

# Inhalt

Vorwort zur 9. Auflage .....	5
------------------------------	---

Mitarbeiter des DKE-Komitees K 311 „Drehende elektrische Maschinen“ im Zeitraum der Bearbeitung dieser Erläuterungen .....	7
---	---

<b>1 IEC 60034-1 Bemessung und Betriebsverhalten .....</b>	<b>23</b>
1.1 Begriffe (3) .....	23
1.2 Betrieb (4) .....	26
1.3 Bemessung (5) .....	27
1.3.1 Bemessung für gleichwertige Belastung (5.2.6) .....	27
1.3.2 Bemessungsspannung (5.6) .....	28
1.3.3 Zuordnung von Spannungen und Leistungen (5.7) .....	28
1.3.4 Maschinen mit mehr als einer Bemessung (5.8) .....	28
1.4 Betriebsbedingungen am Aufstellungsort (6) .....	29
1.4.1 Aufstellungshöhe (6.2) .....	29
1.4.2 Maximale Umgebungstemperatur der Luft (6.3) .....	29
1.4.3 Minimale Umgebungstemperatur der Luft (6.4) .....	29
1.4.4 Reinheit von Wasserstoff als Kühlmittel (6.7) .....	30
1.5 Elektrische Betriebsbedingungen (7) .....	31
1.5.1 Stromversorgung (7.1) .....	31
1.5.2 Kurvenform und Symmetrie von Spannungen und Strömen bei Wechselstrommotoren (7.2.1) .....	31
1.5.3 Kurvenform und Symmetrie von Spannungen und Strömen bei Wechselstromgeneratoren (7.2.2) .....	32
1.5.4 Kurvenform von Spannungen und Strömen bei Synchronmaschinen (7.2.3) .....	32
1.5.5 Spannungs- und Frequenzschwankungen (7.3) .....	32
1.5.6 Betrieb an nicht geerdeten Netzen (7.4) .....	33
1.5.7 Spannungsfestigkeit (7.5) .....	33
1.6 Thermisches Verhalten und Prüfungen (8) .....	33
1.6.1 Thermische Klassifizierung (8.1) .....	33
1.6.2 Referenzkühlmittel (8.2) .....	34
1.6.3 Temperatur vor der Erwärmungsprüfung (8.3.2) .....	34
1.6.4 Messung der Kühlmitteltemperatur während der Prüfung (8.3.4) .....	34
1.6.5 Verfahren zur Messung der Temperatur (8.5) .....	35
1.6.6 Widerstandsverfahren (8.5.2) .....	35

1.6.7	Verfahren mit eingebauten Temperaturfühlern (ETF) (8.5.3) . . . . .	36
1.6.8	Thermometerverfahren (8.5.4). . . . .	37
1.6.9	Wahl des Verfahrens (8.6.1). . . . .	37
1.6.10	Bemessung für Dauerbetrieb (8.7.1) . . . . .	37
1.6.11	Messung der Lagertemperatur (8.9) . . . . .	38
1.6.12	Grenzwerte für Temperatur und Übertemperatur (8.10) . . . . .	38
1.6.13	Kommutatoren und Schleifringe, offen oder geschlossen, und ihre zugehörigen Bürsten und Bürstenhalter (8.10.5). . . . .	39
1.7	Sonstiges zu Betriebsverhalten und Prüfungen (9) . . . . .	39
1.7.1	Stückprüfungen (9.1). . . . .	39
1.7.2	Spannungsprüfung (9.2) . . . . .	39
1.7.3	Motoren (ausgenommen Kommutatormotoren und permanentmagneterregte Motoren) (9.3.3). . . . .	40
1.7.4	Sichere Betriebsdrehzahl (9.6). . . . .	40
1.7.5	Schleuderdrehzahl (9.7). . . . .	40
1.7.6	Stoßkurzschlussstrom von Synchronmaschinen (9.8) . . . . .	41
1.7.7	Stoßkurzschlussprüfung von Synchronmaschinen (9.9) . . . . .	41
1.7.8	Gesamt-Verzerrungsfaktor ( <i>THD</i> ) für Synchronmaschinen (9.11) . . . . .	42
1.8	Leistungsschilder (10) . . . . .	43
1.9	Sonstige Anforderungen (11). . . . .	43
1.9.1	Schutzerdung von Maschinen (11.1) . . . . .	43
1.10	Toleranzen (12) . . . . .	45
1.11	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) (13). . . . .	45
<b>2</b>	<b>IEC 60034-2-x Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrads.</b> . . . .	<b>46</b>
2.1	IEC 60034-2-1 Standardverfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrads aus Prüfungen . . . . .	47
2.1.1	Begriffe (3), Formelzeichen und Abkürzungen (4) . . . . .	48
2.1.2	Grundlegende Anforderungen (5) . . . . .	48
2.1.3	Prüfverfahren zu Wirkungsgradbestimmung. . . . .	49
2.1.4	Mehrphasen-Induktionsmaschinen (6) . . . . .	50
2.1.4.1	Bevorzugte Prüfverfahren . . . . .	50
2.1.4.2	Weitere Prüfverfahren . . . . .	52
2.1.5	Synchronmaschinen (7) . . . . .	53
2.1.5.1	Bevorzugte Prüfverfahren . . . . .	53
2.1.5.2	Weitere Prüfverfahren . . . . .	55
2.1.6	Gleichstrommaschinen (8). . . . .	56
2.2	IEC 60034-2-2 Besondere Verfahren zur Bestimmung der Einzelverluste großer elektrischer Maschinen aus Prüfungen in Ergänzung zu Teil 2-1 . . . . .	58

