

	Umlaufende elektrische Maschinen Bemessungsdaten und Betriebsweise	DIN VDE 0530 Teil 1
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.		
Rotating electrical machines; rating and performance Ersatz für VDE 0530 Teil 1/11.72 und DIN 57530 Teil 1/ VDE 0530 Teil 1/12.84 Zusammenhang mit der von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) herausgegebenen Publikation IEC 34-1, 8. Ausgabe, 1983, einschließlich Publikation IEC 34-1, Änderung 1, Ausgabe 1987, Publikation IEC 34-1, Änderung 2, Ausgabe 1989 und den vom Europäischen Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) herausgegebenen Harmonisierungsdokumenten 53.1 S2 einschließlich der Änderungen 1, 2 und 3 und 435 S1, siehe Erläuterungen. Beginn der Gültigkeit Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Juli 1991. DIN VDE 0530 Teil 1/12.84 gilt noch für umlaufende elektrische Maschinen, deren Herstellung vor dem 1. Juli 1991 begonnen wurde, bis auf weiteres. Norm-Inhalt war veröffentlicht in den Entwürfen DIN VDE 0530 Teil 1 A2/01.87, DIN VDE 0530 Teil 1 A3/08.87 und DIN VDE 0530 Teil 1 A4/08.89. Fortsetzung Seite 2 bis 42 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Inhalt

	Seite		Seite
Hauptabschnitt eins – Anwendungsbereich		20	Sattelmoment 27
1 Anwendungsbereich	3	21	Schleuderprüfung 28
Hauptabschnitt zwei – Begriffe		22	Unsymmetrische Ströme von Synchronmaschinen 28
2 Allgemeines	3	23	Stoßkurzschlußstrom 29
Hauptabschnitt drei – Betriebsart und Bemessungsdaten		24	Kurzschlußfestigkeit und Erregung von Synchronmaschinen 29
3 Bestimmungen für die Angabe der Betriebsart und die Auswahl einer Klasse von Bemessungsbetrieben	4	Hauptabschnitt acht – Kommutierung	
4 Betriebsarten	5	25	Kommutierungsprüfung von Kommutatormaschinen 30
5 Klassen von Bemessungsbetrieben	5	Hauptabschnitt neun – Zulässige Abweichungen	
6 Kennzeichnung	6	26	Zusammenstellung der zulässigen Abweichungen von den gewährleisteten Werten der die Maschine kennzeichnenden Größen . . . 30
7 Festlegung des Bemessungsbetriebes	6	Hauptabschnitt zehn – Leistungsschilder	
8 Bemessungsleistung	6	27	Leistungsschilder 32
9 Bemessungsspannung	9	Hauptabschnitt elf – Kurvenform von Spannungen	
10 Maschinen mit mehreren Bemessungsbetrieben	9	28	Anforderungen und Prüfungen 33
Hauptabschnitt vier – Betriebsbedingungen		Hauptabschnitt zwölf – Zuordnung von Spannungen und Leistungen	
11 Aufstellungshöhe, Temperatur und Kühlmittel . .	9	29	Zuordnung von Spannungen und Leistungen 34
12 Elektrische Bedingungen	10	Hauptabschnitt dreizehn – Konstruktive Anforderungen	
13 Thermische Klassifizierung von Maschinen . . .	13	30	Erdungsklemmen 34
Hauptabschnitt fünf – Erwärmung		31	Wellenende mit Paßfeder 35
14 Bedingungen während der Erwärmungsprüfung	13	Anhang A	
15 Ermittlung der Übertemperatur	13	A.1	Einteilung der Isolierstoffe 36
16 Grenztemperaturen und Grenz-Übertemperaturen	16	A.2	Spannungsprüfung von in Wicklungen eingebauten Temperaturfühlern 39
Hauptabschnitt sechs – Isoliervermögen		A.3	Klemmenprüfung 40
17 Wicklungsprüfung	24	A.4	Spannungsänderung von Synchrongeneratoren 40
Hauptabschnitt sieben – Elektrische und mechanische Belastbarkeit			
18 Gelegentliche Stromüberlastung bei umlaufenden Maschinen	26		
19 Drehmoment-Überlastbarkeit von Motoren . . .	27		

Hauptabschnitt eins – Anwendungsbereich

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für alle umlaufenden Maschinen mit Ausnahme derer, die Gegenstand anderer Normen sind, z.B. DIN VDE 0535 Teil 1 entsprechend IEC 349.

Maschinen, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können auch neuen, geänderten oder ergänzenden Anforderungen anderer Normen unterliegen, z.B. DIN VDE 0170/0171 Teil 1 (z.Z. Entwurf) und IEC 92.

Anmerkung: Müssen bestimmte Abschnitte dieser Norm im Hinblick auf besondere Anwendungen geändert werden, wie zum Beispiel bei Maschinen, die einer Radioaktivität ausgesetzt sind, oder bei für die Raumfahrt vorgesehenen Maschinen, so gelten alle Abschnitte, insoweit sie zutreffend sind.

Hauptabschnitt zwei – Begriffe

2 Allgemeines

Für die vorliegende Norm gelten folgende Begriffserklärungen:

2.1 Bemessungsbetrieb

Die Gesamtheit aller elektrischen und mechanischen Größen in Dauer und zeitlicher Folge, wie sie für die Maschine vom Hersteller festgelegt und auf dem Leistungsschild angegeben sind. Die Maschine erfüllt dabei die vereinbarten Bedingungen.

2.2 Bemessungsgröße

Größe zur Kennzeichnung des Bemessungsbetriebes

2.3 Bemessungsleistung

Leistung zur Kennzeichnung des Bemessungsbetriebes

2.4 Belastung

Der durch die Gesamtheit aller elektrischen und mechanischen Größen gekennzeichnete Zustand, der in einem bestimmten Zeitpunkt durch eine elektrische oder eine mechanische Belastung an einer umlaufenden Maschine entsteht.

2.5 Leerlauf(-betrieb)

Lauf der Maschine ohne Belastung (aber unter sonst normalen Betriebsbedingungen)

2.6 Vollast

Die höchste festgelegte Belastung für eine mit Bemessungsleistung betriebene Maschine.

2.7 Vollastleistung

Die höchste festgelegte Leistung für eine mit Bemessungsleistung betriebene Maschine.

Anmerkung: Diese Begriffserklärung läßt sich auch auf Drehmoment, Strom, Drehzahl usw. anwenden.

2.8 Pause

Stillstand der Maschine ohne Zufuhr elektrischer Energie und ohne mechanischen Antrieb.

2.9 Betrieb

Festlegung der Belastung für die Maschine einschließlich ihrer zeitlichen Dauer und Reihenfolge sowie gegebenenfalls einschließlich Anlauf, elektrisches Bremsen, Leerlauf und Pausen.

2.10 Betriebsart

Dauerbetrieb, Kurzzeitbetrieb oder periodischer Betrieb, der durch eine oder mehrere Belastungen gekennzeichnet ist und während einer bestimmten Dauer unverändert bleibt, oder nichtperiodischer Betrieb, bei dem sich im allgemeinen Belastung und Drehzahl innerhalb des zulässigen Betriebsbereiches ändern.

2.11 Thermischer Beharrungszustand

Zustand, bei dem sich die Übertemperatur an verschiedenen Maschinenteilen während einer Stunde um höchstens 2 K ändern.

2.12 Relative Einschaltdauer

Verhältnis von Betriebszeit unter Belastung, einschließlich Anlauf- und Bremszeit, zu Spieldauer, in Prozent ausgedrückt.

2.13 Anzugsmoment

Das kleinste gemessene Drehmoment, das der Motor bei festgebremstem Läufer bei den Bemessungswerten für Spannung und Frequenz entwickelt.

2.14 Anzugsstrom

Der gemessene Effektivwert des stationären Stromes, den der Motor bei festgebremstem Läufer bei den Bemessungswerten für Spannung und Frequenz aus dem Netz aufnimmt.

2.15 Sattelmoment (eines Asynchronmotors)

Kleinstes eingeschwungenes asynchrones Drehmoment, das der Motor im Drehzahlbereich zwischen Stillstand und Kippdrehzahl bei den Bemessungswerten für Spannung und Frequenz entwickelt.

Diese Begriffserklärung gilt nicht für Motoren, deren Drehmoment bei zunehmender Drehzahl stetig abnimmt.

Anmerkung: Neben den eingeschwungenen asynchronen Drehmomenten treten bei bestimmten Drehzahlen harmonische synchrone Drehmomente auf, welche vom Läufer-Lastwinkel abhängen. Bei diesen Drehzahlen kann für einige Läufer-Lastwinkel das beschleunigte Drehmoment negativ sein.

Erfahrung und rechnerische Untersuchungen zeigen, daß dies instabile Betriebspunkte sind. Daher verhindern harmonische synchrone Drehmomente den Hochlauf des Motors nicht und werden deshalb nicht definiert.

