

	DIN EN 62751-1 (VDE 0553-751-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.200; Ersatz für DIN EN 62751-1 (VDE 0553-751-1):2015-08 Siehe Anwendungsbeginn Bestimmung der Leistungsverluste in Spannungszwischenkreis-Stromrichtern (VSC) für Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 62751-1:2014 + A1:2018); Deutsche Fassung EN 62751-1:2014 + A1:2018 Power losses in voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems – Part 1: General requirements (IEC 62751-1:2014 + A1:2018); German version EN 62751-1:2014 + A1:2018 Pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT) – Partie 1: Exigences générales (IEC 62751-1:2014 + A1:2018); Version allemande EN 62751-1:2014 + A1:2018 Gesamtumfang 35 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-10-01 angenommene Europäische Norm und die am 2018-05-25 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2018-12-01.

Für **DIN EN 62751-1 (VDE 0553-751-1):2015-08** besteht eine Übergangsfrist bis 2021-05-25.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62751-1/A1 (VDE 0553-751-1/A1):2016-11.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 331 „Leistungselektronik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Die Änderung A1 wurde eingearbeitet und mit einer senkrechten Linie und A1 am linken Textrand gekennzeichnet.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 62751-1 (VDE 0553-751-1):2015-08** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen wurden angepasst;
- b) redaktionelle Anpassungen;
- c) Ergänzung zweier Absätze in den Allgemeinen Bedingungen;
- d) **Bild A.1** angepasst durch Streichung der Gleichtakt-Sperrdrossel. Damit A.2.15 gestrichen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62751-1 (VDE 0553-751-1): 2015-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60633	IEC 60633	DIN EN 60633	–
EN 60747 (alle Teile)	IEC 60747 (alle Teile)	DIN EN 60747 (VDE 0884) (alle Teile)	VDE 0884
–	IEC 60747-1	–	–
–	IEC 60747-2	DIN IEC 60747-2	–
–	IEC 60747-9:2007	–	–
EN 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016	IEC 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016	DIN EN 61803:2017-04	–
–	IEC/TR 62543	DIN IEC/TR 62543 (VDE 0553-543)	VDE 0553-543
EN 62747:2014	IEC 62747:2014	DIN EN 62747:2015-03	–
EN 62751-2	IEC 62751-2	DIN EN 62751-2 (VDE 0553-751-2)	0553-751-2
–	ISO/IEC Guide 98-3	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60633, *Terminologie für Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ)*

DIN EN 60747 (alle Teile), *Einzel-Halbleiterbauelemente und integrierte Schaltungen*

DIN EN 61803:2017-04, *Bestimmung der Leistungsverluste in Hochspannungsgleichstrom (HGÜ)-Stromrichterstationen mit netzgeführten Stromrichtern (IEC 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016); Deutsche Fassung EN 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016*

DIN EN 62747:2015-03, *Terminologie für Spannungszwischenkreis-Stromrichter (VSC) für Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme*

DIN IEC 60747-2, *Halbleiterbauelemente – Einzel-Halbleiterbauelemente und Integrierte Schaltungen – Teil 2: Gleichrichtdioden*

DIN EN 62751-2 (VDE 0553-751-2), *Bestimmung der Leistungsverluste in Spannungszwischenkreis-Stromrichtern (VSC) für Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme – Teil 2: Modulare Mehrpunkt-Stromrichter*

DIN IEC/TR 62543 (VDE 0553-543), *Hochspannungsgleichstrom(HGÜ-)Energieübertragung mit selbstgeführten Stromrichtern (VSC)*

**Bestimmung der Leistungsverluste in Spannungszwischenkreis-Stromrichtern
(VSC) für Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 62751-1:2014 + A1:2018)**

Power losses in voltage sourced converter (VSC)
valves for high-voltage direct current (HVDC)
systems –
Part 1: General requirements
(IEC 62751-1:2014 + A1:2018)

Pertes de puissance dans les valves à
convertisseur de source de tension (VSC) des
systèmes en courant continu à haute tension
(CCHT) –
Partie 1: Exigences générales
(IEC 62751-1:2014 + A1:2018)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-10-01 und die A1 am 2018-05-25 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62751-1:2014 + A1:2018 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 22F/302/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62751-1, erarbeitet vom SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ des IEC/TC 22 „Power electronic systems and equipment“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als **EN 62751-1:2014** angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-10-01

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm **IEC 62751-1:2014** wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61803:1999 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61803:1999.

