN}) V	Höchstwert V
Gleichstromnetze	400 (420)	600 ¹⁾	720
	500 (525)	750	900
	1000 (1050)	1500	1800
	2000 (2100)	3000	3600 ²⁾
¹⁾ Dieser Wert sollte als nicht bevorzugt angesehen werden und es wird empfohlen, daß er für neue Netze, die in Zukunft errichtet werden, nicht verwendet werden sollte. ²⁾ In bestimmten europäischen Ländern darf diese Spannung 4000 V erreichen. Die elektrische Ausrüstung von Fahrzeugen des internationalen Bahnverkehrs in diesen Ländern muß in der Lage sein, dieser absolut höchsten Spannung für kurze Zeitspannen bis zu 5 Minuten standzuhalten. ³⁾ Die Klammerwerte gelten für Straßenbahnen und Obusse nach DIN VDE 0115 Teil 1.			

Bei Batteriebetrieb müssen die Grenzen der Batteriespannung angegeben werden nach DIN VDE 0115 Teil 1 zugrunde gelegt werden.

Anmerkung: Spannungssprünge innerhalb dieser Grenzen dürfen auftreten.

3.1.5.4 Netz-Überspannungen

Zusätzliche kurzzeitige Überspannungen können durch atmosphärische Einflüsse, Schaltvorgänge oder Netzbremse auftreten.

Anmerkung: Weitere Festlegungen siehe Abschnitt 10.3.3.

3.1.5.5 Transiente Energie

Die Energiemenge, die aus dem Versorgungssystem bei einem Ausgleichsvorgang in den Stromrichter gespeist werden kann, darf vom Anwender festgelegt werden.

Anmerkung: Die höchsten Werte der transienten Energie können sich durch das Abschalten eines Kurz-

schlusses auf einem in der Nähe befindlichen Fahrzeug ergeben.

3.1.5.6 Induktivität und Widerstand des Netzes

Da die Induktivität und der Widerstand des Netzes das Verhalten eines Stromrichters beeinflussen und sich mit dem Standort des Fahrzeuges verändern, müssen die Höchst- und Mindestwerte der Induktivität und des Widerstandes einschließlich des inneren Scheinwiderstandes der Spannungsquelle vom Anwender angegeben werden. Das Vorhandensein anderer Fahrzeuge mit Stromrichtern sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

Anmerkung: Diese Werte können nicht für die Untersuchung von Beeinflussungsfragen benutzt werden (siehe Abschnitt 10.3.5).

3.2 Besondere Bedingungen

Besondere Vereinbarungen müssen zwischen Anwender und Hersteller getroffen werden, wenn die Bedingungen von den in den vorgenannten Abschnitten abweichen, z. B.:

- Höhe über 1200 m;
- Umgebungstemperatur über +40 °C;
- tiefe Temperatur unter -25 °C;
- hohe Durchschnittstemperatur bei hoher Luftfeuchte;
- Wolkenbrüche, Sand- oder Schneestürme, ungewöhnlich leitfähiger Staub, ungewöhnlicher Salzgehalt;
- Schwankungen der Versorgungsspannung, die die vorgenannten Werte überschreiten, z. B. bei Anwendung der Netzbremse;
- plötzliche Änderungen der Umgebungstemperatur von mehr als 15 °C innerhalb von ein oder zwei Minuten, z. B. durch Tunnelfahrt;
- Bedingungen, die eine häufige Kontaktunterbrechung zwischen Fahrleitung und Gleichstromsteller oder häufige Kurzschlüsse auf der Fahrleitung verursachen, wie z. B. vereiste Fahrleitung, Enteisungsfahrten.

Hauptabschnitt zwei – Halbleiterbauelemente**4 Allgemeines**

Die Halbleiterbauelemente der Gleichstromstellerausrüstung müssen den Anforderungen nach IEC 146 entsprechen. Sofern nicht anders zwischen Hersteller und Anwender vereinbart, müssen die verwendeten Halbleiterbauelemente den entsprechenden Normen entsprechen. Leistungsbauteile einschließlich der Kühlkörper müssen auch den Anforderungen von Abschnitt 3.1.3 entsprechen.

Hauptabschnitt drei – Triebfahrzeug-Stromrichtertransformatoren, -drosselspulen und -kondensatoren**5 Allgemeines**

Die folgenden Festlegungen gelten für Triebfahrzeug-Transformatoren, -drosselspulen und -kondensatoren, die für Gleichstromsteller benutzt werden. Es gelten auch die Festlegungen in IEC 310 DIN VDE 0535 Teil 2, soweit sie nicht den Anforderungen der vorliegenden Norm widersprechen.

