

	<div>DIN IEC 60034-2-3 (VDE 0530-2-3)</div>	<div>DIN</div>
	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.	<div>VDE</div>

ICS 29.160.01

Einsprüche bis 2010-01-31

Entwurf

**Drehende Elektrische Maschinen –
Teil 2-3: Besondere Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades von umrichter gespeisten Wechselstrommaschinen
(IEC 2/1570/CD:2009)**

Rotating electrical machines –
Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors
(IEC 2/1570/CD:2009)

Machines électriques tournantes –
Partie 2-3: Méthodes spécifiques pour la détermination des pertes et du rendement des machines à courant alternatif alimentées par convertisseurs de tension
(CEI 2/1570/CD:2009)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-11-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 26 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Verluste	6
4 Messeinrichtungen	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Eingangsseite des Umrichters	7
4.3 Eingangsseite des Motors	7
4.4 Mechanische Ausgangsgrößen des Motors	7
5 Bevorzugte Prüfverfahren	8
6 Prüfverfahren	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Messung der aufgenommenen und abgegebenen Leistung	10
6.3 Kalorimetrisches Verfahren	12
6.4 Bestimmung der Einzelverluste	12
Literaturhinweise	14
 Bild 1 – Kurven konstanten Wirkungsgrades	 10
Bild 2 – Messung der aufgenommenen und abgegebenen Leistung: Prüfaufbau und Instrumentierung	11
 Tabelle 1 – Bevorzugte Verfahren für umrichter gespeiste Wechselstrommotoren	 8
Tabelle 2 – Bezugspunkt	8
Tabelle 3A – Zusätzliche standardisierte Prüfpunkte bei quadratischem Gegenmoment	9
Tabelle 3B – Zusätzliche standardisierte Prüfpunkte bei konstantem Gegenmoment	9
Tabelle 4 – Alternative Prüfpunkte nach Bild 1	9

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 2/1570/CD:2009 „Rotating electrical machines – Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 2 „Rotating machinery“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 311 „Drehende elektrische Maschinen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC/TS 60034-17	DIN VDE 0530-17 (VDE 0530-17)	VDE 0530-17
CLC/TS 60034-25	IEC/TS 60034-25	DIN VDE 0530-25 (VDE 0530-25)	VDE 0530-25
EN 60034-1	IEC 60034-1	DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1)	VDE 0530-1
–	–	DIN EN 60034-1 Ber 1 (VDE 0530-1 Ber 1)	VDE 0530-1 Ber 1
EN 60034-2-1	IEC 60034-2-1	DIN EN 60034-2-1 (VDE 0530-2-1)	VDE 0530-2-1
EN 61800-2	IEC 61800-2	DIN EN 61800-2 (VDE 0160-102)	VDE 0160-102

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten*

DIN EN 60034-1 Berichtigung 1 (VDE 0530-1 Berichtigung 1), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten*

DIN EN 60034-2-1 (VDE 0530-2-1), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 2-1: Standardverfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades aus Prüfungen (ausgenommen Maschinen für Schienen- und Straßenfahrzeuge)*

DIN EN 61800-2 (VDE 0160-102), *Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 2: Allgemeine Anforderungen; Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Wechselstrom-Antriebssystemen mit einstellbarer Frequenz*

DIN VDE 0530-17 (VDE 0530-17), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 17: Umrichter gespeiste Induktionsmotoren mit Käfigläufer – Anwendungsleitfaden*

DIN VDE 0530-25 (VDE 0530-25), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 25: Leitfaden für den Entwurf und das Betriebsverhalten von Drehstrommotoren, die speziell für Umrichterbetrieb bemessen sind*

Einleitung

Ziel dieser Norm ist es, besondere Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades umrichter gespeister Wechselstrommotoren anzugeben, welche die Verfahren für Betrieb mit sinusförmiger Speisung ergänzen.

Im Allgemeinen sind die Motorverluste bei Umrichterspeisung höher als bei Betrieb mit Sinusspeisung. Die zusätzlichen Verluste hängen vom harmonischen Spektrum der eingprägten KlemmengröÙe (entweder Strom oder Spannung) des Umrichters ab. Ihre Höhe wird durch die Schaltung und Regelung des Umrichters beeinflusst. Daher kann nicht ein einfaches, allgemeingültiges Verfahren zur Bestimmung dieser Zusatzverluste angegeben werden.

Zusätzlich sind auch die Umrichter, trotz ihres bekanntermaßen hohen Wirkungsgrades, nicht ohne Verluste. Hauptsächlich ändern sich ihre Verluste mit der Betriebsfrequenz, dem Leistungsfaktor und der Schaltfrequenz. Diese Verluste sollten daher in jede Betrachtung des Systemwirkungsgrades einbezogen werden.

Diese Norm zielt auf die Bestimmung des Wirkungsgrades von umrichter gespeisten Motoren, kann aber ebenfalls zur Bestimmung des Wirkungsgrades des Umrichters oder des gesamten Antriebssystems verwendet werden.