2.16 Kippmoment (eines Asynchronmotors)

Größtes eingeschwungenes asynchrones Drehmoment, welches der Motor bei den Bemessungswerten für Spannung und Frequenz ohne plötzliche Drehzahlabnahme entwickelt.

Diese Begriffserklärung gilt nicht für Motoren, deren Drehmoment bei zunehmender Drehung stetig abnimmt.

2.17 Kippmoment (eines Synchronmotors)

Größtes Drehmoment, das der Synchronmotor bei Betriebstemperatur und synchroner Drehzahl bei den Bemessungswerten für Spannung, Frequenz und Erregerstrom entwickelt.

2.18 Kühlung

Vorgang, bei dem die Wärme, die durch die Verluste in der Maschine entsteht, zunächst an ein primäres Kühlmittel abgegeben wird, dessen Temperatur dadurch steigt. Das

erwärmte primäre Kühlmittel kann durch ein erneuertes Kühlmittel mit niedrigerer Temperatur ersetzt oder durch ein sekundäres Kühlmittel über einen Wärmetauscher gekühlt werden.

2.19 Kühlmittel

Medium (Flüssigkeit oder Gas), mit dessen Hilfe die Wärme abgeführt wird.

2.20 Primäres Kühlmittel

Medium (Flüssigkeit oder Gas), das die Wärme dadurch von einem Maschinenteil abführt, daß es sich auf einer niedrigeren Temperatur als das Maschinenteil befindet und mit diesem in Berührung steht.

2.21 Sekundäres Kühlmittel

Medium (Flüssigkeit oder Gas), das die Wärme vom primären Kühlmittel mittels eines Wärmetauschers dadurch abführt, daß es sich auf einer niedrigeren Temperatur als das primäre Kühlmittel befindet.

2.22 Direkt-leitergekühlte Wicklung

Wicklung, in der das Kühlmittel durch Hohlleiter, Röhren oder Kanäle fließt, die einen Bestandteil der Wicklung innerhalb der Hauptisolation bilden.

2.23 Indirekt gekühlte Wicklung

Wicklung, die anders als nach Abschnitt 2.22 gekühlt wird.

Anmerkung: In allen Fällen, in denen „indirekt“ oder „direkt“ nicht angegeben ist, handelt es sich um eine indirekt gekühlte Wicklung.

Anmerkung: Weichen die Begriffserklärungen für Kühlung und Kühlmittel von den in den Abschnitten 2.18 bis 2.23 genannten ab, so sollte auf IEC 34-6 verwiesen werden (entsprechend DIN VDE 0530 Teil 6, z.Z. Entwurf).

2.24 Zusätzliche Isolierung

Eine unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur Grundisolierung vorgesehen ist, um im Falle des Versagens der Grundisolierung den Schutz gegen gefährliche Körperströme sicherzustellen.

2.25 Trägheitsmoment

Das Massenträgheitsmoment eines Körpers um eine Achse ist die Summe (das Integral) der Produkte aus den Massen der Einzelelemente und dem Quadrat der jeweiligen radialen Entfernung von der Achse.

Anmerkung: Das Massenträgheitsmoment wird durch den Buchstaben „J“ gekennzeichnet und in $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ausgedrückt.

2.26 Thermische Ersatzzeitkonstante

Die thermische Ersatzzeitkonstante ist die mehrere Einzelzeitkonstanten ersetzende Zeitkonstante, die den Temperaturverlauf in einer Wicklung nach einer sprunghaftigen Stromänderung näherungsweise bestimmt.

2.27 Gekapselte Wicklung

Wicklung, die vollständig mit Gießharzisolierung umhüllt oder ausgegossen ist.

2.28 Bemessungs-Gleichstromformfaktor für den Ankerkreis eines aus einem Stromrichter gespeisten Gleichstrommotors

Das Verhältnis des größtzulässigen Effektivwertes $I_{\max, N}$ zum Mittelwert $\bar{I}_N$ des Stromes im Betrieb mit Bemessungswerten.

$$k_{\text{in}} = \frac{I_{\max, N}}{\bar{I}_N}$$

2.29 Strom-Schwankungsfaktor

Das Verhältnis der Differenz zur Summe des größten Wertes $I_{\max}$ und des kleinsten Wertes $I_{\min}$ eines Mischstromes

$$k_{\sigma} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

Hauptabschnitt drei – Betriebsart und Bemessungsdaten

3 Bestimmungen für die Angabe der Betriebsart und die Auswahl einer Klasse von Bemessungsbetrieben

3.1 Betrieb

Der Betrieb in der Begriffserklärung nach Abschnitt 2.9 kann durch eine der in Abschnitt 4 definierten Betriebsarten oder durch die Beschreibung eines anderen Betriebes vom Betreiber angegeben werden.

3.2 Angabe des Betriebes

Die Verantwortung dafür, daß der Betrieb so genau wie möglich angegeben wird, trägt der Betreiber.

In Fällen, in denen sich die Last nicht ändert oder in denen sie sich in übersehbarer Weise ändert, kann der Betrieb durch Zahlenwerte oder mittels Zeitfolgedarstellungen der veränderlichen Größen angegeben werden.

Ist die Zeitfolge unbestimmt, so muß eine Ersatzfolge ausgewählt werden (Betriebsarten S 2 bis S 8), die nicht weniger belastend sein darf als die tatsächliche Zeitfolge, oder es muß die Betriebsart S 9 zur Anwendung kommen.

Ist der Betrieb nicht angegeben, so gilt Betriebsart S 1 (Dauerbetrieb).

3.3 Bemessungsbetrieb

Der Bemessungsbetrieb in der Begriffserklärung nach Abschnitt 2.1 wird vom Hersteller durch Auswahl einer der in Abschnitt 5 definierten Klassen von Bemessungsbetrieben festgelegt. Die gewählte Klasse des Bemessungsbetriebes muß normalerweise maximaler Bemessungs-Dauerbetrieb nach Betriebsart S 1 (Dauerbetrieb) oder Bemessungs-Kurzzeitbetrieb nach Betriebsart S 2 (Kurzzeitbetrieb) sein. Ist dies nicht möglich, so muß eine periodische Bemessungsbetriebsart entsprechend einer der Betriebsarten S 3 bis S 8 (periodischer Betrieb) oder die nichtperiodische Bemessungsbetriebsart entsprechend Betriebsart S 9 (nichtperiodischer Betrieb) ausgewählt werden.

3.4 Auswahl einer Klasse des Bemessungsbetriebes

Wird eine Maschine für allgemeine Zwecke hergestellt, so muß sie für Bemessungs-Dauerbetrieb ausgelegt werden und in der Betriebsart S 1 arbeiten können.

Wurde vom Betreiber der Betrieb nicht angegeben, so gilt Betriebsart S 1 und Bemessungsdauerbetrieb als Klasse des Bemessungsbetriebes.

Wenn eine Maschine Bemessungs-Kurzzeitbetrieb haben soll, muß der Bemessungsbetrieb entsprechend der Betriebsart S 2 in der Begriffserklärung nach Abschnitt 4.2 und mit der Kennzeichnung nach Abschnitt 6 festgelegt werden.

Wenn eine Maschine für veränderliche Belastung oder für einen Betrieb, der Leerlauf und Pausen umfaßt, bestimmt ist, so ist die Klasse des Bemessungsbetriebes entsprechend einer der Betriebsarten S 3 bis S 8 in der Begriffserklärung nach den Abschnitten 4.3 bis 4.8 und mit der Kennzeichnung nach Abschnitt 6 festzulegen.

Wenn eine Maschine für nichtperiodisch veränderliche Belastungen – Überlasten eingeschlossen – und Drehzahlen bestimmt ist, so ist der nichtperiodische Bemessungsbetrieb entsprechend der Betriebsart S 9 in der Begriffserklärung nach Abschnitt 4.9 und mit der Kennzeichnung nach Abschnitt 6 festzulegen.

Wird für eine Maschine, deren Klasse des Bemessungsbetriebes auf der Basis einer der Betriebsarten S 3 bis S 9 festgelegt ist, eine Prüfung verlangt, so genügt es normalerweise, die Maschine im gleichwertigen Dauerbetrieb nach Abschnitt 5.3 zu prüfen. In manchen Fällen kann nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber eine Prüfung bei dem tatsächlichen oder dem voraussichtlichen Betrieb festgelegt werden; ein solches Vorgehen entspricht jedoch nicht der üblichen Praxis.

Die Bemessungsleistung wird festgelegt, indem man

- für die Betriebsarten S 1 bis S 8 die festgelegten Werte der konstanten Belastung als Bemessungsleistung ansetzt und in W für Motoren und in VA für Generatoren angibt.

Siehe Abschnitt 4.1 bis 4.8 und die Zeitabschnitte t_B in den Bildern 1 bis 8,

- für die Betriebsart S 9 wird eine passend gewählte Dauerbelastung als Bemessungsleistung angesetzt (siehe Abschnitt 4.9).