6 Begriffe bei Transformatoren und Spartransformatoren

6.1 Einteilung der Transformatoren und Spartransformatoren

Entsprechend ihrer Anwendung können Transformatoren und Spartransformatoren, die in Gleichstromstellern auf Bahnfahrzeugen eingesetzt werden, wie folgt eingeteilt werden:

6.1.1 Kommutierungstransformator (oder -Spartransformator)

Transformator für das Aufladen des Kommutierungskondensators, wenn der Hauptthyristor eingeschaltet ist.

6.1.2 Rückspeisetransformator (oder -Spartransformator)

Transformator für das Rückspeisen der in der Kommutierungs-drossel gespeicherten Entladungsenergie in das Versorgungsnetz.

6.1.3 Gleichstrompulstransformator

Transformator, der einen Energiefluß von einem Gleichstromkreis zu einem anderen mit Hilfe pulsformiger Ströme bewirkt.

6.1.4 Saugdrossel

Elektromagnetisches Bauteil, das den Parallelbetrieb von zwei oder mehreren phasenversetzten Kommutierungsgruppen durch die induktive Kopplung der Wicklungen auf einem Kern ermöglicht.

6.1.5 Stromteilertransformator

Transformator zum Aufteilen der Ströme von parallelgeschalteten Zweigen.

6.2 Bemessungswerte von Transformatoren und Spartransformatoren

Die Bemessung eines Transformators ist die für Dauerbetrieb.

6.2.1 Bemessungsstrom

Der Bemessungsstrom einer Wicklung ist der Effektivwert des Stromes, den diese Wicklung dauernd führen kann, ohne daß die Temperaturerhöhung die Bemessungsgrenze für die Isolierstoffklasse der für die Wicklung verwendeten Isolierung überschreitet.

6.2.2 Bemessungs-Eingangsspannung

Die Bemessungs-Eingangsspannung ist der Effektivwert der Spannung, die unter normalen Bedingungen an der gesamten Eingangswicklung anzulegen ist. Die genaue Kurvenform von Strom und Spannung sowie die Betriebsfrequenz sollten dem Transformatorhersteller vom Hersteller des Gleichstromstellers angegeben werden.

6.2.3 Bemessungs-Ausgangsspannung

Die Bemessungs-Ausgangsspannung ist der Effektivwert der ausgangsseitigen Leerlaufspannung, wenn die Eingangswicklung mit der Bemessungsspannung bei Bemessungsfrequenz gespeist wird.

6.2.4 Bemessungs-Magnetisierungsspannung

Der höchste Mittelwert der gleichgerichteten Eingangsspannung bei Bemessungsfrequenz, für den der Transformator oder der Spartransformator ausgelegt ist.

6.2.5 Bemessungsleistung

Die Bemessungsleistung jeder Transformatorwicklung ist definiert als Produkt von Bemessungsspannung und Bemessungsstrom dieser Wicklung.

6.3 Verluste und Wirkungsgrad

Die Art der Festlegung der Verluste und des Wirkungsgrades muß zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden, wobei die Kurvenformen der Ströme und Spannungen zu berücksichtigen sind.

6.4 Streuinduktivität und Streukapazität

Die zulässige Streuinduktivität und die zulässige Streukapazität müssen dem Transformatorhersteller vom Hersteller des Gleichstromstellers angegeben werden.

7 Begriffe bei Drosselspulen

7.1 Einteilung der Drosselspulen

Entsprechend ihrer Anwendung können die Drosselspulen, wie nachfolgend genannt, unterschieden werden.

7.1.1 Stromanstiegsbegrenzungsdrossel

Drosselspule zum Schutz der Thyristoren gegen zu steilen Anstieg des Durchlaßstromes.

7.1.2 Glättungsdrossel

Drosselspule zur Verminderung der Welligkeit des Stromes.

7.1.3 Stromausgleichsdrossel

Drosselspule zum Ausgleich der Ströme in den verschiedenen Zweigen eines mehrphasigen Gleichstromstellers oder zum Ausgleich der Ströme in parallel geschalteten Thyristoren des gleichen Gleichstromstellers.

7.1.4 Schwingkreisdrossel

Drosselspule für Schwingkreise, die üblicherweise zur Löscheinrichtung eines Gleichstromstellers gehören.

7.1.5 Filterdrossel

Drosselspule für die Anwendung mit einem Filterkondensator, um den Gleichstromsteller vom Versorgungsnetz zu entkoppeln.