2.2.1	Prüfung mit kalibrierter Maschine . . . . .	58
2.2.2	Auslaufprüfung . . . . .	58
2.2.3	Kalorimetrisches Verfahren . . . . .	59
2.3	IEC 60034-2-3 Spezielle Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrads von umrichter- gespeisten Wechselspannungsmotoren . . . . .	60
<b>3</b>	<b>IEC 60034-3 Besondere Anforderungen an Synchrongeneratoren, die von Dampf- oder Gasturbinen angetrieben werden, und an synchrone Phasenschieber . . . . .</b>	<b>63</b>
3.1	Anwendungsbereich . . . . .	63
3.2	Allgemeines (4) . . . . .	63
3.2.1	Bemessungswerte (4.2) . . . . .	63
3.2.2	Erregerstrom und Erregerspannung (4.2) . . . . .	64
3.2.3	Spannungs-/Frequenzbereich (4.6) . . . . .	64
3.2.4	Ständerwicklung (4.8) . . . . .	65
3.2.5	Stehspannungs-Prüfungen (4.9.2) . . . . .	65
3.2.6	Isolierung gegen Lagerströme (4.10) . . . . .	65
3.2.7	Schleuderprüfung (4.11) . . . . .	66
3.2.8	<i>P-Q</i> -Leistungsdiagramm (4.13) . . . . .	66
3.2.9	Anforderungen an die Überlastbarkeit (4.14) . . . . .	68
3.2.10	Belastung mit unsymmetrischen Strömen und mit Stromharmonischen (4.15) . . . . .	69
3.2.11	Stoßkurzschluss (4.16) . . . . .	69
3.2.12	Synchronisierung (4.17) . . . . .	70
3.2.13	Leerlauf-Kurzschluss-Verhältnis (4.18) . . . . .	70
3.2.14	Transiente und subtransiente Längsreaktanzen (4.19) . . . . .	71
3.2.15	Grenزابweichungen für Leerlauf-Kurzschluss-Verhältnis sowie transiente und subtransiente Längsreaktanzen (4.20) . . . . .	72
3.3	Luftgekühlte Generatoren (5) . . . . .	72
3.3.1	Generatorkühlung (5.2) . . . . .	72
3.4	Wasserstoff- oder flüssigkeitsgekühlte Generatoren (6) . . . . .	73
3.4.1	Maschinengehäuse und Abschlussteile (6.3) . . . . .	73
3.4.2	Generatorklemmen (6.4) . . . . .	73
3.4.3	Kühlmitteltemperaturen, Temperaturen und Übertemperaturen von Maschinen (6.5) . . . . .	74
3.4.4	Temperaturfühler (6.6) . . . . .	75
3.4.5	Hilfseinrichtungen (6.7) . . . . .	75
3.5	Generatoren zum Antrieb durch Gasturbinen oder für Kombiprozesse (7) . . . . .	76