4 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten werden unterschieden:

Anmerkung: Obwohl diese neun Betriebsarten besonders für Motoren festgelegt worden sind, können manche von ihnen auch für Generatoren verwendet werden (z.B. Betriebsarten S 1, S 2).

4.1 Dauerbetrieb, Betriebsart S 1

Ein Betrieb mit konstanter Belastung, dessen Dauer ausreicht, den thermischen Beharrungszustand zu erreichen (siehe Bild 1).

4.2 Kurzzeitbetrieb, Betriebsart S 2

Ein Betrieb mit konstanter Belastung, dessen Dauer nicht ausreicht, den thermischen Beharrungszustand zu erreichen, und einer nachfolgenden Pause von solcher Dauer, daß die wieder abgesunkenen Maschinentemperaturen nur noch weniger als 2 K von der Temperatur des Kühlmittels abweichen (siehe Bild 2).

4.3 Aussetzbetrieb, Betriebsart S 3

Ein Betrieb, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt, von denen jedes eine Zeit mit konstanter Belastung und eine Pause umfaßt, wobei der Anlaufstrom die Erwärmung nicht merklich beeinflußt (siehe Bild 3)¹⁾.

4.4 Aussetzbetrieb mit Einfluß des Anlaufvorgangs, Betriebsart S 4

Ein Betrieb, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt, von denen jedes eine merkliche Anlaufzeit, eine Zeit mit konstanter Belastung und eine Pause umfaßt (siehe Bild 4)¹⁾.

4.5 Aussetzbetrieb mit elektrischer Bremsung, Betriebsart S 5

Ein Betrieb, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt, von denen jedes eine Anlaufzeit, eine Zeit mit konstanter Belastung, eine Zeit schneller, elektrischer Bremsung und eine Pause umfaßt (siehe Bild 5)¹⁾.

4.6 Ununterbrochener periodischer Betrieb mit Aussetzbelastung, Betriebsart S 6

Ein Betrieb, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt, von denen jedes eine Zeit mit konstanter Belastung und eine Leerlaufzeit umfaßt. Es tritt keine Pause auf (siehe Bild 6)¹⁾.

4.7 Ununterbrochener periodischer Betrieb mit elektrischer Bremsung, Betriebsart S 7

Ein Betrieb, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt, von denen jedes eine Anlaufzeit, eine Zeit mit konstanter Belastung und eine Zeit mit elektrischer Bremsung umfaßt. Es tritt keine Pause auf (siehe Bild 7)¹⁾.

4.8 Ununterbrochener periodischer Betrieb mit Last-/Drehzahländerungen, Betriebsart S 8

Ein Betrieb, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt; jedes dieser Spiele umfaßt eine Zeit mit konstanter Belastung und bestimmter Drehzahl und anschließend eine oder mehrere Zeiten mit anderer Belastung entsprechend den unterschiedlichen Drehzahlen. (Dies wird beispielsweise durch Polumschaltung von Induktionsmotoren erreicht.) Es tritt keine Pause auf (siehe Bild 8)¹⁾.

4.9 Ununterbrochener Betrieb mit nichtperiodischer Last- und Drehzahländerung, Betriebsart S 9

Ein Betrieb, bei dem sich im allgemeinen Belastung und Drehzahl innerhalb des zulässigen Betriebsbereiches nichtperiodisch ändern. Bei diesem Betrieb treten häufig Belastungsspitzen auf, die weit über der Vollast liegen können (siehe Bild 9).

Anmerkung: Dieser Betriebsart muß eine passend gewählte Dauerbelastung als Bezugswert für das Lastspiel zugrunde gelegt werden.

5 Klassen von Bemessungsbetrieben

Bei der Festlegung des Bemessungsbetriebes muß der Hersteller eine der in den folgenden Abschnitten 5.1 bis 5.5 definierten Klassen auswählen.

5.1 Bemessungs-Dauerbetrieb

Vom Hersteller für die Maschine festgelegter Betrieb mit den zugehörigen Belastungen und den Bedingungen, nach denen die Maschine in Übereinstimmung mit den Festlegungen dieser Norm während einer unbegrenzten Dauer betrieben werden kann.

5.2 Bemessungs-Kurzzeitbetrieb

Vom Hersteller für die Maschine festgelegter Betrieb mit der zugehörigen Belastung, der Zeit und den Bedingungen, nach denen die Maschine in Übereinstimmung mit den Festlegungen dieser Norm während einer begrenzten Zeit, von der Umgebungstemperatur ausgehend, betrieben werden kann.

¹⁾ Die Spieldauer ist im allgemeinen so kurz, daß der thermische Beharrungszustand nicht erreicht wird (siehe Abschnitt 5.4).

5.3 Gleichwertiger Dauerbetrieb

Vom Hersteller für die Maschine zu Prüfzwecken festgelegter Betrieb mit der zugehörigen Belastung und den Bedingungen, nach denen die Maschine in Übereinstimmung mit den Festlegungen dieser Norm bis zum Erreichen des thermischen Beharrungszustandes betrieben werden kann, wobei dieser Betrieb als gleichwertig mit einer der in den Abschnitten 4.3 und 4.8 definierten periodischen Betriebsarten oder der in Abschnitt 4.9 definierten Betriebsart S 9 angesehen wird.

5.4 Bemessungsbetrieb für periodisch veränderliche Belastung

Vom Hersteller für die Maschine festgelegter Betrieb mit den zugehörigen Belastungen und Bedingungen, nach denen die Maschine in Übereinstimmung mit den Festlegungen dieser Norm in periodischen Lastspielen betrieben werden kann.

Diese Klasse des Bemessungsbetriebes muß einer der in den Abschnitten 4.3 und 4.8 definierten periodischen Betriebsarten entsprechen. Die Dauer für ein Spiel muß – falls nicht anders angegeben – 10 min betragen, und die aktive Einschaltdauer muß einem der folgenden Werte entsprechen:

15 %, 25 %, 40 %, 60 %.

5.5 Bemessungsbetrieb für nichtperiodisch veränderliche Belastungen

Vom Hersteller für die Maschine festgelegter Betrieb mit dem zugehörigen Drehmoment-/Drehzahlbereich, innerhalb dessen die Maschine in Übereinstimmung mit den Festlegungen dieser Norm bei nichtperiodischen Laständerungen betrieben werden kann. Diese Klasse des Bemessungsbetriebes muß der in Abschnitt 4.9 definierten Betriebsart mit nichtperiodischer Last- und Drehzahländerung entsprechen.

6 Kennzeichnung

6.1 Betriebsarten

Eine Betriebsart kann durch die in Abschnitt 4 angegebenen Kurzzeichen gekennzeichnet werden, z.B. Betriebsarten S 1 und S 9 durch S 1 und S 9.

Bei der Betriebsart S 2 folgt nach dem Kurzzeichen S 2 die Angabe der Betriebsdauer.

Bei den Betriebsarten S 3 und S 6 folgt nach den Kurzzeichen S 3 und S 6 die Angabe der relativen Einschaltdauer und der Spieldauer, falls sie von 10 min abweicht.

Beispiele: S 2 60 min
S 3 25 %
S 6 40 %

Bei den Betriebsarten S 4 und S 5 werden die Kurzzeichen S 4 und S 5 erweitert um die Angabe der relativen Einschaltdauer sowie das Trägheitsmoment des Motors (J_M) und das Trägheitsmoment der Last (J_{ext}), beide auf die Motorwelle bezogen.

Beispiel: S 4 25 % $J_M = 0,15 \text{ kg m}^2$ $J_{ext} = 0,7 \text{ kg m}^2$

Bei der Betriebsart S 7 wird das Kurzzeichen S 7 erweitert um das Trägheitsmoment des Motors (J_M) und das Trägheitsmoment der Last (J_{ext}), beide auf die Motorwelle bezogen.

Beispiel: S 7 $J_M = 0,4 \text{ kg m}^2$ $J_{ext} = 7,5 \text{ kg m}^2$

Bei der Betriebsart S 8 wird das Kurzzeichen S 8 erweitert um das Trägheitsmoment des Motors (J_m) und das Träg-

heitsmoment der Last (J_{ext}), beide auf die Motorwelle bezogen, sowie die Last, die Drehzahl und die relative Einschaltdauer für jede in Frage kommende Drehzahl.

Beispiel: S 8 $J_M = 0,5 \text{ kg m}^2$ $J_{ext} = 6 \text{ kg m}^2$
16 kW 740 min⁻¹ 30 %
40 kW 1460 min⁻¹ 30 %
25 kW 980 min⁻¹ 40 %

6.2 Klassen des Bemessungsbetriebes

Die Klassen des Bemessungsbetriebes werden wie folgt gekennzeichnet:

Bemessungs-Dauerbetrieb – S 1 oder DB

Bemessungs-Kurzzeitbetrieb – Dauer der Betriebszeit, z.B. 60 min oder S 2 60 min

Gleichwertiger Dauerbetrieb – äqu

Periodische und nichtperiodische Betriebsarten, z.B. S 3

Bemessungsbetriebe 25 %

Die Kennzeichnungen nach den Abschnitten 6.1 und 6.2 stehen hinter dem Wert für die Bemessungsleistung. Folgt der Bemessungsleistung keine Kennzeichnung, so gilt Bemessungs-Dauerbetrieb.

