

DIN EN 61803



ICS 29.200

Ersatz für
DIN EN 61803:2011-09
Siehe Anwendungsbeginn

**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**

Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations
with line commutated converters
(IEC 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016);
German version EN 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016

Détermination des pertes en puissance dans les postes de conversion en courant continu
à haute tension (CCHT) munis de convertisseurs commutés par le réseau
(IEC 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016);
Version allemande EN 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016

Gesamtumfang 40 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 1999-04-01 angenommene Europäische Norm und die am 2010-12-01 angenommene Änderung A1 und die am 2016-06-29 angenommene Änderung A2 als DIN-Norm ist 2017-04-01.

Für DIN EN 61803:2011-09 besteht eine Übergangsfrist bis 2019-10-14.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61803/A2:2015-02.

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.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61803:2011-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Europäisches Vorwort zu A2 wurde eingefügt sowie die Anerkennungsnotiz.
- b) 3. Begriffe wurden angepasst.
- c) 3.1.7 Anmerkung wurde gestrichen.
- d) 4.3 Betriebsparameter wurde angepasst.
- e) 5.1.7 Abschaltverluste je Ventil wurde in der Beschreibung angepasst und um Anmerkung 2 ergänzt.
- f) 5.2.2 Leerlaufverluste wurde um die Information zur Stellung des Transformator-Stufenschalters ergänzt.
- g) Anhang D wurde neu aufgenommen.
- h) Die Deutsche Fassung wurde im Abschnitt 2 an die aktuellen Standardsätze angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61803: 2000-07, 2011-09

**Bestimmung der Leistungsverluste in Hochspannungsgleichstrom (HGÜ)-
Stromrichterstationen mit netzgeführten Stromrichtern**
(IEC 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016)

Determination of power losses in high-voltage
direct current (HVDC) converter stations with line
commutated converters
(IEC 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016)

Détermination des pertes en puissance dans les
postes de conversion en courant continu à
haute tension (CCHT) munis de convertisseurs
commutés par le réseau
(IEC 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1999-04-01, die A1 am 2010-12-01 und die A2 am 2016-06-29 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, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61803:1999 + A1:2010 + A2:2016 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 22F/51/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61803, ausgearbeitet von dem SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ des IEC/TC 22 „Power electronics“ wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1. April 1999 als EN 61803 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): 2000-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2002-04-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und ZA normativ und die Anhänge B und C informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61803:1999 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 22F/214/CDV, zukünftige Änderung 1 zu IEC 61803:1999, ausgearbeitet von dem SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ des IEC TC 22 „Power electronic systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2010-12-01 als Änderung A1 zu EN 61803:1999 angenommen.

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

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): 2011-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-12-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2010 zur Internationalen Norm IEC 61803:1999 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 61378-2:2001 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61378-2:2001 (nicht modifiziert).

Europäisches Vorwort zu A2

Der Text des Dokuments 22F/374/CDV, zukünftige IEC 61803:1999/A2, 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 61803:1999/A2:2016 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): 2017-04-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-10-14

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61803:1999/A2:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Vorwort zu A1	3
Europäisches Vorwort zu A2	4
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Symbole	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Buchstabensymbole	8
4 Allgemeines	9
4.1 Einleitung.....	9
4.2 Umgebungsbedingungen	10
4.2.1 Referenz-Normalaußentemperatur	10
4.2.2 Referenz-Normaltemperatur des Kühlmittels	10
4.2.3 Referenz-Normalluftdruck	10
4.3 Betriebsparameter.....	10
5 Bestimmung der Geräteverluste	11
5.1 Verluste der Thyristorventile	11
5.1.1 Thyristordurchlassverluste je Ventil	12
5.1.2 Thyristorstromausbreitungsverluste je Ventil	12
5.1.3 Weitere Stromleitungsverluste je Ventil	13
5.1.4 Gleichspannungsabhängige Verluste je Ventil	13
5.1.5 Dämpfungsverluste je Ventil (widerstandsabhängiger Anteil)	14
5.1.6 Dämpfungsverluste je Ventil (Anteil durch Änderung der Kondensatorenergie)	15
5.1.7 Abschaltverluste je Ventil	15
5.1.8 Drosselverluste je Ventil.....	16
5.1.9 Gesamtverluste des Ventils	17
5.1.10 Temperatureinflüsse	17
5.1.11 Leerlaufverluste je Ventil.....	17
5.2 Verluste des Stromrichtertransformators	18
5.2.1 Allgemeines.....	18
5.2.2 Leerlaufverluste.....	18
5.2.3 Betriebsverluste	18
5.2.4 Leistungsverluste durch Hilfsbetriebe	19
5.3 Verluste durch Wechselstromfilter	19
5.3.1 Allgemeines.....	19
5.3.2 Kondensatorverluste in Wechselstromfiltern.....	20
5.3.3 Drosselverluste in Wechselstromfiltern.....	20