3.5.1	Temperatur des primären Kühlmittels (7.2.2) . . . . .	76
3.5.2	Bemessungsleistung (7.3) . . . . .	76
3.5.3	Grundleistungsbereich (7.4.2) . . . . .	76
3.5.4	Temperaturanstieg und Temperaturen im Grundlastbereich (7.4.3) . . . . .	77
3.6	Vorsichtsmaßnahmen beim Einsatz von Generatoren mit Wasserstoff als Kühlmittel (Anhang A). . . . .	77
3.6.1	Schutzmaßnahmen für Schleifringe und angebaute Erregermaschinen (A.4). . . . .	77
3.6.2	Hilfseinrichtungen (A.5) . . . . .	78
3.6.3	Betrieb des Generators und seiner Hilfseinrichtungen (A.6). . . . .	79
<b>4</b>	<b>IEC 60034-4-1 (VDE 0530-4-1) Verfahren zur Ermittlung der Kenngrößen von elektrisch erregten Synchronmaschinen durch Messungen</b> . . . . .	<b>80</b>
4.1	Einleitende Bemerkungen . . . . .	80
4.2	Begriffe (3) . . . . .	82
4.2.1	Synchron-Längsreaktanz $X_d$ (3.2) und Synchron-Querreaktanz $X_q$ (3.5) . . . . .	82
4.2.2	Transient-Längsreaktanz $X'_d$ (3.3) und Subtransient-Längsreaktanz $X''_d$ (3.4) . . . . .	82
4.2.3	Transient-Querreaktanz $X'_q$ (3.6) und Subtransient-Querreaktanz $X''_q$ (3.7) . . . . .	82
4.2.4	Synchronreaktanz (3.8) und Synchronwiderstand $R_{(1)}$ (3.15) . . . . .	83
4.2.5	Inversreaktanz $X_{(2)}$ (3.9) und Inverswiderstand $R_{(2)}$ (3.16) . . . . .	83
4.2.6	Nullreaktanz $X_{(0)}$ (3.10) und Nullwiderstand $R_{(0)}$ (3.17) . . . . .	84
4.2.7	Potier-Reaktanz $X_p$ (3.11) . . . . .	84
4.2.8	Gleichstromwiderstand der Ankerwicklung $R_a$ (3.13) und Gleichstromwiderstand der Erregerwicklung $R_f$ (3.14) . . . . .	84
4.2.9	Leerlauf-Kurzschluss-Verhältnis $K_c$ (3.18) . . . . .	85
4.2.10	Transient-Leerlaufzeitkonstante der Längsachse $\tau'_{d0}$ (3.19) und Subtransient-Leerlaufzeitkonstante der Längsachse $\tau''_{d0}$ (3.21) . . . . .	85
4.2.11	Transient-Kurzschlusszeitkonstante der Längsachse $\tau'_d$ (3.20) und Subtransient-Kurzschlusszeitkonstante der Längsachse $\tau''_d$ (3.22) . . . . .	85
4.2.12	Transient-Leerlaufzeitkonstante der Querachse $\tau'_{q0}$ (3.23) und Subtransient-Leerlaufzeitkonstante der Querachse $\tau''_{q0}$ (3.25) . . . . .	85
4.2.13	Transient-Kurzschlusszeitkonstante der Querachse $\tau'_q$ (3.24) und Subtransient-Kurzschlusszeitkonstante der Querachse $\tau''_q$ (3.28) . . . . .	86
4.2.14	Anker-Kurzschlusszeitkonstante $\tau_a$ (3.29). . . . .	86
4.3	Übersicht über die Messverfahren (5, A). . . . .	86
4.4	Prüfverfahren (6) . . . . .	87
4.4.1	Prüfbedingungen (6.1.3) . . . . .	87