7 Festlegung des Bemessungsbetriebes

Der Bemessungsbetrieb ist entsprechend den Bestimmungen des Hauptabschnittes Drei festzulegen und nach Hauptabschnitt Zehn auf dem Leistungsschild anzugeben. Maschinen, für die mehrere Bemessungsbetriebe vorgesehen sind, müssen die vorliegende Norm bei jedem Bemessungsbetrieb einhalten.

Wenn sich Reaktanzen zwischen den Maschinenklemmen und dem Netz befinden und als Bestandteil der Maschinen betrachtet werden, müssen sich die Bemessungswerte auf die netzseitigen Klemmen beziehen.

Anmerkung: Diese Festlegung gilt nicht für Blocktransformatoren zwischen Maschine und Netz.

Für alle Maschinen müssen die Vorzugswerte für die Bemessungsleistung, ausgedrückt in Watt (W), der Reihe R 40 der bevorzugten gerundeten Werte nach der Internationalen Norm ISO 497 (entsprechend DIN 323 Teil 2) entnommen werden.

Wenn für eine besondere Maschinenart eine spezielle Norm vorhanden ist, müssen die Bemessungsleistungen einer der dort festgelegten Reihen entsprechen.

8 Bemessungsleistung

8.1 Gleichstromgeneratoren

Die Bemessungsleistung ist die an den Klemmen angegebene Leistung. Sie muß in Watt (W) ausgedrückt werden.

8.2 Wechselstromgeneratoren

Die Bemessungsleistung ist die an den Klemmen abgegebene elektrische Scheinleistung. Sie muß in Voltampere (VA) ausgedrückt und durch die Angabe des Leistungsfaktors ergänzt werden. Wenn nicht anders angegeben, muß der Bemessungsleistungsfaktor für Synchrongeneratoren 0,8 übererregt sein.

8.3 Motoren

Die Bemessungsleistung ist die mechanische, an der Welle verfügbare Leistung. Sie muß in Watt (W) ausgedrückt werden.

Zeichnerische Darstellung typischer Betriebsarten (zu Abschnitt 4)

In den Bildern 1 bis 9 verwendete Formelzeichen:

P	Leistung
P_V	Verluste
n	Drehzahl
ϑ	Temperatur
ϑ_{max}	höchste Temperatur
t	Zeit
t_A	Anlaufzeit
t_B	Belastungszeit
t_{Br}	Bremszeit
t_L	Leerlaufzeit
t_r	relative Einschaltdauer
t_S	Spieldauer
t_{St}	Stillstandszeit
P_{Br}	Bezugsleistung
$t_{ü}$	Überlastungszeit

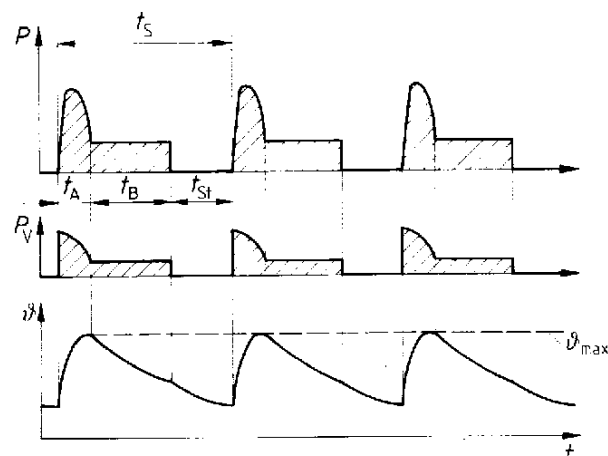


Bild 4. Aussetzungsbetrieb mit Einfluß des Anlaufvorgangs (S 4)

$$t_r = \frac{t_A + t_B}{t_A + t_B + t_{St}} \cdot 100 \%$$

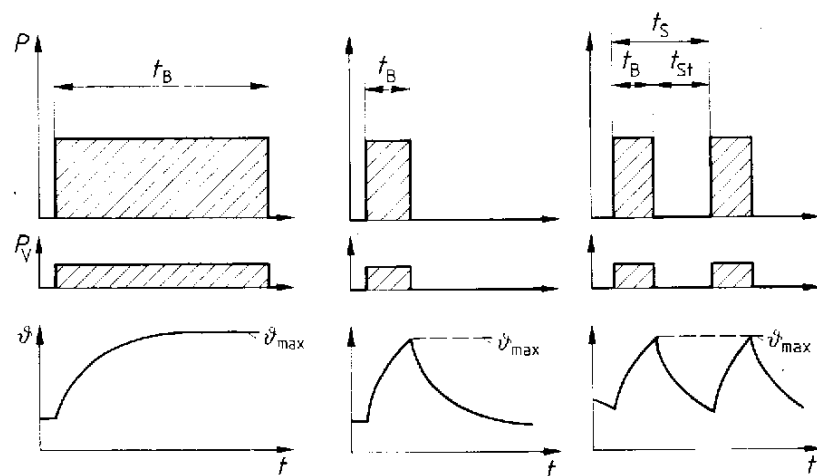


Bild 1.

Bild 2.

Bild 3.

Bild 1. Dauerbetrieb (S 1)

Bild 2. Kurzzeitbetrieb (S 2)

Bild 3. Aussetzungsbetrieb (S 3)

$$t_r = \frac{t_B}{t_B + t_{St}} \cdot 100 \%$$

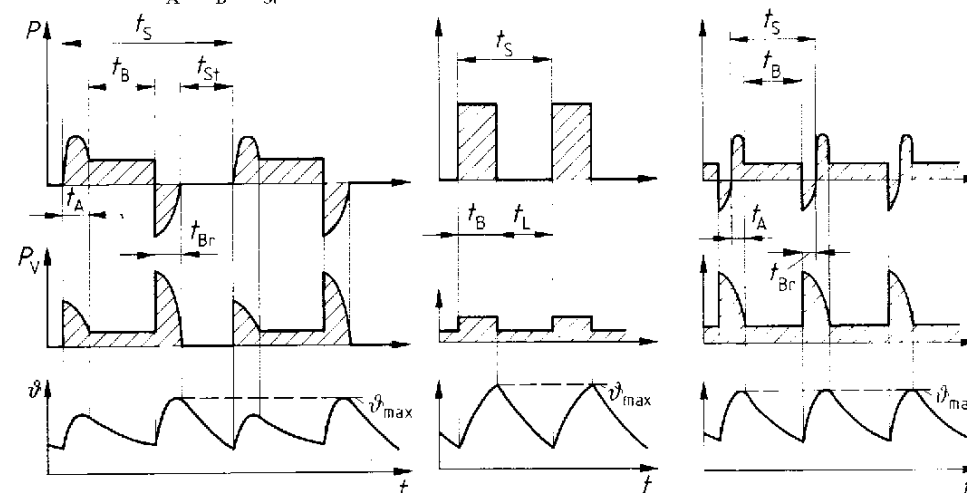


Bild 5.

Bild 6.

Bild 7.

Bild 5. Aussetzungsbetrieb mit elektrischer Bremsung (S 5)

Bild 6. Ununterbrochener periodischer Betrieb mit Aussetzungsbelastung (S 6)

Bild 7. Ununterbrochener periodischer Betrieb mit elektrischer Bremsung (S 7)

$$t_r = \frac{t_B}{t_B + t_{St}} \cdot 100 \%$$

$$t_r = 100 \%$$

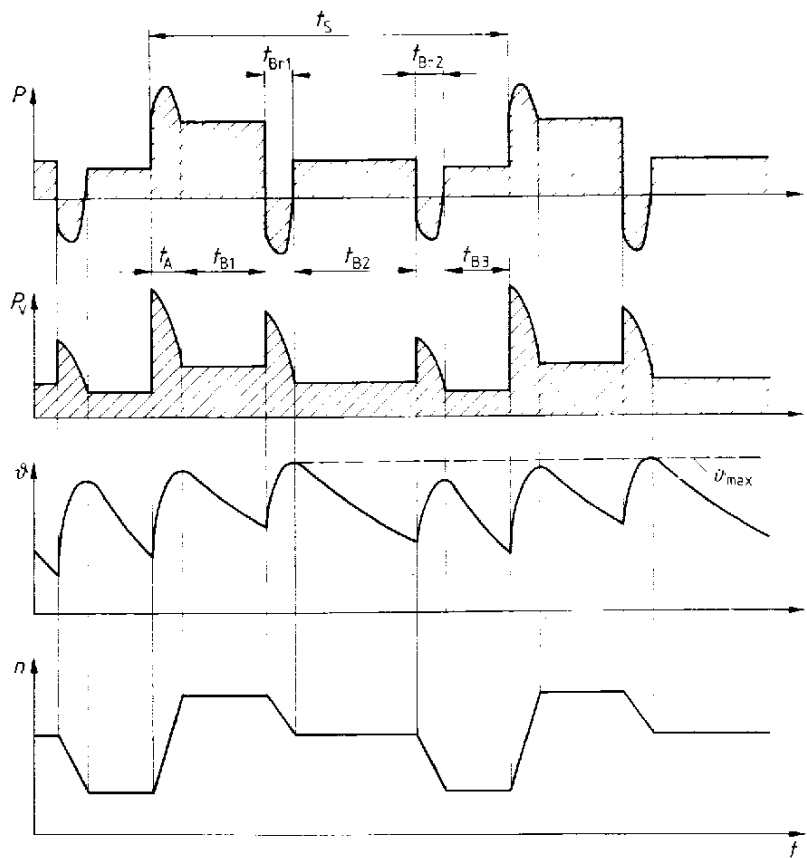


Bild 8. Ununterbrochener periodischer Betrieb mit Drehzahländerung (S 8)