	Seite
5.3.4 Widerstandsverluste in Wechselstromfiltern	20
5.3.5 Gesamtverluste durch Wechselstromfilter	21
5.4 Verluste durch Kompensationskondensatorbatterien	21
5.5 Verluste durch Kompensationsdrosseln.....	21
5.6 Verluste der Gleichstromglättungsdrossel.....	21
5.7 Verluste durch Gleichstromfilter	22
5.7.1 Allgemeines	22
5.7.2 Verluste durch Gleichstromfilterkondensatoren	22
5.7.3 Verluste durch Gleichstromfilterdrosseln	23
5.7.4 Verluste durch Gleichstromfilterwiderstände.....	23
5.7.5 Gesamtverluste des Gleichstromfilters	24
5.8 Verluste durch Stationshilfsbetriebe	24
5.9 Verluste von Reihenfiltern	24
5.10 Weitere Verluste	25
Anhang A (normativ) Berechnung der Oberschwingungsströme und -spannungen.....	31
A.1 Oberschwingungsströme in Stromrichtertransformatoren.....	31
A.2 Oberschwingungsströme in den Wechselstromfiltern	31
A.3 Oberschwingungsspannungen auf der Gleichstromseite.....	32
A.4 Gleichstromseitige Oberschwingungsströme in der Glättungsdrossel.....	32
Anhang B (informativ) Typische Stationsverluste.....	33
Anhang D (informativ) Bewertung von HGÜ-Stationsverlusten – Eine Erläuterung.....	34
Anhang C (informativ) Literaturhinweise	37
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	38
Bilder	
Bild 1 – Typische HGÜ-Geräte für einen Pol (Hilfsbetriebe nicht dargestellt).....	26
Bild 2 – Vereinfachtes Dreiphasenschaltbild eines 12-pulsigen HGÜ-Stromrichters	27
Bild 3 – Vereinfachtes Ersatzschaltbild eines typischen Thyristorventils	27
Bild 4 – Kurvenverläufe von Strom und Spannung an einem Ventil im 12-pulsigen Stromrichter (Kommutierungsüberschwingen nicht dargestellt)	28
Bild 5 – Thyristor-Durchlasskennlinie	29
Bild 6 – Leitungsstrom und entsprechender Spannungsabfall	29
Bild 7 – Aufteilung der Kommutierungsimpedanz zwischen L_1 und L_2	30
Bild 8 – Thyristorstrom während der Sperrerrholzeit	30
Tabellen	
Tabelle D.1 – Bedingungen für die Berechnung von Verlusten im Fall D	36

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Norm gilt für alle netzkommutierten Hochspannungsgleichstrom-(HGÜ)-Stromrichterstationen, die für den Leistungsaustausch in Netzen von Energieversorgungsunternehmen verwendet werden. Die Norm setzt die Anwendung von 12-pulsigen Thyristorstromrichtern voraus, kann aber auch bei besonderer Beachtung von abweichenden Bedingungen für 6-pulsige Thyristorstromrichter verwendet werden.

In einigen Anwendungsfällen können Synchron- oder statische Blindleistungskompensatoren an die Wechselstromsammelschiene der HGÜ-Stromrichterstation angeschlossen sein. Die Verfahren zur Bestimmung der Verluste solcher Einrichtungen sind in der vorliegenden Norm nicht enthalten.