Europäisches Vorwort zur Änderung A1

Der Text des Dokuments 22F/439A/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62751-1:2014/A1, erarbeitet vom SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ des IEC/TC 22 „Power electronic systems and equipment“ wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62751-1:2014/A1:2018 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2019-02-25
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2021-05-25

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62751-1:2014/A1:2018 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61803:1999	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61803:1999 (nicht modifiziert).
IEC 61803:1999/A1:2010	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61803:1999/A1:2010 (nicht modifiziert).
IEC 61803:1999/A2:2016	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61803:1999/A2:2016 (nicht modifiziert).

Inhalt

Seite

Vorwort.....	2
Europäisches Vorwort zur Änderung A1	3
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Typen von Stromrichtern	7
3.2 Halbleiterbauelemente.....	7
3.3 Betriebszustände eines Stromrichters.....	8
3.4 Kennwerte von Bauelementen	9
3.5 Weitere Begriffe	9
4 Allgemeine Bedingungen.....	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Gründe für Leistungsverluste	11
4.3 Kategorien der Ventilverluste	12
4.4 Betriebsbedingungen.....	12
4.4.1 Allgemeines	12
4.4.2 Referenzumgebungsbedingungen	12
4.4.3 Referenzbedingungen für das Wechselstromnetz	12
4.4.4 Betriebszustände des Stromrichters	12
4.4.5 Behandlung der Redundanz.....	13
4.5 Anwendung der real gemessenen Daten	13
4.5.1 Allgemeines	13
4.5.2 Stückprüfung	13
4.5.3 Kennwertbestimmungsprüfung.....	14
5 Leitungsverluste	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 IGBT-Leitungsverluste.....	17
5.3 Dioden-Leitungsverluste.....	17
5.4 Weitere Leitungsverluste	17
6 Gleichspannungsabhängige Verluste.....	18
7 Verluste in Gleichstromkondensatoren	18
8 Schaltverluste	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 IGBT-Schaltverluste	19
8.3 Diodenschaltverluste	21
9 Weitere Verluste	22
9.1 Verluste des Beschaltungskreises	22
9.2 Leistungsaufnahme der Ventilelektronik	22

10	Ventil-Gesamtverluste je Stromrichterstation.....	23
Anhang A (informativ) Bestimmung der Leistungsverluste in anderen Einrichtungen von HGÜ-Stationen		
		25
A.1	Allgemeines.....	25
A.2	Leitfaden für die Berechnung der Verluste in jeder Einrichtung	25
A.2.1	Leistungsschalter	25
A.2.2	Einschaltwiderstand	25
A.2.3	Netzseitiges Oberschwingungsfilter	26
A.2.4	Netzseitiges Hochfrequenzfilter	26
A.2.5	Kuppeltransformator.....	26
A.2.6	Stromrichterseitiges Oberschwingungsfilter.....	27
A.2.7	Stromrichterseitiges Hochfrequenzfilter	27
A.2.8	Phasendrossel.....	27
A.2.9	VSC-Gruppe.....	27
A.2.10	VSC-Gleichstromkondensator.....	27
A.2.11	Gleichstrom-Oberschwingungsfilter	27
A.2.12	Dynamisches Bremssystem.....	28
A.2.13	Sternpunkt-Erdungsweig	28
A.2.14	Gleichstromdrossel	28
A.2.16	Gleichstromseitiges Hochfrequenzfilter	28
A.2.17	Gleichstromkabel oder -freileitung	28
A.3	Verluste an Hilfsbetrieben und Serviceausrüstungen der Station	29
	Literaturhinweise	30
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen		
		31
Bilder		
	Bild 1 – Durchlassspannung eines IGBT oder einer Diode.....	15
	Bild 2 – Schrittweise lineare Darstellung der IGBT- oder Dioden-Durchlassspannung	16
	Bild 3 – IGBT-Schaltenergie als Funktion des Kollektorstroms.....	20
	Bild 4 – Sperrerholungsenergie als Funktion des Stroms	21
	Bild A.1 – Mögliche Hauptbestandteile einer VSC-Station.....	26
Tabellen		
	Tabelle 1 – Matrix mit der Angabe der Beziehung zwischen den für die Berechnung von Verlusten benötigten Daten und dem Typ der Ventilverluste.....	24