Die Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades sollte bevorzugt mit Verfahren erfolgen, bei denen der Motor zusammen mit dem Umrichter betrieben wird, mit dem er auch später zum Einsatz kommt.

Die Verfahren in dieser Norm sind primär für Käfigläufermotoren mit Frequenzumrichterspeisung gedacht. Die Anwendung auf andere Wechselstrommotoren und -umrichter und auf Gleichstrommotoren und -umrichter ist jedoch nicht ausgeschlossen. Die Verfahren behandeln hauptsächlich Umrichter mit spannungs- (VSI) oder stromeinprägendem (CSI) Zwischenkreis. Die Anwendung auf andere Umrichter, zum Beispiel Direktumrichter, ist jedoch nicht ausgeschlossen.

Bei der Bestimmung des Wirkungsgrades ist es wünschenswert, diesen mit einer bekannten Kombination von Motor und Umrichter zu messen und anzugeben. Wenn dies nicht möglich ist, liegt die Bestimmung des Umrichterwirkungsgrades in der Verantwortung des Umrichterherstellers und die Bestimmung des Wirkungsgrades des umrichter gespeisten Motors in der Verantwortung des Motorherstellers.

ANMERKUNG Andere Bezeichnungen sind U-Umrichter für VSI und I-Umrichter für CSI.

Drehende Elektrische Maschinen – Teil 2-3: Besondere Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades von umrichter gespeisten Wechselstrommaschinen

1 Anwendungsbereich

Diese Norm definiert besondere Prüfverfahren zur Bestimmung der Verluste und der Wirkungsgrade von umrichter gespeisten Motoren im Anwendungsbereich von IEC 60034-1.

ANMERKUNG Diese Verfahren sind auch für Umrichter und Antriebssysteme anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 60034-1: *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-2-1: *Rotating electrical machines – Part 2-1: Methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)*

IEC 60034-2-2: *Rotating electrical machines – Part 2-2: Specific test methods for determining losses and efficiency*

3 Begriffe

Für die Zwecke dieses Schriftstücks gelten die Begriffe und Definitionen nach IEC 60034-1 und IEC 60034-2-1, sowie die folgenden:

3.1 Verluste

3.1.1

Motorverluste

bei Betrieb am Umrichter setzen sich die Motorverluste aus der Kombination der durch die Grundfrequenz hervorgerufenen Verluste und den Verlusten zusammen, welche durch die umrichterbedingten Oberschwingungen erzeugt werden

3.1.1.1

Grundschwingungsverluste

die Grundschwingungsverluste des Motors lassen sich in fünf (5) verschiedene Komponenten aufteilen: Eisenverluste, Reibungs- und Ventilationsverluste (variieren mit der Motordrehzahl), Läuferwicklungsverluste, Ständerwicklungsverluste und lastabhängige Zusatzverluste (beide variieren mit dem Motorstrom)

3.1.1.2

Oberschwingungsverluste

Oberschwingungsverluste entstehen im Motor durch die nichtsinusförmigen Spannungs- und Stromverläufe, welche durch den Umrichter hervorgerufen werden. Diese erhöhen die Grundschwingungsverluste im Eisen, in der Läuferwicklung, in der Ständerwicklung und die lastabhängigen Zusatzverluste

3.2

Formelzeichen und Abkürzungen

für die Zwecke dieses Schriftstücks gelten die in IEC 60034-2-1 angegebenen Formelzeichen, sowie die folgenden:

f_1 Grundfrequenz, Hz;

f_{1m} maximale Bemessungsfrequenz, Hz;

- f_p Pulsfrequenz, Hz;
 f_{pm} Maximale Pulsfrequenz (Schaltfrequenz), Hz;
 f_r Frequenzbereich der Messgeräte, Hz;
 ν Ordnungszahl der Oberschwingung, bezogen auf die Grundfrequenz;
 μ Ordnungszahl der Oberschwingung, bezogen auf die Pulsfrequenz.

4 Messeinrichtungen

4.1 Allgemeines

Zur Berücksichtigung der Oberschwingungen, die bei der Umrichterspeisung von Wechselstrommotoren auftreten, und ihres Beitrags zu den Motorverlusten müssen die Messeinrichtungen entsprechend des Bereiches der auftretenden relevanten Frequenzen mit ausreichender Genauigkeit gewählt werden.

Das Folgende gilt für mechanische Messungen und für den Frequenzbereich der elektrischen Messeinrichtungen, einschließlich der Messwandler, Messumformer und Messwiderstände.

4.2 Eingangsseite des Umrichters

Für Messungen auf der Eingangsseite des Umrichters sollten die Messeinrichtungen, einschließlich Spannungs- und Stromwandler (falls verwendet), den Anforderungen nach IEC 60034-2-1 für 50 oder 60 Hz genügen und sollten mindestens den Frequenzbereich bis 3 kHz abdecken.