$$t_{r1} = \frac{t_A + t_{B1}}{t_A + t_{B1} + t_{Br1} + t_{B2} + t_{Br2} + t_{B3}} \cdot 100 \%$$

$$t_{r2} = \frac{t_{Br1} + t_{B2}}{t_A + t_{B1} + t_{Br1} + t_{B2} + t_{Br2} + t_{B3}} \cdot 100 \%$$

$$t_{r3} = \frac{t_{Br2} + t_{B3}}{t_A + t_{B1} + t_{Br1} + t_{B2} + t_{Br2} + t_{B3}} \cdot 100 \%$$

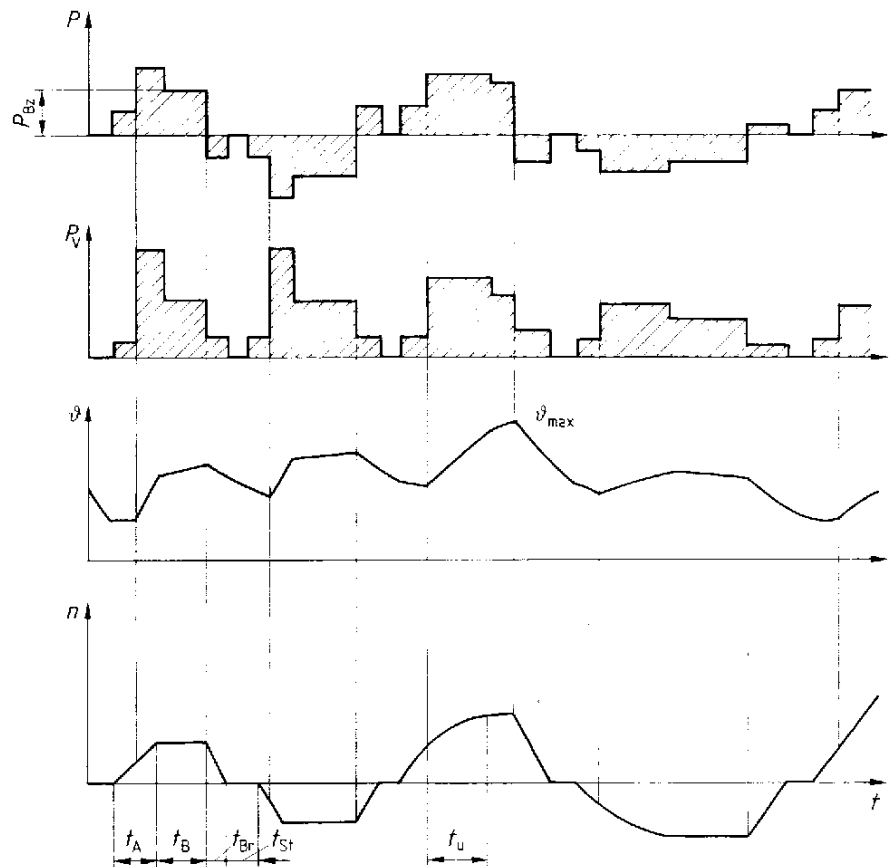


Bild 9. Ununterbrochener Betrieb mit nichtperiodischer Last- und Drehzahländerung (S 9)

8.4 Blindleistungsmaschinen

Die Bemessungsleistung ist die Blindleistung an den Klemmen. Sie muß sowohl im unter- als auch im übererregten Betrieb in Voltampere (VA) reaktiv (var) ausgedrückt werden.

9 Bemessungsspannung

9.1 Bemessungsspannung an den Klemmen

Die Bemessungsspannung ist die Spannung zwischen den Außenleitern an den Klemmen der Maschine bei Bemessungsleistung.

9.2 Generatoren für Betrieb in einem relativ kleinen Spannungsbereich

Gleichstromgeneratoren

Bei Gleichstromgeneratoren, die in einem relativ kleinen Spannungsbereich betrieben werden sollen, müssen sich Bemessungsleistung und Bemessungsstrom auf die höchste Spannung des Bereiches beziehen, sofern nicht anders festgelegt (siehe auch Abschnitt 12.3).

Wechselstromgeneratoren

Bei Wechselstromgeneratoren, die in einem relativ kleinen Spannungsbereich betrieben werden sollen, müssen sich Bemessungsleistung und Bemessungsleistungsfaktor auf jede Spannung des Bereiches beziehen, sofern nichts anderes festgelegt (siehe auch Abschnitt 12.3).

10 Maschinen mit mehreren Bemessungsbetrieben

10.1 Maschinen mit mehreren Drehzahlen

Bei Maschinen mit mehreren Drehzahlen muß für jede Drehzahl der zugehörige Bemessungsbetrieb festgelegt werden.

10.2 Maschinen mit veränderlichen Größen

Wenn eine Bemessungsgröße (Leistung, Spannung, Drehzahl usw.) mehrere Werte annehmen kann oder zwischen zwei Grenzwerten stetig veränderlich ist, muß der Bemessungsbetrieb für diese Werte oder Grenzen festgelegt werden. Diese Festlegung gilt nicht für Spannungsschwankungen von $\pm 5\%$ und nicht für die Sternschaltung bei Stern-Dreieck-Anlauf.

Hauptabschnitt vier – Betriebsbedingungen

11 Aufstellungshöhe, Temperatur und Kühlmittel

Wenn vom Betreiber nichts anderes festgelegt ist, müssen die Maschinen für die folgenden Betriebsbedingungen bemessen sein:

11.1 Aufstellungshöhe

Der Aufstellungsort liegt nicht über 1000 m über NN.

Für Maschinen, die an einem Aufstellungsort über 1000 m über NN betrieben werden sollen, und für Maschinen, die an einem Aufstellungsort betrieben werden sollen, an dem die Temperatur infolge der großen Höhe niedrig ist, siehe Abschnitt 16.3.

11.2 Umgebungstemperatur und Temperatur des Kühlmittels

11.2.1 Höchste Umgebungstemperaturen und Kühlmitteltemperaturen

Die Temperatur der Luft am Aufstellungsort (die abhängig von der Kühlart der Maschine das primäre oder das sekundäre Kühlmittel sein kann) unterliegt Schwankungen, überschreitet aber nicht $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Maschinen, die mit einer von $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ abweichenden maximalen Umgebungstemperatur betrieben werden sollen, werden in Abschnitt 16.3 erfaßt.

Bei Maschinen mit Wasserrückkühlern darf die Wassertemperatur am Kühlereintritt $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ nicht überschreiten (siehe auch Abschnitt 16.1.4).

11.2.2 Kleinste Umgebungstemperatur und Kühlmitteltemperaturen

Die kleinste Temperatur der Luft am Aufstellungsort (die abhängig von der Kühlart der Maschine das primäre oder das sekundäre Kühlmittel sein kann) beträgt $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, wobei die montierte Maschine in Betrieb oder außer Betrieb sein kann.

Diese Festlegung gilt für alle Maschinen mit den folgenden Ausnahmen:

- Wechselstrommaschinen mit Bemessungsleistungen über $3300\text{ kW (kVA) je } 1000\text{ min}^{-1}$, Maschinen mit Bemessungsleistungen kleiner als 600 W (VA) und alle Maschinen mit einem Kommutator oder mit Gleitlagern. Für diese Maschinen beträgt die kleinste Umgebungstemperatur $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Maschinen mit Wasser als primärem oder sekundärem Kühlmittel. Die kleinste Temperatur des Wassers und der umgebenden Luft beträgt $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Anmerkung: Wenn mit Temperaturen unterhalb der genannten Werte zu rechnen ist, sollte der Hersteller über die kleinste Umgebungstemperatur in Kenntnis gesetzt werden. Dabei sollte festgelegt werden, ob dies nur während des Transportes und der Lagerung zutrifft oder auch nach der Installation. Temperaturen unterhalb der genannten Werte sollten Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber sein.