4.4.2	Bezugsgrößen (6.1.4) . . . . .	87
4.4.3	Vereinbarungen und Annahmen (6.1.5) . . . . .	88
4.4.4	Leerlaufversuch (6.4) . . . . .	88
4.4.5	Leerlaufkennlinie (6.4.2) . . . . .	88
4.4.6	Kurzschlusskennlinie (6.5.2) . . . . .	89
4.4.7	Übererregungsversuch bei Leistungsfaktor null (6.7) . . . . .	89
4.4.8	Gegenerregungsversuch (6.8) . . . . .	89
4.4.9	Messung des Polradwinkels unter Last (6.9) . . . . .	89
4.4.10	Versuch mit kleinem Schlupf (6.10) . . . . .	90
4.4.11	Dreiphasiger Stoßkurzschluss (6.11) . . . . .	90
4.4.12	Versuch mit wiederkehrender Spannung (6.12) . . . . .	91
4.4.13	Gleichstrom-Abklingversuch der Ankerwicklung bei Stillstand (6.14) . . . . .	91
4.4.14	Versuch mit angelegter Spannung bei Läuferstellung in Längs- und in Querachse (6.15) . . . . .	91
4.4.15	Versuch mit angelegter Spannung und beliebiger Winkelstellung des Läufers (6.16) . . . . .	92
4.4.16	Versuch mit Einphasen-Spannung an den drei Wicklungssträngen (6.17) . . . . .	92
4.4.17	Unsymmetrischer zweipoliger Dauerkurzschlussversuch (6.18) . . . . .	93
4.4.18	Dauerkurzschlussversuch mit zwei untereinander und mit dem Sternpunkt kurzgeschlossenen Wicklungssträngen (6.19) . . . . .	93
4.4.19	Feldstrom-Abklingversuch mit offener Ankerwicklung (6.21) . . . . .	93
4.4.20	Auslaufversuch im Leerlauf (6.23) . . . . .	94
4.4.21	Asynchroner Betrieb mit reduzierter Spannung (6.25) . . . . .	94
4.4.22	Versuch mit einer Spannung variabler Frequenz im Stillstand (6.27) . . . . .	94
4.5	Bestimmung der Kenngrößen (7) . . . . .	95
4.5.1	Dreiphasiger Stoßkurzschlussversuch (7.1.2) . . . . .	95
4.5.2	Versuch mit wiederkehrender Spannung (7.1.3) . . . . .	99
4.5.3	Synchron-Querreaktanz aus dem Gegenerregungsversuch (7.5.1) . . . . .	100
4.5.4	Synchron-Querreaktanz aus dem Versuch mit kleinem Schlupf (7.5.2) . . . . .	102
4.5.5	Synchron-Querreaktanz aus der Messung des Polradwinkels unter Last (7.5.3) . . . . .	102
4.5.6	Bestimmung der Nullreaktanz aus dem Versuch mit Einphasen- Spannung an den drei Wicklungssträngen (7.8.1) . . . . .	102
4.5.7	Inversreaktanz (7.9.1) und Inverswiderstand (7.14.1) aus unsymmetrischem zweipoligem Dauerkurzschluss . . . . .	103
4.5.8	Potier-Reaktanz (7.11) . . . . .	104
4.5.9	Transient-Leerlaufzeitkonstante aus dem Feldstrom-Abklingversuch bei offener Ankerwicklung bei Bemessungsdrehzahl (7.17.1) . . . . .	104
4.5.10	Anker-Kurzschlusszeitkonstante (7.24) . . . . .	104

4.5.11	Anlauf- und Trägheitszeitkonstante aus dem Auslaufversuch im Leerlauf (7.25) . . . . .	105
4.5.12	Bemessungserregerstrom mit Potier-Diagramm (7.26.2) . . . . .	106
4.5.13	Bemessungserregerstrom mit ASA-Diagramm (7.26.3) . . . . .	107
4.5.14	Bestimmung des Bemessungs-Erregerstroms aus dem Schweden- Diagramm (7.26.4). . . . .	107
<b>5</b>	<b>IEC 60034-5 Schutzarten aufgrund der Gesamtkonstruktion von drehenden elektrischen Maschinen (IP-Code).</b> . . . . .	<b>108</b>
5.1	Schutzgrade – erste Kennziffer (5, 9) . . . . .	109
5.2	Schutzgrade – zweite Kennziffer (6, 10) . . . . .	110
5.3	Offene, wettergeschützte Maschinen (11) . . . . .	110
<b>6</b>	<b>IEC 60034-6 Einteilung der Kühlverfahren (IC-Code)</b> . . . . .	<b>111</b>
6.1	Bezeichnungssystem (3) . . . . .	111
6.1.1	Vereinfachte Bezeichnung . . . . .	112
6.1.2	Vollständige Bezeichnung . . . . .	112
6.2	Angabe auf dem Leistungsschild. . . . .	113
<b>7</b>	<b>IEC 60034-7 Klassifizierung der Bauarten, der Aufstellungsarten und der Klemmenkastenlage (IM-Code)</b> . . . . .	<b>114</b>
7.1	Anwendungsbereich (1) . . . . .	114
7.2	Begriffe (1.2) . . . . .	114
7.3	Code I (alphanumerische Bezeichnung) (2) . . . . .	114
7.4	Code II (numerische Bezeichnung) (3) . . . . .	115
7.5	Lage des Klemmenkastens . . . . .	116
<b>8</b>	<b>IEC 60034-8 Anschlussbezeichnungen und Drehsinn</b> . . . . .	<b>117</b>
8.1	Gültigkeit, Anwendung und Zweck der Norm (1) . . . . .	117
8.2	Begriffe, Definitionen, Symbole, Regeln und Darstellungen (3) . . . . .	118
<b>9</b>	<b>IEC 60034-9 Geräuschgrenzwerte</b> . . . . .	<b>119</b>
<b>10</b>	<b>IEC 60034-11 Thermischer Schutz.</b> . . . . .	<b>122</b>
10.1	Schutz gegen langsame thermische Überlastung (5) . . . . .	123
10.2	Schutz gegen schnelle thermische Überlastung (6) . . . . .	124
<b>11</b>	<b>IEC 60034-12 Anlaufverhalten von Drehstrommotoren mit Käfigläufer ausgenommen polumschaltbare Motoren.</b> . . . . .	<b>126</b>