Das vorliegende Schriftstück stellt eine Reihe von genormten Verfahren zur Bestimmung der Gesamtverluste von HGÜ-Stromrichterstationen vor. Typische HGÜ-Geräte sind im Bild 1 dargestellt. Die Verfahren schließen alle Teile, außer den vorstehend genannten, ein und behandeln Leerlauf- und Betriebsverluste in Verbindung mit ihren Berechnungsverfahren, die, wo immer möglich, gemessene Parameter verwenden.

Bauarten von Stromrichterstationen, die gegenüber der in der vorliegenden Norm zugrunde gelegten typischen Bauart neuartige Bauelemente oder Schaltungsanordnungen enthalten, oder mit unüblichen, die Verluste beeinflussenden Hilfsschaltungen ausgerüstete Bauarten müssen nach ihren eigenen Eigenschaften bewertet werden.

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 60076-1, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-6, *Power transformers – Part 6: Reactors*

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

IEC 60700-1, *Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 1: Electrical testing*

IEC 60747-6, *Semiconductor devices – Part 6: Thyristors*

IEC 60871-1, *Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V – Part 1: General*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe

3.1.1

Verluste durch Hilfsbetriebe

zur Speisung von Hilfsbetrieben der Stromrichterstation erforderliche elektrische Leistung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verluste durch Hilfsbetriebe sind abhängig von der Anzahl verwendeter Stromrichtereinheiten und davon, ob die Station im Leerlauf betrieben oder belastet wird; im Lastfall sind die Verluste durch Hilfsbetriebe von der Höhe der Belastung abhängig.

3.1.2

Geräte-Leerlaufverluste

in einem Gerät verursachte Verluste, wobei die Stromrichterstation bei blockierten Stromrichtern zugeschaltet ist und alle Gebrauchslasten der Station und Hilfsbetriebe für die sofortige Lastaufnahme mit der kleinsten Bemessungslast angeschlossen sind

3.1.3

Betriebspunkt

dieser Begriff legt den Gleichstrom, die Gleichspannung, den Zündwinkel, die Wechselspannung und die Stellung des Stufenschalters des Stromrichtertransformators fest, bei denen die Stromrichterstation betrieben wird.

3.1.4

Geräte-Betriebsverluste

von einem Gerät bei einem vorgegebenen Betriebspunkt verursachte Verluste bei eingeschalteter Stromrichterstation und mit Stromrichtern in Betrieb

3.1.5

Bemessungslast

auf den Betrieb bei Nennwerten von Gleichstrom, Gleichspannung, Wechselstrom und Zündwinkel des Stromrichters bezogene Last

Anmerkung 1 zum Begriff: Vom Wechselstromnetz wird angenommen, dass es die Nennfrequenz aufweist und die Spannungen der drei Phasen den Nennwert besitzen sowie symmetrisch sind. Die Stellung des Stufenschalters des Stromrichtertransformators und die Anzahl der angeschlossenen Wechselstromfilter und Blindleistungskompensationselemente müssen mit dem Betrieb bei Bemessungslast übereinstimmen, welcher Nennbedingungen entspricht.

3.1.8^{N1)}

Gesamt-Leerlaufverluste der Station

Summe aller Geräte-Leerlaufverluste (3.1.2) und der entsprechenden Verluste durch Hilfsbetriebe (3.1.1)

3.1.6

Gesamt-Betriebsverluste der Station

Summe aller Geräte-Betriebsverluste (3.1.4) und der entsprechenden Verluste durch Hilfsbetriebe (3.1.1) bei einer bestimmten Höhe der Belastung

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist bekannt, dass einige Käufer die „Gesamt-Leerlaufverluste der Station“ (Begriff 3.1.8) und die gesamten Lastverluste der Station anstelle der „Gesamt-Betriebsverluste der Station“ (Begriff 3.1.6) einzeln bewerten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die „Betriebsverluste“ minus der „Leerlaufverluste“ dürfen als quantitativ gleichwertig zu den „Lastverlusten“ wie in der Praxis herkömmlicher Wechselstromstationen betrachtet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ein erklärendes Beispiel für die Ableitung der „Lastverluste“, der „Ersatz-Lastverluste“ und der entsprechenden „Lastbewertung“ wird in Anhang D gegeben.