Die Spannungs- und Stromkurvenformen auf der Eingangsseite eines PWM-Umrichters, spannungs- (VSI) oder stromeinprägend (CSI), enthalten Harmonische der Grundfrequenz (50 oder 60 Hz) des Netzes. Beispielsweise enthält das Stromoberschwingungsspektrum einer PWM-Anordnung mit einem eingangsseitigen Diodengleichrichter typischerweise die Grundfrequenz und hauptsächlich Oberschwingungen der Ordnungszahlen 5, 7, 11, 13, 17 und 19.

4.3 Eingangsseite des Motors

Die Messeinrichtungen sollten den Anforderungen entsprechend IEC 60034-2-1 für 50 oder 60 Hz Grundfrequenz genügen und sollten bis zu einer minimalen Frequenz von 5 Hz und bis zu einer maximalen Frequenz (f_i) wie folgt spezifiziert sein:

$f_r = 10 f_{1m}$ für eine sechspulsige Ausgangsgröße;

$f_r = 6 f_{pm}$ für eine PWM-Umrichter Ausgangsgröße, mit einem Maximum von 100 kHz;

dabei ist

f_{1m} die maximale Bemessungsfrequenz;

f_{pm} die maximale Pulsfrequenz (Schaltfrequenz).

Nur ein Leistungsmessgerät darf pro Phase verwendet werden.

ANMERKUNG Bei hohen Pulsfrequenzen sollte die Zwei-Leistungsmesser-Methode (Aron-Schaltung) nicht verwendet werden, da aufgrund kapazitiver Ströme die Summe der Eingangsströme von Null verschieden sein kann.

4.4 Mechanische Ausgangsgrößen des Motors

Die Einrichtungen zur Messung der Motor-Ausgangsgrößen Drehmoment und Drehzahl sollten den Anforderungen entsprechend IEC 60034-2-1 genügen.

5 Bevorzugte Prüfverfahren

Das bevorzugte Prüfverfahren für die Bestimmung des Wirkungsgrades hängt vom Typ und der Größe des zu prüfenden Motors ab, sowie von den verfügbaren Prüfeinrichtungen (Einspeisungen, Belastungsmaschine oder Antrieber). Bevorzugte Prüfverfahren werden in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 – Bevorzugte Verfahren für umrichter gespeiste Wechselstrommotoren

Verfahren	Abschnitt	Bevorzugung	Erforderliche Einrichtungen	Unsicherheit
Umrichter, Wechselstrommotor oder Kombination von beiden				
Messung der aufgenommenen und abgegebenen Leistung	6.2	Bevorzugt für Motoren < 1 MW	Drehmomentmeseinrichtung für Vollast; Instrumentierung entsprechend Abschnitt 4	Mittel
Kalorimetrische Messung	6.3	Bevorzugt für Motoren > 1 MW	Thermische Kapselung mittlerer Größe. Belastungseinrichtung für Vollast. Instrumentierung entsprechend Abschnitt 4	Mittel
Summation der Einzelverluste	6.4		Sinusförmige Einspeisung und Umrichterspeisung für Leerlauf	Hoch
ANMERKUNG In der Spalte „Unsicherheit“ bezeichnet „niedrig“ ein Verfahren, bei dem alle Verlustanteile reproduzierbar aus Prüfungen stammen; „mittel“ bezeichnet ein Verfahren, bei dem die Ergebnisse abhängig von der Prüfumgebung variieren können; „hoch“ bezeichnet ein Verfahren, bei dem nicht alle Verlustanteile aus Prüfungen ermittelt werden.				

6 Prüfverfahren

6.1 Allgemeines

Für alle Prüfverfahren sollte der Umrichter entsprechend der späteren Anwendung parametrisiert sein. Das heißt, dass alle Umrichterparameter, die zur Anpassung an die Anwendung variabel sind, auf denselben Wert eingestellt sein müssen, wie beim letzten Einsatz im Feld. Die gewählten Parameter müssen aufgezeichnet werden.

6.1.1 Prüfpunkte

Der Wirkungsgrad umrichter gespeister Motoren kann durch Kurven dargestellt werden, die auf mehreren Drehzahl-/Drehmomentpunkten beruhen. Für jegliche Anwendung muss der umrichter gespeiste Motor im Betriebspunkt entsprechend Tabelle 2 geprüft werden. Für Anwendungen mit quadratischer Gegenmomentkennlinie sollten zusätzlich die Prüfpunkte nach Tabelle 3A, für Anwendungen mit konstanter Gegenmomentkennlinie sollten zusätzlich die Prüfpunkte nach Tabelle 3B zur Anwendung kommen.

Anwendungen mit periodischem und/oder rückspeisendem Betrieb sollten auch entsprechend dem tatsächlichen Lastspiel geprüft werden.

Für allgemeingültige Wirkungsgradkurven umrichter gespeister Motoren sind die Prüfpunkte nach Tabelle 4 anzuwenden.

Tabelle 2 – Bezugspunkt

Punkt	1
Drehzahl (%)	100
Drehmoment (%)	100
Leistung (%)	100