<b>12</b>	<b>IEC 60034-14 Mechanische Schwingungen von bestimmten Maschinen mit Achshöhen von 56 mm und höher – Messung, Bewertung und Grenzwerte der Schwingstärke</b> . . . . .	129
12.1	Messgrößen und Messbedingungen. . . . .	130
12.2	Maschinenaufstellung . . . . .	133
12.3	Grenzwerte der Lagergehäuseschwingungen . . . . .	135
<b>13</b>	<b>IEC 60034-15 Steh-Stoßspannungspegel von Formspulen im Ständer drehender Wechselstrommaschinen</b> . . . . .	137
13.1	Anwendungsbereich (1). . . . .	139
13.2	Normative Verweisungen (Bibliografie) . . . . .	139
13.3	Stichprobenprüfung (2.1). . . . .	140
13.4	Stückprüfung (2.2). . . . .	140
13.5	Bemessungsstoßspannungen (3) . . . . .	140
13.6	Stoßspannungsprüfung der Windungsisolierung (4.2) . . . . .	141
13.7	Blitzstoßspannungsprüfung der Hauptisolierung (4.3) . . . . .	142
13.8	Wechselspannungsprüfung der Hauptisolierung (4.4). . . . .	142
13.9	Direkte Prüfung von Maschinenwicklungen (Anhang A). . . . .	143
<b>14</b>	<b>IEC 60034-16-x Erregersysteme für Synchronmaschinen</b> . . . . .	144
<b>15</b>	<b>IEC/TS 60034-17 Umrichtergespeiste Induktionsmotoren mit Käfigläufer – Anwendungsleitfaden</b> . . . . .	145
<b>16</b>	<b>IEC 60034-18-x Funktionelle Bewertung von Isoliersystemen</b> . . . . .	146
16.1	IEC 60034-18-1 Allgemeine Richtlinien. . . . .	148
16.1.1	Einleitung. . . . .	148
16.1.2	Begriffe (3) . . . . .	149
16.1.3	Allgemeine Feststellungen zur funktionellen Bewertung (4) . . . . .	150
16.1.4	Thermische Funktionsprüfungen (5) . . . . .	152
16.1.5	Elektrische Funktionsprüfung (6) . . . . .	154
16.1.6	Mechanische Funktionsprüfung (7). . . . .	156
16.1.7	Funktionsprüfungen zu Umgebungseinflüssen (8) . . . . .	156
16.1.8	Funktionsprüfungen mit mehreren Einflussgrößen (9) . . . . .	156
16.2	IEC 60034-18-21 Prüfverfahren für Runddrahtwicklungen – thermische Bewertung und Klassifizierung. . . . .	157
16.3	IEC 60034-18-22 Prüfverfahren für Runddrahtwicklungen – Klassifizierung von Änderungen und Substitutionen von Systemkomponenten. . . . .	159