3.1.7

Lasten der erforderlichen Stationshilfsbetriebe

Lasten, deren Ausfall die Leistungsübertragungsfähigkeit der HGÜ-Station beeinflusst (z. B. Ventilkühlung), sowie die Lasten, die bei einem vollständigen Ausfall der Wechselstromversorgung in Betrieb bleiben müssen (z. B. Batterieladegeräte, Antriebe)

3.2 Buchstabensymbole

α („Steuer/Zünd)-Winkel in Radiant (rad)

μ Überlappungswinkel (Kommutierungswinkel), in rad

^{N1)} Nationale Fußnote: Nach IEC 61803:1999/AMD2:2016 wird Punkt 3.1.8 zwischen den Punkten 3.1.5 und 3.1.6 geführt.

	f	Frequenz des Wechselstromnetzes, in Hz
A1	I_d	Gleichstrom, in A
	I_n	Effektivwert des Oberschwingungsstromes der Ordnung n , in A
	L_1	auf die Ventilwicklung bezogene Induktivität, in H, zwischen der Kommutierungsspannungsquelle und dem Punkt der gemeinsamen Kopplung zwischen im Stern und Dreieck geschalteten Wicklungen. L_1 muss alle äußeren Induktivitäten zwischen den Netzwicklungsanschlüssen des Transformators und dem Anschlusspunkt des Wechselstromoberschwingungsfilters enthalten.
	L_2	auf die Ventilwicklung bezogene Induktivität, in H, zwischen dem Punkt der gemeinsamen Kopplung zwischen im Stern und Dreieck geschalteten Wicklungen und dem Ventil. L_2 muss die gesättigte Induktivität der Ventildrosseln enthalten.
	m	elektromagnetischer Kommutierungseinbruch-Kopplungsfaktor $m = \frac{L_1}{L_1 + L_2}$
	n	Ordnungszahl der Oberschwingung
	N_t	Anzahl der in Reihe geschalteten Thyristoren je Ventil
	P	Leistungsverlust eines Betriebsmittels der Einrichtung, in W
	Q_n	Qualitätsfaktor (Q -Faktor) bei der Oberschwingungszahl n
A1	R	Widerstandswert, in Ω
	U_d	Gleichspannung, in V
	U_n	Effektivwert der Oberschwingungsspannung n -ter Ordnung, in V
A1	U_{v0}	Effektivwert der ventileitigen Leerlaufspannung zwischen den Wechselstromanschlüssen des Stromrichtertransformators ohne Oberschwingungen, in V
	X_n	induktiver Blindwiderstand bei der Oberschwingung n -ter Ordnung, in Ω

4 Allgemeines

4.1 Einleitung

Lieferanten müssen im Detail wissen, wie und wo Verluste entstehen, da diese die Bemessungswerte der Bauelemente und Geräte beeinflussen. Käufer sind an einer nachweisbaren Verlustgröße interessiert, die einen unvoreingenommenen Angebotsvergleich zulässt, und an einem Verfahren, mit dem nach der Lieferung die vom Lieferanten garantierten Anforderungen an das Betriebsverhalten objektiv bewertet werden können.

Als allgemeines Prinzip wäre es wünschenswert, den Wirkungsgrad einer HGÜ-Stromrichterstation durch direkte Messung ihrer Leistungsverluste zu bestimmen. Versuche, die Stationsverluste durch Subtraktion der gemessenen Ausgangsleistung von der gemessenen Eingangsleistung zu bestimmen, lassen jedoch erkennen, dass solche Messungen mit einer systemimmanenten Ungenauigkeit behaftet sind, besonders wenn sie bei Hochspannung durchgeführt werden. Die Verluste einer HGÜ-Stromrichterstation sind bei voller Last im Allgemeinen kleiner als 1 % der übertragenen Leistung. Daher ergeben die Verluste, die als kleine Differenz zweier großer Werte gemessen werden, wahrscheinlich keine ausreichend genaue Aussage zu den wirklichen Verlusten.

Es kann unter besonderen Umständen möglich sein, eine zeitweilige Prüfschaltung einzurichten, bei der zwei Stromrichter aus derselben Wechselstromquelle betrieben werden und in der auch ihre Gleichstromanschlüsse miteinander verbunden sind. In dieser Schaltung ist die Leistung, die aus der Wechselspannungsquelle aufgenommen wird, gleich den Verlusten. Die Wechselspannungsquelle muss jedoch auch die Blindleistungsstützung und die Kommutierungsspannung an die beiden Stromrichter liefern. Auch hier gibt es wieder praktische Schwierigkeiten bei der Messung.