7.2 Bemessungswerte von Drosselspulen

7.2.1 Bemessungsstrom

Der Bemessungsstrom einer Drosselspule ist der Effektivwert des Stromes, den die Drosselspule dauernd führen kann, ohne daß die Temperaturerhöhung die Bemessungsgrenze für die Isolierstoffklasse der für sie verwendeten Isolierung überschreitet.

7.2.2 Induktivität bei Bemessungsbedingungen

Die Werte von Induktivität einer Glättungsdrossel hängen von den Einsatzbedingungen ab; sie müssen unter Bezug auf die Art und die Höhe des Stromes, mit dem die Messungen durchzuführen sind sowie mit Bezug auf Kurvenform, Höhe der Spannung und Frequenz der Stromversorgung festgelegt werden.

7.2.3 Sättigung

Die Festlegungen von Drosselspulen mit Eisenkern oder ähnlichen Drosselspulen müssen den Wert des Integrals angeben, der nicht überschritten werden darf.

$$\Delta\psi = \int_{t_1}^{t_2} u(t) dt$$

Dabei ist:

$u(t)$ die Spannung an den Anschlüssen der Drosselspule,

t_1, t_2 Zeitpunkte, die den höchsten Wert von $\Delta\psi$ ergeben.

Bei Gleichstrom-Glättungs-drosseln muß $\Delta\psi$ zumindest für zwei verschiedene Mittelwerte des Stromes angegeben werden.

8 Prüfungen an Transformatoren, Spartransformatoren und Drosselspulen

8.1 Prüfungen an Transformatoren und Spartransformatoren

Im allgemeinen gelten die Festlegungen nach IEC 310 DIN VDE 0535 Teil 2.

Jedoch müssen die Kurvenformen der Ströme und Spannungen, welche bei Prüfung an den Transformator (oder Spartransformator) anzulegen sind, zwischen dem Hersteller des Gleichstromstellers und dem Hersteller des Transformators vereinbart werden.

Die Abschnitte 16 und 17 von IEC 310 DIN VDE 0535 Teil 2 müssen Gegenstand von besonderen Vereinbarungen zwischen den Herstellern des Gleichstromstellers und des Transformators sein. Die Abschnitte 21 und 23 gelten nur für Typprüfungen.

Die zwei folgenden Prüfungen sind Stückprüfungen:

- Messung der Induktivität der Eingangswicklung bei Bemessungsstrom.
- Messung des Scheinwiderstandes bei Versorgung mit dem Bemessungseingangstrom bei Bemessungsfrequenz, wenn eine Ausgangswicklung kurzgeschlossen ist.

8.2 Prüfungen an Drosselspulen

Die Prüfungen, die in den Abschnitten 28 bis 36 von IEC 310 DIN VDE 0535 Teil 2 festgelegt sind, gelten für Drosselspulen, die in Gleichstromstellern auf Bahnfahrzeugen eingesetzt werden. Die Kurvenform der Ströme und Spannungen, welche bei der Prüfung an die Drosselspulen anzulegen sind, müssen zwischen dem Hersteller des Gleichstromstellers und dem Hersteller der Drosselspulen vereinbart werden.

8.3 Erwärmungsmessung

Diese Prüfungen können nur durchgeführt werden, wenn der Transformator, der Spartransformator oder die Drosselspule in den Gleichstromsteller eingebaut ist, für den er bzw. sie ausgelegt ist oder in ein speziell für diesen Zweck ausgelegtes Gerät.

Einige Drosselspulen (und auch einige Transformatoren) haben einen ohmschen Widerstand, der zu klein ist, um eine genaue Messung der Erwärmung durch Widerstandsänderung zu gestatten. In diesem Fall muß die Erwärmungsmessung unter Verwendung von Thermoelementen durchgeführt werden.

Anmerkung: Die Erwärmungsmessung von Drosselspulen werden üblicherweise in Verbindung mit der Erwärmungsprüfung des Stromrichters ausgeführt (siehe Abschnitt 11.4.4).

Hauptabschnitt vier – Stromrichteranlagen und -sätze

9 Begriffe

Soweit in diesem Hauptabschnitt nicht anders festgelegt, gelten die allgemeinen Begriffe der in Abschnitt 2 genannten Normen für die Stromrichter, die im Anwendungsbereich dieser Norm liegen.

9.1 Begriffe für Stromrichter

9.1.1 Stromrichter (IEV 551-02-01)

Betriebsmittel zum Stromrichter unter Verwendung eines oder mehrerer elektronischer Ventilbauelemente (IEV 551-03-01), sowie gegebenenfalls von Transformatoren, Filtern und sonstigen Hilfseinrichtungen.