16.4	IEC 60034-18-31 Prüfverfahren für Wicklungen mit vorgeformten Elementen – Thermische Bewertung und Klassifizierung von Isoliersystemen für Maschinen . . . . .	159
16.4.1	Allgemeine Feststellungen. . . . .	159
16.4.2	Prüfobjekte und Prüflinge . . . . .	160
16.4.3	Thermischer Alterungs-Unterzyklus . . . . .	160
16.4.4	Diagnostischer Unterzyklus. . . . .	161
16.5	IEC 60034-18-32 Prüfverfahren für Wicklungen mit vorgeformten Elementen – Elektrische Bewertung von Isoliersystemen für drehende elektrische Maschinen . . . . .	162
16.6	IEC/TS 60034-18-33 Prüfverfahren für Wicklungen mit vorgeformten Elementen – Multifunktionelle Bewertung von Isoliersystemen für drehende Maschinen bei gleichzeitiger thermischer und elektrischer Beanspruchung . . . . .	163
16.7	IEC 60034-18-34 Prüfverfahren für Wicklungen mit vorgeformten Elementen – Bewertung der thermomechanischen Belastbarkeit von Isoliersystemen . . . . .	164
16.8	IEC 60034-18-41 Bewertung und Qualifizierung von Typ-I-Isoliersystemen (teilentladungsfrei) für drehende elektrische Maschinen, gespeist von Spannungs-Zwischenkreisumrichtern. . . . .	166
16.9	IEC 60034-18-42 Bewertung und Qualifizierung von Typ-II-Isoliersystemen (teilentladungsbeständig) für drehende elektrische Maschinen, gespeist von Spannungs-Zwischenkreisumrichtern. . . . .	167
<b>17</b>	<b>IEC 60034-19 Besondere Prüfverfahren für Gleichstrommaschinen, betrieben an gleichrichtergespeisten Leistungsversorgungen oder anderen Gleichstromquellen . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>18</b>	<b>IEC/TS 60034-20-1 Servomotoren – Schrittmotoren . . . . .</b>	<b>170</b>
18.1	Dimensionen . . . . .	171
18.2	Prüfung, Betriebsverhalten . . . . .	171
<b>19</b>	<b>IEC 60034-22 Wechselstromgeneratoren für Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren . . . . .</b>	<b>172</b>
<b>20</b>	<b>IEC 60034-23 Reparatur, Überholung und Sanierung. . . . .</b>	<b>173</b>
20.1	Anwendungsbereich (1). . . . .	173
20.2	Begriffe (3) . . . . .	174
20.3	Allgemeine Grundsätze (4) . . . . .	174
20.3.1	Anwendung gültiger Normen (4.1) . . . . .	174



20.3.2	Anwendungen in gefährdeten Bereichen (4.2)	174
20.3.3	Spezielle Anwendungen (4.3)	174
20.3.4	Wirkungsgrad (4.4)	174
20.3.5	Wirtschaftlichkeit (4.5)	175
20.3.6	Lebensende und Recycling (4.6)	175
20.3.7	Kreislaufwirtschaft (4.7)	175
20.4	Allgemeine Anforderungen der Reparatur (5)	176
20.4.1	Anwendung (5.1)	176
20.4.2	Reparatureinrichtung (5.2)	176
20.4.3	Arbeitsumfang (5.3)	176
20.4.4	Qualitätsplan (5.5)	176
20.4.5	Kundeninformationen (5.6)	177
20.4.6	Dokumentation (5.7)	177
20.5	Inspektion, Prüfung und Bewertung der montierten Maschine (6)	178
20.5.1	Sichtkontrolle (6.1)	178
20.5.2	Prüfung vor der Demontage (6.2)	178
20.5.3	Prüfung der Ständer- und der Läuferwicklung (6.3)	178
20.5.4	Welle und Lager (6.4)	179
20.5.5	Zustand des Läuferkäfigs bzw. der Erregerwicklung (6.5)	179
20.6	Inspektion, Prüfung und Bewertung der demontierten Maschine (7)	180
20.6.1	Allgemein (7.1)	180
20.6.2	Reinigung (7.2)	180
20.6.3	Sichtkontrolle (7.3)	180
20.6.4	Luftspalt (7.4)	180
20.6.5	Belüftungssystem (7.5)	180
20.6.6	Ständer (7.6)	181
20.6.7	Läufer (7.7)	181
20.6.8	Schleifringe (7.8)	182
20.6.9	Bürsten und Bürstenhalter (7.9)	182
20.6.10	Wälzlager (7.10)	182
20.6.11	Gleitlager (7.11)	182
20.6.12	Dichtungen und Labyrinthdichtungen (7.12)	182
20.7	Reparatur (8)	183
20.7.1	Wicklungskontrolle (8.1)	183
20.7.2	Untersuchung der Blechpakete (8.2)	183
20.7.3	Neuwicklung (8.3)	184
20.7.4	Komponenten (8.4)	185
20.7.5	Läufer (8.5)	186
20.7.6	Wellen (8.6)	187
20.7.7	Lager (8.7)	187