11.3 Festlegungen über das Kühlgas in wasserstoffgekühlten Maschinen

Wasserstoffgekühlte Maschinen müssen unter Bemessungsbedingungen mit Bemessungsleistung betrieben werden können, wenn das Kühlmittel mindestens eine Volumenkonzentration von 95% Wasserstoff enthält.

Anmerkung: Aus Sicherheitsgründen sollte der H_2 -Anteil stets 90% oder mehr betragen, wobei angenommen wird, daß der Rest des Kühlgases Luft ist.

Zur Berechnung des Wirkungsgrades in Übereinstimmung mit DIN VDE 0530 Teil 2 (IEC 34-2) ist, soweit nicht andere Vereinbarungen zwischen Hersteller und Betreiber getroffen werden, eine Standardmischung des Gases mit einer Volumenkonzentration von $98\% \text{ H}_2$ und 2% Luft bei den festgelegten Werten von Druck und Gas-Eintrittstemperatur anzunehmen. Die Reibungsverluste müssen für die gleiche Mischung des Kühlgases errechnet werden.

12 Elektrische Bedingungen

12.1 Stromversorgung

Wechselstrommaschinen nach dieser Norm müssen für ein Drehstromnetz 50 Hz oder 60 Hz und für Spannungen, die sich von den in DIN IEC 38 angegebenen Normspannungen herleiten, geeignet sein.

Bei Festlegungen über die Maschinen-Bemessungsspannungen müssen die Unterschiede zwischen den Verteilungs- und den Verbraucherspannungen berücksichtigt werden.

Anmerkung: Bei großen Hochspannungsmaschinen dürfen die Spannungen entsprechend der Auslegungsoptimierung gewählt werden.

12.2 Kurvenform und Symmetrie von Spannungen und Strömen

Maschinen müssen so ausgelegt werden, daß sie unter den Bedingungen betrieben werden können, die in den Abschnitten 12.2.1, 12.2.2 (siehe auch Abschnitt 22) oder 12.2.3 festgelegt sind.

12.2.1 Wechselstrommotoren müssen geeignet sein für den Betrieb an einem Netz mit einem Spannungs-Oberschwingungsfaktor (HVF) nach der Aufzählung a). Außerdem wird eine praktisch symmetrische Netzspannung nach der Begriffserklärung der Aufzählung b) vorausgesetzt.

Wenn die in den Aufzählungen a) und b) festgelegten Grenzwerte bei Betrieb mit Bemessungslast gleichzeitig auftreten, so darf dies nicht zu einer unzulässigen thermischen Beanspruchung des Motors führen. Die sich an den Grenzwerten einstellenden Übertemperaturen oder Temperaturen sollten die an den Tabellen 1, 2 und 3 festgelegten Grenzwerte um nicht mehr als etwa 10 K überschreiten.

- a) Wechselstrommotoren der Ausführung N (siehe Publikation IEC 34-12: Umlaufende elektrische Maschinen, Teil 12: Anlaufverhalten von Drehstrommotoren mit Käfigläufer für Spannungen bis einschließlich 660 V) müssen für den Betrieb an einem Netz mit einem Spannungs-Oberschwingungsfaktor von höchstens 0,03 geeignet sein. Alle übrigen Drehstrommotoren (einschließlich Synchronmotoren) und Einphasen-Motoren müssen geeignet sein für den Betrieb an einem Netz mit einem Spannungs-Oberschwingungsfaktor von höchstens 0,02, falls vom Hersteller nicht anders angegeben.

Der Spannungs-Oberschwingungsfaktor muß nach der folgenden Beziehung berechnet werden:

$$\text{HVF} = \sqrt{\sum \frac{u_n^2}{n}}$$

mit

u_n auf die Bemessungsspannung U_n bezogene Oberschwingungsspannung

n Ordnungszahl der Oberschwingung
(bei Drehstrommotoren nicht durch drei teilbar)

Gewöhnlich ist es ausreichend, Oberschwingungen mit den Ordnungszahlen $n \leq 13$ zu berücksichtigen.

Bei Erwärmungsprüfungen nach Hauptabschnitt fünf darf der HVF nicht 0,015 überschreiten.

- b) Ein Mehrphasen-Spannungssystem gilt als praktisch symmetrisch, wenn die Spannung des Gegensystems 1 % der Spannung des Mitsystems dauernd oder 1,5 % für eine kurze, über wenige Minuten nicht hinausgehende Zeit nicht überschreitet und wenn die Spannung des Nullsystems nicht mehr als 1 % der Spannung des Mitsystems beträgt.

Während der Erwärmungsprüfung nach Hauptabschnitt fünf muß der Spannungsanteil des Gegensystems weniger als 0,5 % des Mitsystems betragen, ein Nullsystem ist nicht zulässig. Anstelle der Spannung des Gegensystems darf der Strom des Gegensystems gemessen werden, wenn dies zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart wurde. Der Strom des Gegensystems darf in diesem Fall 2,5 % des Stromes des Mitsystems nicht überschreiten.

Anmerkung 1: In der Nähe großer einphasiger Belastungen (z.B. Induktionsöfen) und in ländlichen Gebieten, insbesondere bei gemischten Industrie- und Wohngebieten, können Versorgungsnetze über die angegebenen Grenzwerte hinaus verzerrt sein. In solchen Fällen sind besondere Vereinbarungen zwischen dem Hersteller der Maschine und dem Betreiber notwendig.

Anmerkung 2: Motoren sollen geeignet sein für den Betrieb an einem gegenläufigen Spannungssystem von 2 %; dies kann jedoch sehr schwierige Betriebsbedingungen bedeuten, welche die Lebensdauer der Motoren beeinträchtigen können.

12.2.2 Bei Wechselstromgeneratoren wird vorausgesetzt, daß der gespeiste Stromkreis praktisch verzerrungsfrei und praktisch symmetrisch nach den Begriffserklärungen in den folgenden Aufzählungen a) und b) ist.

Wenn die in den Aufzählungen a) und b) festgelegten Grenzwerte bei Betrieb mit Bemessungslast gleichzeitig auftreten, so darf dies nicht zu einer unzulässigen thermischen Beanspruchung des Generators führen. Die sich an den Grenzwerten einstellenden Übertemperaturen oder Temperaturen sollten die in den Tabellen 1, 2 und 3 festgelegten Grenzwerte um nicht mehr als etwa 10 K überschreiten.

- a) Ein Stromkreis gilt als praktisch verzerrungsfrei, wenn er bei Speisung mit einer sinusförmigen Spannung einen praktisch sinusförmigen Strom ergibt, d.h., daß keiner seiner Augenblickswerte vom zugehörigen Augenblickswert der Grundschwingung um mehr als 5 % des Scheitelwertes der Grundschwingung abweicht.
- b) Ein mehrphasiger Stromkreis gilt als praktisch symmetrisch, wenn er bei Speisung durch ein symmetrisches Spannungssystem ein praktisch symmetrisches Stromsystem ergibt, d.h., wenn weder der Strom des Gegensystems noch der des Nullsystems mehr als 5 % des Stromes des Mitsystems beträgt.

12.2.3 Bei von Stromrichtern gespeisten Gleichstrommotoren wird das Betriebsverhalten der Maschine durch die den zeitlich konstanten Anteilen überlagerten Wechselanteile in Spannung und Strom beeinträchtigt. Verluste und Erwärmung nehmen zu, und die Kommutierung gestaltet sich im Vergleich zu einem von einer reinen Gleichspannungsquelle gespeisten Gleichstrommotor.

Motoren mit Bemessungsleistungen über 5 kW, die aus einem Stromrichter gespeist werden, müssen deshalb für diesen speziellen Betrieb bemessen werden und, sofern der Motorenhersteller dies für erforderlich hält, mit einer zusätzlichen Glättungs-drossel zur Reduktion der Stromschwankungen ausgerüstet werden.

Die Speisung aus einem Stromrichter soll wie folgt durch ein Kurzzeichen gekennzeichnet werden:

$$(\text{CCC} - U_{\text{aN}} - f - L)$$

Hierin bedeuten:

CCC ist das Kennzeichen der Stromrichterschaltung entsprechend einer zukünftigen IEC Publikation XXX.

U_{aN} besteht aus drei oder vier Ziffern, die die Bemessungs-Wechselspannung an den Eingangsklemmen des Stromrichters bezeichnen;

f besteht aus zwei Ziffern, die die Bemessungs-Eingangsfrequenz in Hz kennzeichnen;

L besteht aus einer, zwei oder drei Ziffern, die die zum Ankerkreis des Motors in Reihe geschaltete Induktivität in mH kennzeichnen. Falls diese Null ist, entfällt die Angabe.