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil von IEC 62751 beschreibt unabhängig von der Stromrichtertopologie die allgemeinen Grundsätze für die Berechnung der Leistungsverluste in den Stromrichterventilen eines Spannungszwischenkreis-Stromrichters (VSC) für Hochspannungsgleichstrom-Anwendungen^{N1}. Außerdem können die Abschnitte 6 und 8 sowie 9.1, 9.2 und A.2.12 dieser Norm für die Berechnung der Leistungsverluste von gegebenenfalls eingesetzten dynamischen Bremsventilen und als Leitfaden für die Berechnung der Leistungsverluste der Ventile für eine STATCOM-Anlage angewendet werden.

Die Leistungsverluste in anderen Teilen der Einrichtungen in der HGÜ-Station, ausgenommen Stromrichterventile, sind vom Anwendungsbereich dieser Norm ausgeschlossen. Die Leistungsverluste in den meisten Einrichtungen in einer VSC-Station können nach ähnlichen Verfahren berechnet werden, wie sie für HGÜ-Systeme mit netzgeführten Stromrichtern (LCC) (en: line-commutated converters (LCC)) in IEC 61803 beschrieben sind. In Anhang A werden die Hauptunterschiede zwischen LCC- und VSC-HGÜ-Stationen beschrieben, soweit sie das Verfahren für die Bestimmung der Leistungsverluste von weiteren Einrichtungen betreffen.

Diese Norm gilt nicht für Stromrichterventile von netzgeführten Stromrichtern in HGÜ-Systemen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60633, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission*

IEC 60747-2, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 2: Rectifier diodes*

IEC 60747-9, 2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 9: Insulated-gate bipolar transistors (IGBTs)*

IEC 62747, 2014, *Terminology for voltage-sourced converters (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) systems*

A1 | ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60633, IEC 62747, IEC 60747-2 und IEC 60747-9 sowie die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG 1 Zugehörige Begriffe können auch IEC TR 62543, IEC 62751-2 und anderen einschlägigen Teilen der Normenreihe IEC 60747 entnommen werden.

ANMERKUNG 2 In der gesamten Norm wird die Benennung „Bipolartransistor mit isolierter Steuerelektrode (IGBT)“ für ein Ausschalt-Halbleiterbauelement verwendet; diese Norm ist gleichermaßen anwendbar für weitere Bauarten von Ausschalt-Halbleiterbauelementen wie GTO, IGCT, ETO, IEGT usw.

^{N1} Nationale Fußnote: Die Abkürzung „HGÜ“ bedeutet streng genommen „Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung“.

3.1 Typen von Stromrichtern

3.1.1

Zweipunkt-Stromrichter

Stromrichter, bei dem die Spannung zwischen den Wechselstromklemmen der VSC-Gruppe und dem Mittelpunkt der VSC-Gruppe zwischen zwei diskreten Gleichspannungspegeln geschaltet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Mittelpunkt der VSC-Gruppe wird in 3.5.9 definiert.

3.1.2

Mehrpunkt-Stromrichter

Stromrichter, bei dem die Spannung zwischen den Wechselstromklemmen der VSC-Gruppe und dem Mittelpunkt der VSC-Gruppe (en: Voltage sourced converter (VCS)) zwischen mehr als drei diskreten Gleichspannungspegeln geschaltet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Mittelpunkt der VSC-Gruppe wird in 3.5.9 definiert.