20.7.8	Schmierung (8.8) . . . . .	187
20.7.9	Heizelemente (8.9). . . . .	187
20.7.10	Temperatursensoren (8.10) . . . . .	188
20.7.11	Schutz gegen Korrosion und das Eindringen von Fremdkörpern (8.11)	188
20.7.12	Klemmkästen und Anschlüsse (8.12) . . . . .	188
20.8	Abschließende Prüfungen (9) . . . . .	188
20.8.1	Prüfmittel (9.1) . . . . .	188
20.8.2	Isolationswiderstand (9.2) und Wicklungswiderstand (9.3) . . . . .	188
20.8.3	Leerlaufprüfung (9.4) . . . . .	188
20.8.4	Markierung der magnetischen Mitte (nach Absprache) (9.5) . . . . .	189
20.8.5	Prüfung mit blockiertem Rotor (9.6) . . . . .	189
20.8.6	Motorvollastprüfung (9.7) . . . . .	189
20.8.7	Blindleistungserwärmung (nach Absprache) (9.8) . . . . .	189
20.9	Zusätzliche Anforderungen an Gleichstrommaschinen (10) . . . . .	189
20.9.1	Allgemein (10.1) . . . . .	189
20.9.2	Inspektion, Prüfung und Bewertung einer montierten Gleichstrommaschine (10.2) . . . . .	189
20.9.3	Inspektion, Prüfung und Bewertung einer demontierten Gleichstrommaschine (10.3) . . . . .	190
20.9.4	Reparaturarbeiten (10.4) . . . . .	191
20.9.5	Abschließende Prüfungen der Gleichstrommaschine (10.5) . . . . .	192
20.10	Zusätzliche Anforderungen für Hochspannungs-Wechselstrommaschinen (nach Vereinbarung) (11) . . . . .	192
20.10.1	Inspektion und Prüfung montierter Hochspannungsmaschinen (11.1) .	192
20.10.2	Inspektion und Prüfung einer demontierten Hochspannungsmaschine (11.2) . . . . .	192
20.10.3	Abschließende Prüfungen der Hochspannungsmaschine (11.3) . . . . .	193
20.11	Zusätzliche Prüfungen für Hochspannungsgeneratoren (nach Vereinbarung) (12) . . . . .	193
20.12	Kundendokumentation und Übergabe (13) . . . . .	194
<b>21</b>	<b>IEC 60034-24 Erkennung und Diagnose von möglichen Schäden an den Aktivteilen drehender elektrischer Maschinen und von Lagerströmen . . . . .</b>	<b>195</b>
<b>22</b>	<b>IEC/TS 60034-25 Wechselstrommaschinen zur Verwendung in Antriebssystemen – Anwendungsleitfaden . . . . .</b>	<b>198</b>
22.1	Zweck und Gültigkeitsbereich . . . . .	198
22.2	Definition und Bestandteile des Systems „Drehzahlveränderbarer Antrieb“ . . . . .	199

22.3	Hinweise zu den Empfehlungen des Leitfadens . . . . .	200
22.3.1	Einflüsse durch die Schaltfrequenz des Umrichters (A.2). . . . .	200
22.3.2	Anforderungen an den Motor (4.4) . . . . .	201
22.3.3	Zusatzverluste durch Umrichterspeisung (5.1) . . . . .	201
22.3.4	Isolationsbeanspruchung der Motorwicklung (7.2). . . . .	202
22.3.5	Konsequenzen von zu hohen Lagerströmen (8.5) . . . . .	202
22.3.6	Zusätzliche Beanspruchung der Motorenisolierung von Standardmotoren für allgemeine Anwendungen (18.4). . . . .	203
<b>23</b>	<b>IEC 60034-26 Auswirkungen von Spannungsunsymmetrien auf das Betriebsverhalten von Drehstrom-Induktionsmotoren . . .</b>	<b>205</b>
23.1	Auswirkungen von Spannungsunsymmetrien auf das Betriebs- verhalten . . . . .	205
23.2	Leistungsminderung des Motors . . . . .	206
23.3	Bestimmung der symmetrischen Komponenten der Leiterspannungen $U_1, U_2, U_3$ eines Drehstromsystems. . . . .	206
<b>24</b>	<b>IEC 60034-27-x Elektrische Messungen an Wicklungsisolierungen</b>	<b>207</b>
24.1	IEC 60034-27-1 Offline-Teilentladungsmessungen an Ständer- wicklungsisolierungen drehender elektrischer Maschinen . . . . .	207
24.1.1	Einleitung und Anwendungsbereich (1) . . . . .	208
24.1.2	Begriffe und Definitionen (3) . . . . .	209
24.1.3	Eigenschaften von Teilentladungen (4) . . . . .	209
24.1.4	Messverfahren und Messgeräte (5) . . . . .	209
24.1.5	Visualisierung der Messungen (6) . . . . .	209
24.1.6	Messaufbau (7) . . . . .	210
24.1.7	Normalisierung der Messungen (8) . . . . .	210
24.1.8	Prüfverfahren (9) . . . . .	211
24.1.9	Interpretation der Messergebnisse (10) . . . . .	211
24.1.10	Prüfbericht (11) . . . . .	212
24.1.11	Anhänge . . . . .	212
24.2	IEC/TS 60034-27-2 Online-Teilentladungsmessungen an der Ständerwicklungsisolierung drehender elektrischer Maschinen . . . . .	213
24.2.1	Einleitung . . . . .	213
24.2.2	Anwendungsbereich (1). . . . .	214
24.2.3	Eigenschaften von TE in drehenden Maschinen (4) . . . . .	214
24.2.4	Rauschen und Störungen (5) . . . . .	215
24.2.5	Messverfahren, Messgeräte (6) und Installation des Messsystems (7) .	215
24.2.6	Normalisierung der Messungen (8) . . . . .	215
24.2.7	Messverfahren (9) und Visualisierung (10) . . . . .	216