9.1.2 Selbstgeführter Stromrichter

Ein Stromrichter, in dem die Führungs-(Kommutierungs-) Spannungen durch Bauelemente innerhalb des Stromrichters bereitgestellt werden.

Anmerkung: Eingeschlossen sind beispielsweise Stromrichter, in denen die Kommutierungsspannungen in den Halbleiterbauelementen aufgebaut werden (wie in Transistoren und abschaltbaren Thyristoren), oder in denen sie außerhalb der Halbleiterbauelemente mittels Kondensatoren bereitgestellt werden.

9.1.3 Gleichstromsteller (IEV 551-02-12)

Ein Gleichstromrichter ohne Wechselstrom-Zwischenkreis.

9.1.4 Teilgleichstromsteller

Der kleinste Teil des Leistungskreises eines Gleichstromstellers, der als Gleichstromsteller betrieben werden kann.

9.1.5 Stromrichtergruppe

Eine Gruppe von Teilstromrichtern, die mit der gleichen Frequenz, Phase und Pulsbreite parallel betrieben werden.

9.1.6 Ein-Energieflußrichtung-Gleichstromsteller

Ein Gleichstromsteller, in dem der Energiefluß nur in einer Richtung möglich ist.

9.1.7 Zwei-Energieflußrichtung-Gleichstromsteller

Ein Gleichstromsteller, in dem die Richtung des Energieflusses umkehrbar ist.

Anmerkung: Die Umkehr der Energieflußrichtung kann durch Umschaltkontakte oder Schütze, die Teil des Gleichstromstellers sind, erreicht werden.

9.1.8 Doppel-Gleichstromsteller

Ein Gleichstromsteller, der aus zwei Teilen besteht, so daß er Leistung zu einer gemeinsamen Gleichspannungsschiene liefern kann, oder Leistung von dieser Schiene übernehmen kann mit Gleichstrom in beiden Richtungen.

9.1.9 Mehrfach-Gleichstromsteller

Ein Mehrfach-Gleichstromsteller ist eine Kombination von mehreren Gleichstromstellern, die derart miteinander verbunden sind, daß sie nicht als voneinander unabhängig angesehen werden können.

9.1.10 Mehrphasen-Gleichstromsteller

Ein Mehrfach-Gleichstromsteller, in dem alle Stromrichtergruppen mit der gleichen Frequenz betrieben werden.

9.1.11 Symmetrischer Mehrphasen-Gleichstromsteller

Ein Mehrphasen-Gleichstromsteller mit gleich hohen Ausgangsspannungen aller Stromrichtergruppen, wobei die aufeinanderfolgenden Stromintervalle der einzelnen Stromrichtergruppen gleiche Zeitverschiebung gegeneinander haben.

9.1.12 Ankerstrom-Stellen

Steuerung von Gleichstrommotoren zur Verstellung des Stromes und/oder der Spannung des Ankerkreises durch einen Gleichstromsteller.

Anmerkung: Gleichstromsteller mit automatischer Feldregelung sind in diesem Begriff eingeschlossen.

9.1.13 Feldstrom-Stellen

Steuerung von Gleichstrommotoren zur Verstellung des Feldstromes durch einen Gleichstromsteller.

Anmerkung: Die Feldschwächung einer Reihenschlußwicklung mit einem Gleichstromsteller und die Stromregelung einer Feldschwächewicklung mit einem Gleichstromsteller sind in diesem Begriff eingeschlossen.

9.1.14 Widerstands-Stellen

Steuerung, bei der ein Gleichstromsteller parallel zum Widerstand oder zu einem Teil des Widerstandes geschaltet ist, um den Ankerstrom von Gleichstrommotoren zu verstellen.

9.1.15 Gleichstromsteller mit Festfrequenz

Gleichstromsteller, der mit einer einzigen Taktfrequenz betrieben wird, um durch kontinuierliche Änderung des Stromflußverhältnisses die Steuerung der Last-Versorgungsspannung innerhalb ihrer Grenzen zu erreichen.

9.1.16 Frequenzveränderlicher Gleichstromsteller

Gleichstromsteller, der durch kontinuierliche Änderung der Taktfrequenz die Steuerung der Last-Versorgungsspannung innerhalb ihrer Grenzen bewirkt.

9.1.17 Mehrfachfrequenz-Gleichstromsteller

Gleichstromsteller, der mit mehreren festen Frequenzen mit geringeren Werten als die feste Taktfrequenz betrieben wird (üblicherweise Unterfrequenzen der festen Grundfrequenz), um niedrigste Last-Versorgungsspannungen oder einen höheren Wirkungsgrad zu erreichen.

