

**Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Messung und Betriebsverhalten**

**Inhalt**

	Seite
1	Anwendungsbereich ..... 9
2	Normative Verweisungen..... 9
3	Begriffe..... 10
4	Betrieb..... 14
4.1	Angabe des Betriebes..... 14
4.2	Betriebsarten..... 14
5	Bemessung ..... 27
5.1	Festlegung der Bemessung ..... 27
5.2	Bemessungsklassen ..... 27
5.3	Auswahl einer Bemessungsklasse ..... 28
5.4	Zuordnung von Leistungen zur Bemessungsklasse ..... 28
5.5	Bemessungsleistung ..... 29
5.6	Bemessungsspannung ..... 29
5.7	Zuordnung von Spannungen und Leistungen ..... 29
5.8	Maschinen mit mehr als einer Bemessung ..... 30
6	Betriebsbedingungen am Aufstellungsort ..... 30
6.1	Allgemeines ..... 30
6.2	Aufstellungshöhe ..... 30
6.3	Höchste Umgebungstemperatur der Luft..... 30
6.4	Mindest-Umgebungstemperatur der Luft ..... 30
6.5	Kühlwassertemperatur ..... 30
6.6	Lagerung und Transport ..... 30
6.7	Reinheit von Wasserstoff als Kühlmittel ..... 30
7	Elektrische Betriebsbedingungen ..... 31
7.1	Stromversorgung ..... 31
7.2	Kurvenform und Symmetrie von Spannungen und Strömen ..... 31
7.3	Spannungs- und Frequenzschwankungen während des Betriebes ..... 34
7.4	Dreiphasen-Wechselstrommaschinen bei Betrieb an einem Netz mit nicht geerdetem Sternpunkt..... 35
7.5	Stehwerte für Scheitelwert und Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung..... 35
8	Thermisches Verhalten und Prüfungen ..... 36
8.1	Wärmeklasse ..... 36
8.2	Referenz-Kühlmittel ..... 36
8.3	Bedingungen für Erwärmungsprüfungen ..... 37
8.4	Übertemperatur eines Maschinenteils ..... 37
8.5	Temperatur-Messverfahren ..... 38
8.6	Bestimmung der Wicklungstemperatur..... 38
8.7	Dauer der Erwärmungsprüfungen ..... 41
8.8	Bestimmungen der thermischen Ersatzzeitkonstanten für Maschinen der Betriebsart S9 ..... 41
8.9	Verfahren zum Messen der Lagertemperatur..... 42
8.10	Grenzwerte für Temperatur und Übertemperatur ..... 42
9	Sonstiges zu Betriebsverhalten und Prüfungen ..... 51
9.1	Stückprüfungen ..... 51
9.2	Prüfung der Stehspannung ..... 51