Motoren mit Bemessungsleistungen bis einschließlich 5 kW können, anstelle des Betriebes mit einem speziellen Typ eines Stromrichters, für den Betrieb mit einem beliebigen Stromrichter, mit oder ohne Glättungs-drossel, ausgelegt werden, vorausgesetzt, daß der Bemessungs-Gleichstromfaktor, für den der Motor ausgelegt ist, nicht überschritten wird, und daß die Isolation des Motorankerkreises passend zu der Bemessungs-Wechselspannung an den Eingangsklemmen des Stromrichters bemessen ist.

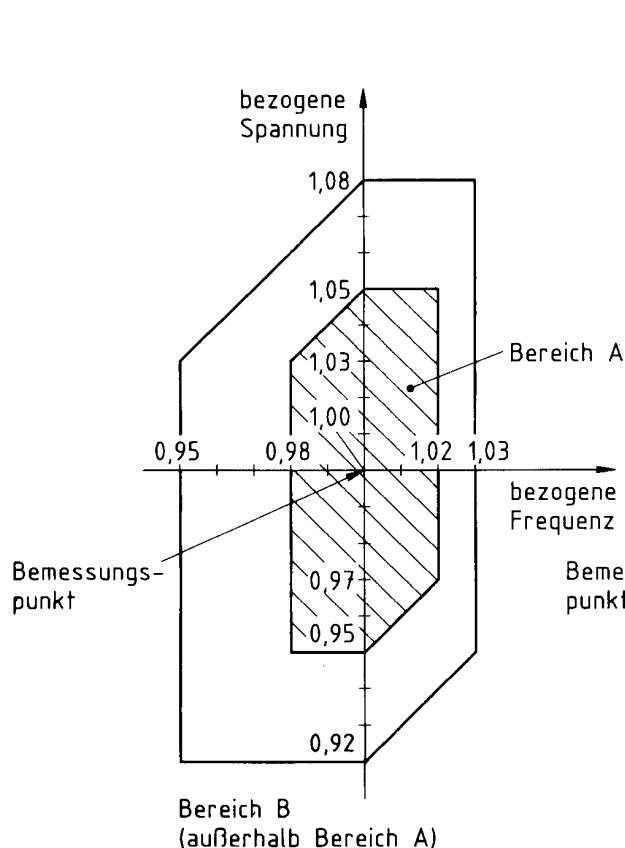
Anmerkung: Durch die Angabe des obigen Kurzzeichens oder, alternativ bei Motoren mit Bemessungsleistungen, die 5 kW nicht überschreiten, durch den

Bemessungs-Gleichstromfaktor, wird ausgedrückt, daß der Gleichstrommotor mit den aus der Stromrichterspeisung resultierenden Schwankungen des Ankerstroms betrieben werden kann, und daß der Anker gegebenenfalls für eine höhere als die übliche Prüfspannung bemessen werden muß.

Zur Festlegung der Prüfspannung nach Tabelle 5 für Gleichstrommotoren, die aus Stromrichtern gespeist werden, ist der jeweils höhere Wert entweder der Gleichspannung am Motor oder des Effektivwertes der verketteten Bemessungs-Wechselspannung an den Eingangsklemmen des Stromrichters heranzuziehen.

Anmerkung: Falls ein Stromrichtertransformator zwischen das Netz und den Stromrichter geschaltet ist, ist die vorstehende genannte Spannung an den Eingangsklemmen des Stromrichters identisch mit der Spannung an den Ausgangsklemmen des Transformators.

Die Schwankung des Stromes am Ausgang des Stromrichters wird grundsätzlich als so klein angenommen, daß die Differenz zwischen dem höchsten und dem tiefsten Augenblickswert der Stromschwankungen innerhalb einer Periode nicht größer ist als 10 % des höchsten Augenblickswertes bei Betrieb mit Bemessungsstrom.



Alle Spannungen und Frequenzen sind auf die jeweiligen Bemessungswerte bezogen

Bild 10. Spannungs- und Frequenzgrenzen für Generatoren

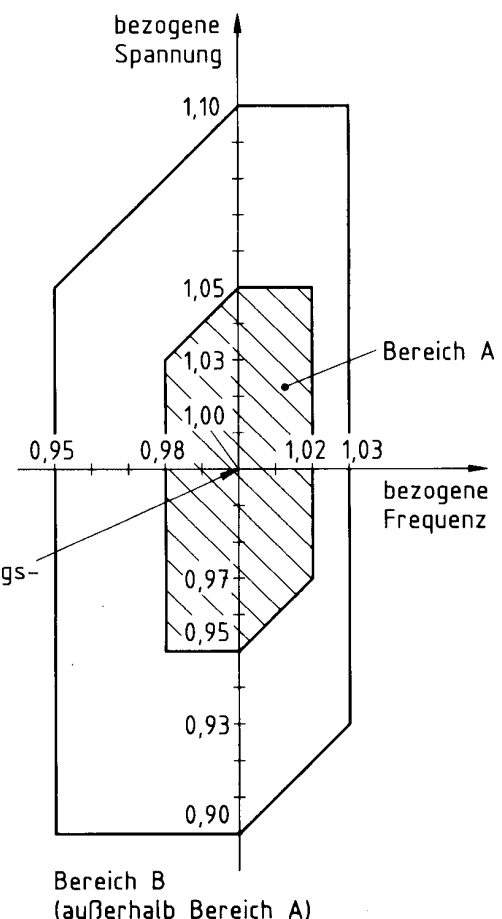


Bild 11. Spannungs- und Frequenzgrenzen für Motoren

12.3 Spannungs- und Frequenzschwankungen während des Betriebes

Für Wechselstrommaschinen sind die Grenzwerte der gleichzeitig auftretenden Spannungs- und Frequenzschwankungen durch die Bereiche A und B für Generatoren in Bild 10 und für Motoren in Bild 11 gekennzeichnet.

Für Gleichstrommaschinen, welche unmittelbar aus einem üblicherweise starren Gleichspannungsnetz gespeist werden, beziehen sich die Bereiche A und B nur auf die Spannungen.

Eine Maschine muß im Bereich A im Dauerbetrieb funktionstüchtig sein, muß dabei aber nicht alle Kenndaten des Betriebes mit den Bemessungswerten für Spannung und Frequenz vollständig erfüllen (vgl. Bemessungspunkt in den Bildern 10 und 11), sondern darf einige Abweichungen hiervon aufweisen. Die Erwärmungen dürfen höher sein als bei den Bemessungswerten für Spannung und Frequenz.

Eine Maschine muß innerhalb des Bereiches B funktionstüchtig sein, darf aber größere Abweichungen von den Kenndaten des Betriebes mit Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz aufweisen als im Bereich A. Die Erwärmungen dürfen höher sein als mit Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz, und meist werden sie höher sein als diejenigen im Bereich A. Ein Betrieb über längere Zeit an der Umgrenzung des Bereiches B wird nicht empfohlen.

Im Sinne dieses Abschnittes muß der Begriff „Funktionstüchtigkeit“ folgendes umfassen:

- | | |
|--|---|
| a) Bei Wechselstrom- bzw. Drehstromgeneratoren:
(ausgenommen Turbogeneratoren von 10 MVA und darüber, siehe e): | Bemessungs-Scheinleistung (kVA) beim Bemessungs-Leistungsfaktor, falls dieser getrennt einstellbar ist; |
| b) Bei Wechselstrom- bzw. Drehstrommotoren
(ausgenommen Synchronmotoren, siehe c): | Bemessungs-Drehmoment (Nm); |
| c) Bei Synchronmotoren: | Bemessungs-Drehmoment (Nm), wobei die Erregung entweder auf den Bemessungserregerstrom oder auf den Bemessungsleistungsfaktor eingestellt ist, sofern dies getrennt möglich ist; |
| d) Bei Blindleistungsmaschinen | Bemessungs-Scheinleistung (kVA) innerhalb des einem Generator zugeordneten Bereiches (siehe Bild 10), sofern zwischen dem Hersteller und dem Abnehmer nichts anderes vereinbart wird; |
| e) Bei Turbogeneratoren mit einer Bemessungsleistung von 10 MVA und darüber: | Siehe DIN VDE 530 Teil 3 entsprechend IEC 34-3; |
| f) Bei Gleichstrom-Generatoren: | Bemessungsleistung (kW) |
| g) Bei Gleichstrommotoren: | Bemessungs-Drehmoment (Nm), bei einem Nebenschlußmotor soll durch Einstellen der Erregung, sofern dies getrennt möglich ist, Bemessungsdrehzahl erreicht werden. |

Falls eine Maschine mehr als eine Bemessungsspannung oder einen Bemessungsspannungsbereich besitzt, müssen die Grenzwerte der Erwärmung oder der Temperatur (vgl. Tabellen 1, 2 oder 3) für jede Bemessungsspannung gelten.

Anmerkung 1: In Anlagen und unter Betriebsbedingungen der Praxis wird eine Maschine manchmal außerhalb der Umgrenzung des Bereiches A (siehe Bilder 10 und 11) betrieben werden müssen. Solche Abweichungen sollten hinsichtlich der dabei vorkommenden Werte, der Dauer und der Häufigkeit ihres Auftretens begrenzt werden. Falls möglich, sollten korrigierende Maßnahmen, z.B. eine Verkleinerung der Leistung, innerhalb einer angemessenen Zeit ergriffen werden. Hierdurch kann eine Verkleinerung der Lebensdauer der Maschine durch Temperaturalterung vermieden werden.