9.1.18 Kombinierte Gleichstromsteller

Gleichstromsteller, der durch kontinuierliche Änderung der Taktfrequenz sowie des Stromflußverhältnisses die Steuerung der Last-Versorgungsspannung bewirkt.

9.1.19 Eingangsanschlüsse

Anschlüsse, durch die die Leistung in den Gleichstromsteller bei Motorbetrieb gespeist wird.

Anmerkung 1: Bei Netzbremse wird die Leistung an den Eingangsanschlüssen des Gleichstromstellers abgegeben.

Anmerkung 2: Diese Begriffsbestimmung gilt nicht für Feldstrom-Stellen und Widerstands-Stellen.

9.1.20 Ausgangsanschlüsse

Anschlüsse, durch die die Leistung aus dem Gleichstromsteller bei Motorbetrieb abgegeben wird.

Anmerkung 1: Bei Netzbremse wird die Leistung an den Ausgangsanschlüssen aufgenommen.

Anmerkung 2: Diese Festlegung gilt nicht für Ankerstrom-Stellen und Widerstands-Stellen.

9.2 Stromrichterbauteile

9.2.1 Stromrichtersatz (auch: Ventilsatz) (IEV 551-03-12 modifiziert)

Eine elektrische und mechanische Zusammenfassung von Thyristoren, Dioden, Thyristor- und/oder Diodenbaugruppen komplett mit all ihren Verbindungen und Hilfseinrichtungen gegebenenfalls Kühleinrichtungen in ihrem

eigenen mechanischen Aufbau aber ohne den Stromrichtertransformator, Schaltgeräte und andere Hilfseinrichtungen.

9.2.2 Gleichstromsteller-Leistungsteil

Der Teil des Gleichstromstellers, der als gesteuerter elektronischer Gleichstromschalter wirkt.



Bild 1. Kurzschaltzeichen für einen löschbaren Stromrichterzweig eines selbstgeführten Stromrichters

9.2.3 Steuersatz (auch: Ventilsteuereinrichtung)

Teil des Stromrichters, der den Leistungsteil entsprechend dem äußeren Steuer- und Regelsignal ansteuert.

Anmerkung 1: Zusätzliche Angaben über Steuer- und Regelelektronik siehe IEC 571 DIN 43321.

Anmerkung 2: Weitere Begriffe von Stromrichterbauteilen siehe IEC 50(551) und Normen der Reihe DIN 41750.

9.3 Schaltungseigenschaften

9.3.1 Hauptstrom eines Stromrichter-Schaltungsteils

Der Vorwärtsstrom eines Halbleiterbauelementes eines Stromschaltungsteils, der zwischen den Hauptanschlüssen fließt.

Anmerkung: Der Hauptstrom wird oft als der „Strom“ des Stromrichterschaltungsteils bezeichnet.

9.3.2 Einschaltzeit

Der Teil des Betriebszyklus, in dem der Strom im Hauptzweig (im zünd- und löschbaren Teil) des Stromrichters fließt.

9.3.3 Schonzeit, Freihaltezeit (IEV 551-05-38)

Die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt, in dem der Durchlaßstrom eines steuerbaren Halbleiterbauelementes zu Null wird, und dem Zeitpunkt, in dem dasselbe Halbleiterelement mit Vorwärts-Sperrspannung beansprucht wird.

Anmerkung: Die Schonzeit muß größer sein als die Freiwerdezeit des Halbleiterbauelementes. Beide sind abhängig von den Betriebsbedingungen des Stromrichters.

9.3.4 Ausschaltzeit

Der Teil des Betriebszyklusses in dem kein Strom im Hauptzweig des Stromrichters fließt.

9.3.5 Stromflußverhältnis (IEV 551-05-41)

Das Verhältnis von Einschaltzeit zur Summe von Einschaltzeit und Ausschaltzeit.

9.3.6 Kommutierung (IEV 551-05-01)

Der Übergang des Stromes von einem Zweig auf einen anderen, wobei beide Zweige den Strom gleichzeitig führen.

9.3.7 Direkte Kommutierung (IEV 551-05-07)

Eine Kommutierung zwischen zwei Hauptzweigen ohne Beteiligung von Hilfszweigen.

9.3.8 Indirekte Kommutierung (IEV 551-05-08)

Eine Reihe von Kommutierungen von einem Hauptzweig zu einem anderen oder zurück zu dem ursprünglichen