	Seite	
9.3	Gelegentliche Stromüberlastung .....	54
9.4	Kurzzeitige Drehmoment-Überlastbarkeit von Motoren .....	55
9.5	Sattelmoment.....	56
9.6	Sichere Betriebsdrehzahl von Induktionsmotoren mit Käfigläufer.....	56
9.7	Schleuderdrehzahl.....	56
9.8	Stoßkurzschlussstrom von Synchronmaschinen.....	57
9.9	Stoßkurzschlussprüfung von Synchronmaschinen .....	58
9.10	Kommutierungsprüfung von Kommutatormaschinen .....	58
9.11	Gesamt-Verzerrungsfaktor ( <i>THD</i> ) für Synchronmaschinen .....	58
10	Leistungsschilder .....	59
10.1	Allgemeines .....	59
10.2	Kennzeichnung .....	59
11	Sonstige Anforderungen.....	60
11.1	Erdung von Maschinen.....	60
11.2	Passfeder(n) für Wellenenden.....	62
12	Toleranzen.....	63
12.1	Allgemeines .....	63
13	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	65
13.1	Allgemeines .....	65
13.2	Störfestigkeit.....	65
13.3	Emission .....	65
13.4	Prüfungen der Störfestigkeit.....	65
13.5	Emissions-Prüfungen .....	65
14	Sicherheit.....	66
Anhang A (informativ) Hinweise für die Anwendung der Betriebsart S10 und die Festlegung des Zahlenwertes der bezogenen thermischen Lebenserwartung <i>TL</i> .....		67
Anhang B (informativ) Grenzwerte der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).....		68
Bild 1 – Dauerbetrieb – Betriebsart S1 .....		15
Bild 2 – Kurzzeitbetrieb – Betriebsart S2 .....		16
Bild 3 – Periodischer Aussetzbetrieb – Betriebsart S3 .....		17
Bild 4 – Periodischer Aussetzbetrieb mit Einfluss des Anlaufvorganges – Betriebsart S4 .....		18
Bild 5 – Periodischer Aussetzbetrieb mit elektrischer Bremsung – Betriebsart S5 .....		19
Bild 6 – Ununterbrochener periodischer Betrieb – Betriebsart S6.....		20
Bild 7 – Ununterbrochener periodischer Betrieb mit elektrischer Bremsung – Betriebsart S7 .....		21
Bild 8 – Ununterbrochener periodischer Betrieb mit Last-/Drehzahländerungen – Betriebsart S8 .....		23
Bild 9 – Betrieb mit nichtperiodischen Last- und Drehzahländerungen – Betriebsart S9.....		24
Bild 10 – Betrieb mit einzelnen konstanten Belastungen – Betriebsart S10 .....		26
Bild 11 – Spannungs- und Frequenzgrenzen für Generatoren.....		35
Bild 12 – Spannungs- und Frequenzgrenzen für Motoren.....		35
Tabelle 1 – Bevorzugte Bemessungsspannungen .....		29
Tabelle 2 – Schiefast-Betriebsbedingungen für Synchronmaschinen .....		32
Tabelle 3 – Kenngrößen der Funktionstüchtigkeit von Maschinen.....		34
Tabelle 4 – Referenz-Kühlmittel (siehe auch Tabelle 10).....		36
Tabelle 5 – Zeitintervalle .....		40
Tabelle 6 – Messstellen .....		42

	Seite
Tabelle 7 – Grenzwerte der Übertemperatur von indirekt mit Luft gekühlten Wicklungen .....	44
Tabelle 8 – Grenzwerte der Übertemperatur von indirekt mit Wasserstoff gekühlten Wicklungen .....	45
Tabelle 9 – Anpassungen der Grenzwerte der Übertemperatur am Betriebsstandort für indirekt gekühlte Wicklungen, wenn Betriebsbedingungen oder Bemessungen von den Referenzbedingungen abweichen .....	46
Tabelle 10 – Höchste Umgebungstemperatur .....	47
Tabelle 11 – Angepasste Grenzwerte der Übertemperatur $\Delta\Theta_T$ am Prüfort für indirekt durch Luft gekühlte Wicklungen, zur Berücksichtigung der Betriebsbedingungen am Prüfort.....	48
Tabelle 12 – Grenzwerte der Temperatur von direkt gekühlten Wicklungen und ihrer Kühlmittel .....	49
Tabelle 13 – Anpassung der Grenzwerte der Temperatur am Betriebsstandort für direkt durch Luft oder Wasserstoff gekühlte Wicklungen, wenn Betriebsbedingungen oder Bemessungen von den Referenzwerten abweichen .....	50
Tabelle 14 – Angepasste Grenzwerte der Temperatur $\Theta_T$ am Prüfort für direkt mit Luft gekühlte Wicklungen, zur Berücksichtigung der Betriebsbedingungen am Prüfort .....	50
Tabelle 15 – Mindestaufwand an Stückprüfungen.....	51
Tabelle 16 – Prüfung der Stehspannungen .....	52
Tabelle 17 – Höchste sichere Betriebsdrehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ) von Drehstrom-Induktionsmotoren mit Käfigläufer – ausgenommen polumschaltbare Motoren – mit Spannungen bis einschließlich 1 000 V .....	56
Tabelle 18 – Schleuderdrehzahlen .....	57
Tabelle 19 – Querschnitte der Erdungsleiter .....	61
Tabelle 20 – Zusammenstellung der Toleranzen von Größen .....	63
Tabelle B.1 – Grenzwerte der elektromagnetischen Emission für Maschinen ohne Bürsten.....	68
Tabelle B.2 – Grenzwerte der elektromagnetischen Emission für Maschinen mit Bürsten.....	68