3.1.3

modularer Mehrpunkt-Stromrichter

MMC

(en: modular multi-level converter (MMC))

Mehrpunkt-Stromrichter, in dem jedes VSC-Ventil aus einer Anzahl von MMC-Bausteinen in Reihenschaltung besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „MMC-Baustein“ wird in 3.5.4 definiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

3.1.4

kaskadierter Zweipunkt-Stromrichter

CTLC^{N2}

(en: cascaded two-level converter (CTL))

modularer Mehrpunkt-Stromrichter, in dem jede Schalterstufe aus der Reihenschaltung von mehr als einem IGBT-Dioden-Paar besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „IGBT-Dioden-Paar“ wird in 3.2.4 definiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

3.2 Halbleiterbauelemente

3.2.1

abschaltbares Halbleiterbauelement

steuerbares Halbleiterbauelement, welches von einem Steuersignal ein- und ausgeschaltet werden kann, z. B. ein IGBT

3.2.2

Bipolartransistor mit isolierter Steuerelektrode

IGBT

(en: insulated gate bipolar transistor (IGBT))

abschaltbares Halbleiterbauelement mit drei Anschlüssen: ein Gate-Anschluss (G) und die beiden Lastanschlüsse Emmitter (E) und Kollektor (C)

Anmerkung 1 zum Begriff: Durch Anlegen einer entsprechenden Spannung zwischen Steueranschluss und Emmitter kann der Strom einer Richtung gesteuert, d. h. ein- und ausgeschaltet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

^{N2} Nationale Fußnote: Korrekte deutsche Kurzform: CTLC (en: cascaded two-level converter).

3.2.3

Freilaufdiode

FWD

(en: free-wheeling diode (FWD))

Halbleiterbauelement mit Diodenkennlinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Freilaufdiode besitzt zwei Anschlüsse: eine Anode (A) und eine Kathode (K). Der Strom durch FWDs fließt in entgegengesetzter Richtung zum IGBT-Strom. FWDs sind durch die Fähigkeit gekennzeichnet, dass sie große Stromabfallgeschwindigkeiten verarbeiten können, die durch das Schaltverhalten des IGBT verursacht werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

3.2.4

IGBT-Dioden-Paar

Anordnung eines IGBT und einer Freilaufdiode in Antiparallelschaltung

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein IGBT-Dioden-Paar ist in der Regel in einem gemeinsamen Gehäuse enthalten; dies kann jedoch einzelne IGBTs und/oder Diodenbaugruppen in Parallelschaltung einschließen.

3.3 Betriebszustände eines Stromrichters

3.3.1

Bereitschaftszustand

Bedingung, in der die VSC-Station eingeschaltet ist, aber die IGBTs gesperrt sind, wobei alle Betriebslasten der Station und Hilfseinrichtungen angeschlossen sind

3.3.2

Leerlaufzustand

Bedingung, in der die VSC-Station eingeschaltet ist und die IGBTs entsperrt sind, aber am gemeinsamen Verbindungspunkt zum Wechselstromnetz keine Wirk- oder Blindlast vorhanden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Leerlauf- und der Bereitschafts-Zustand sind ähnlich, aber aus dem Bereitschaftszustand heraus können einige Sekunden bis zur Übertragung des Stroms notwendig sein, während aus dem Leerlaufzustand die Übertragung des Stroms nahezu unmittelbar (weniger als 3 betriebsfrequente Perioden) begonnen werden kann.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Leerlaufzustand kann der Stromrichter die Gleichspannung aktiv steuern, im Gegensatz zum Bereitschaftszustand, in dem das Verhalten des Stromrichters im Wesentlichen „passiv“ ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Bereitschaftszustand sind die Verluste im Allgemeinen etwas niedriger als im Leerlaufzustand, und deshalb ist dieser Betriebszustand zu bevorzugen, sofern die Anordnung des VSC-Systems dies zulässt.

3.3.3

Betriebszustand

Bedingung, bei der die HGÜ-Station eingeschaltet ist und die Stromrichter entsperrt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Anders als ein netzgeführter Stromrichter kann ein VSC ohne Wirk-/Blindlast arbeiten.

3.3.4

Bereitschaftsverluste

Leistungsverluste im VSC-Ventil im Bereitschaftszustand

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einigen Stromrichterausführungen kann es notwendig sein, gelegentliche Schaltvorgänge zum Spannungsausgleich zwischen den verschiedenen Teilen des Stromrichters auszuführen. In derartigen Stromrichtern muss die Schaltheufigkeit dieser Betriebsart bei der Berechnung der Bereitschaftsverluste berücksichtigt werden.