Anmerkung 2: Die in dieser Norm genannten Grenzwerte für die Erwärmung oder die Temperaturen beziehen sich auf den Bemessungsbetrieb und können zunehmend überschritten werden, wenn der Betriebszustand sich vom Bemessungsbetrieb entfernt. Bei einem Betrieb an den äußersten Begrenzungen des Bereiches A (siehe Bilder 10 und 11) können die Erwärmungen und Temperaturen die in dieser Norm festgelegten Grenzwerte von Erwärmung und Temperaturen um etwa 10 K überschreiten.

Anmerkung 3: Ein Wechselstrommotor wird an der unteren Spannungsgrenze nur anlaufen, wenn sein Anzugsmoment dem Gegenmoment der Last angepaßt ist, doch ist dies nicht Gegenstand dieses Abschnittes. Bezüglich des Anlaufverhaltens von Motoren bei Ausführung N vergleiche Publikation IEC 34-12 „Umlaufende elektrische Maschinen; Teil 12: Anlaufverhalten von Drehstrommotoren mit Käfigläufer für Spannungen bis einschließlich 660 V“ (DIN VDE 0530 Teil 12).

12.4 Sternpunktterdung einer Maschine

Wechselstrommaschinen müssen für Dauerbetrieb mit am oder nahe Erdpotential liegendem Sternpunkt geeignet sein. Außerdem müssen sie für den Betrieb an nicht geerdetem System geeignet sein, wobei gelegentlich ein Strang kurzzeitig auf Erdpotential liegen kann, z.B. während eines Zeitraumes, der ausreicht, um Fehler zu beheben. Wenn vorgesehen ist, die Maschine dauernd oder während längerer Zeitabschnitte unter diesen Bedingungen zu betreiben, so ist eine Maschine mit einem dieser Bedingung angemessenen Isolationspegel erforderlich. Diese Bedingung muß in den Betriebsanweisungen angegeben werden.

Wenn die Wicklung netz- oder sternpunktseitig nicht dieselbe Isolation aufweist, muß dies in den Betriebsanweisungen angegeben werden.

Anmerkung: Die Erdung oder Verbindung der Sternpunkte von Maschinen sollte mit Rücksicht auf die Gefahr von Strömen des Nullsystems jedweder Frequenz unter bestimmten Betriebsbedingungen und wegen möglicher mechanischer Beschädigungen der Wicklungen unter Störbedingungen zwischen Strang und Sternpunkt niemals vorgenommen werden, ohne den Rat des Maschinenherstellers einzuholen.

13 Thermische Klassifizierung von Maschinen

Die thermische Klassifizierung nach IEC 85 muß auf die Isoliersysteme von Maschinen angewandt werden. Die Klassifizierung von Isoliersystemen muß durch Buchstaben und nicht durch Temperaturwerte erfolgen.

Es liegt in der Verantwortung des Maschinenherstellers, die Ergebnisse von thermischen Alterungsversuchen bezüglich der Übertragbarkeit auf seine Maschinenart und ihre Verwendung auszuwerten.

Anmerkung 1: Die thermische Klassifizierung eines neuen Isoliersystems sollte nicht als unmittelbar verknüpft mit den thermischen Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe, aus denen sich das System zusammensetzt, angenommen werden.

Anmerkung 2: Der weitere Gebrauch von bestehenden Klassifizierungen ist annehmbar, wenn diese durch die Erfahrung erprobt worden sind.

Hauptabschnitt fünf – Erwärmung

14 Bedingungen während der Erwärmungsprüfung²⁾

14.1 Kühlmitteltemperatur

Die Maschine darf bei irgendeiner geeigneten Kühlmitteltemperatur geprüft werden. Wenn die Temperatur des Kühlmittels am Ende der Erwärmungsprüfung von der für den Betrieb am Einsatzort vorgesehenen (oder nach Abschnitt 16.3.5 errechneten) Temperatur um mehr als 30 K abweicht, muß Abschnitt 16.4 berücksichtigt werden.

14.2 Messung der Kühlmitteltemperatur während der Prüfung

Als Kühlmitteltemperatur während der Prüfung gilt der Mittelwert der Thermometerablesungen, die in gleichen Zeitabständen während des letzten Viertels der Prüfdauer gemacht wurden.

Um Fehler zu vermeiden, die sich daraus ergeben, daß die Temperatur von großen Maschinen den Schwankungen der Kühlmitteltemperatur nur langsam folgt, müssen alle vertretbaren Maßnahmen getroffen werden, diese Schwankungen klein zu halten.

14.2.1 Innengekühlte oder oberflächengekühlte Maschinen (mit Kühlung durch Raumluft oder ein anderes sie umgebendes Gas)

Die Temperatur der Raumluft oder des Gases mit Thermometern zu messen, die in halber Maschinenhöhe in einer Entfernung von 1 m bis 2 m um die Maschine herum angebracht und gegen Wärmeeinstrahlung und Zugluft geschützt sind.

14.2.2 Luft- oder gasgekühlte Maschinen mit Rohranschluß und Maschinen mit getrennt aufgestellten Wärmetauschern

Die Temperatur des primären Kühlmittels ist beim Eintritt in die Maschine zu messen.

14.2.3 Maschinen mit auf- oder eingebauten Wärmetauschern

Die Temperatur des primären Kühlmittels ist beim Eintritt in die Maschine zu messen. Bei Maschinen mit Wasser- oder Luft-Rückkühlern ist die Temperatur des sekundären Kühlmittels beim Eintritt in den Kühler zu messen.

²⁾ Abschnitt 12.2.1 b), zweiter Absatz, ist zu beachten.

15 Ermittlung der Übertemperatur

15.1 Übertemperatur eines Maschinenteils

Die Übertemperatur eines Maschinenteils ist der Unterschied zwischen der nach einem geeigneten Verfahren nach Abschnitt 15.3 gemessenen Temperatur dieses Teils und der nach den Abschnitten 14.1 und 14.2 gemessenen Temperatur des Kühlmittels.

15.2 Verfahren zur Ermittlung der Temperatur oder der Übertemperatur

Zur Ermittlung der Temperaturen von Wicklungen und anderen Maschinenteilen sind vier Verfahren vorgesehen:

- Widerstandsverfahren
- Verfahren mit eingebauten Temperaturfühlern (ETF)
- Thermometerverfahren
- Überlagerungsverfahren

Die verschiedenen Verfahren dürfen nicht zur gegenseitigen Kontrolle angewendet werden.

15.2.1 Widerstandsverfahren

Bei diesem Verfahren wird die Übertemperatur der Wicklungen aus der Widerstandszunahme ermittelt.

15.2.2 Verfahren mit eingebauten Temperaturfühlern (ETF)

Bei diesem Verfahren wird die Temperatur durch Temperaturfühler (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelemente oder Halbleiter-Temperaturfühler) ermittelt, die während der Herstellung der Maschine an Stellen angebracht werden, die nach Fertigstellung der Maschine nicht mehr zugänglich sind.

15.2.3 Thermometerverfahren

Bei diesem Verfahren wird die Temperatur mit Hilfe von Thermometern an den zugänglichen Oberflächenteilen der fertiggestellten Maschine ermittelt. Als Thermometer gelten hierbei auch nichteingebaute Thermoelemente und Widerstandsthermometer, sofern sie an den auch für normale Ausdehnungsthermometer zugänglichen Stellen verwendet werden. Werden Ausdehnungsthermometer im Bereich magnetischer Wechselfelder verwendet, so müssen Alkoholthermometer gegenüber Quecksilberthermometern bevorzugt werden.

15.2.4 Überlagerungsverfahren

Bei diesem Verfahren werden die Widerstandsmessungen zur Ermittlung der Übertemperatur von Wechselstromwicklungen nach Abschnitt 15.3.1 ohne Unterbrechung des Lastwechselstromes vorgenommen, wobei ein kleiner Gleichstrom als Meßstrom dem Laststrom überlagert wird.

Anmerkung: Einzelheiten dieses Verfahrens enthält IEC 279 „Messung des Wicklungswiderstandes einer Wechselstrommaschine während des Betriebes an Wechselspannung“.

15.3 Wahl des Verfahrens zur Ermittlung von Wicklungstemperaturen

Grundsätzlich ist zur Ermittlung der Wicklungstemperaturen einer Maschine das Widerstandsverfahren nach Abschnitt 15.2.1 anzuwenden.

Das Verfahren mit eingebauten Temperaturfühlern (ETF) ist anzuwenden für Wechselstrom-Ständerwicklungen bei Maschinen mit einer Bemessungsleistung von 5000 kW (kVA) oder mehr, wenn nichts anderes vereinbart wurde.