Um die vorstehend beschriebenen Probleme zu vermeiden, normt das vorliegende Schriftstück ein Verfahren zur Berechnung der Verluste der HGÜ-Stromrichterstation durch Summierung der Verluste, die für jedes Gerät berechnet wurden. Das genormte Berechnungsverfahren hilft dem Käufer, die vorliegenden Angebote sinnvoll zu vergleichen. Es lässt außerdem eine einfache Erstellung von Kennlinien des Betriebsverhaltens für den breiten Bereich der Betriebsbedingungen zu, in dem das Betriebsverhalten bekannt sein muss. Da ein kostengünstiges experimentelles Verfahren, das für eine objektive Bewertung der Verluste während der Typprüfungen verwendet werden kann, nicht vorliegt, ist das Berechnungsverfahren die nächstbeste Alternative, da sie, wo immer möglich, experimentelle Werte verwendet, die aus Messungen an einzelnen Einrichtungen oder Bauelementen unter Bedingungen erhalten wurden, die den im tatsächlichen Betrieb auftretenden äquivalent sind.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Leistungsverluste jedes Gerätes sowohl von den Umgebungsbedingungen abhängen, unter denen es betrieben wird, als auch von den Betriebsbedingungen oder den Lastspielen, denen es unterworfen ist. Die Umgebungs- und Betriebsbedingungen müssen daher für jedes Gerät auf der Grundlage der Umgebungs- und Betriebsbedingungen der vollständigen HGÜ-Stromrichterstation festgelegt werden.

4.2 Umgebungsbedingungen

Für die Bestimmung der Leistungsverluste in HGÜ-Stromrichterstationen müssen eine Reihe von genormten Referenz-Umgebungsbedingungen verwendet werden.

4.2.1 Referenz-Normalaußentemperatur

A1

Als Referenz-Normaltemperatur für die Bestimmung der Gesamtverluste der Stromrichterstation muss eine Trockenthermometer-Temperatur der äußeren Umgebung von 20 °C verwendet werden. Die entsprechende Temperatur am Verdunstungsthermometer muss (wo erforderlich) vom Anwender festgelegt werden. Die entsprechende Temperatur der Ventilhalle wird vom Lieferanten festgelegt.

A1

ANMERKUNG Wenn nicht festgelegt, wird eine Feuchtlufttemperatur von 14 °C empfohlen, was näherungsweise einer Trockenlufttemperatur von 20 °C bei 50 % relativer Luftfeuchte entspricht.

4.2.2 Referenz-Normaltemperatur des Kühlmittels

Wo für Geräte Zwangskühlung verwendet wird, kann die Durchflussgeschwindigkeit und Temperatur des Kühlmittels die Erwärmung und die damit verbundenen Verluste dieser Geräte beeinflussen. Die vom Anwender und Lieferanten vereinbarten Temperaturen und Durchflussgeschwindigkeiten des Kühlmittels müssen deshalb bei der Bestimmung der Verluste verwendet werden.

4.2.3 Referenz-Normalluftdruck

Bei der Bewertung der Gesamtverluste der Stromrichterstation muss als Referenz-Luftdruck der auf die Aufstellungshöhe der in Frage kommenden Anlage korrigierte Normalluftdruck (101,3 kPa) verwendet werden.

4.3 Betriebsparameter

Die Verluste einer HGÜ-Stromrichterstation sind von ihren Betriebsparametern abhängig.

A2

Die Verluste von HGÜ-Stromrichterstationen werden in zwei Kategorien eingeteilt, die als Betriebsverluste (3.1.4 und 3.1.6) und Leerlaufverluste (3.1.2 und 3.1.8) bezeichnet werden.

Die Betriebsverluste und die Verluste durch Hilfsbetriebe werden vom Betriebspunkt beeinflusst, weil die Anzahl bestimmter Arten von eingeschalteten Geräten (beispielsweise Oberschwingungsfilter und Kühleinrichtungen) vom Betriebspunkt abhängen können und weil sich die Verluste einzelner Geräte selbst mit dem Betriebspunkt ändern.