24.2.8	Auswertung von Online-Messungen (11) . . . . .	216
24.3	IEC 60034-27-3 Messung des dielektrischen Verlustfaktors an der Ständerwicklungsisolierung drehender elektrischer Maschinen . . . . .	217
24.3.1	Einleitung. . . . .	217
24.3.2	Anwendungsbereich (1). . . . .	217
24.3.3	Theorie und Messverfahren (4) . . . . .	218
24.3.4	Prüfverfahren (5) . . . . .	218
24.3.5	Prüfergebnisse (6) . . . . .	218
24.3.6	Prüfbericht (7) und Anhänge . . . . .	219
24.4	IEC 60034-27-4 Messung des Isolationswiderstands und des Polarisationsindex der Wicklungsisolierung drehender elektrischer Maschinen . . . . .	219
24.4.1	Einleitung und Anwendungsbereich (1) . . . . .	219
24.4.2	Komponenten des Isolationswiderstands und Einflussfaktoren (4). . . . .	220
24.4.3	Polarisationsindex (5) . . . . .	220
24.4.4	Messung (6) . . . . .	220
24.4.5	Auswertung der Messergebnisse (7) . . . . .	221
24.4.6	Grenzwerte für Isolationswiderstand und Polarisationsindex (8) . . . . .	221
24.4.7	Prüfbericht (9) und Anhänge . . . . .	221
<b>25</b>	<b>IEC 60034-28 Prüfverfahren zur Bestimmung der Größen in Ersatzschaltbildern dreiphasiger Niederspannungs- Kurzschlussläufer-Induktionsmotoren . . . . .</b>	<b>222</b>
<b>26</b>	<b>IEC 60034-29 Verfahren der äquivalenten Belastung und Überlagerung – Indirekte Prüfung zur Ermittlung der Übertemperatur . . . . .</b>	<b>224</b>
26.1	Überlagerungsverfahren . . . . .	224
26.1.1	Allgemeine Grundsätze . . . . .	224
26.1.2	Schätzung der Übertemperatur aus Prüfungen mit verminderter Belastung . . . . .	225
26.2	Induktionsmotoren. . . . .	225
26.2.1	Verfahren mit verminderter Spannung und Bemessungsstrom . . . . .	225
26.2.2	Ermittlung der Übertemperatur durch Berechnungsverfahren . . . . .	226
26.2.3	Ermittlung der Übertemperatur durch grafisches Verfahren . . . . .	226
26.2.4	Verfahren mit Bemessungsspannung und verminderter Last . . . . .	226
26.2.5	Verfahren mit verminderter Spannung und vermindertem Strom . . . . .	226
26.3	Synchronmaschinen. . . . .	227
26.3.1	Verfahren mit offenen Klemmen, bei Kurzschluss und ohne Erregung . . . . .	227
26.3.2	Verfahren mit Leistungsfaktor null und Betrieb bei offenen Klemmen . . . . .	227

26.4	Gleichstrommaschinen . . . . .	227
26.5	Verfahren mit äquivalenter Belastung . . . . .	228
<b>27</b>	<b>IEC 60034-30-x Wirkungsgrad-Klassifizierung von Drehstrommotoren (IE-Code) . . . . .</b>	<b>229</b>
27.1	Allgemeine Festlegungen . . . . .	229
27.2	Anwendungsbereich . . . . .	231
27.3	Anbauteile . . . . .	232
27.4	Messverfahren . . . . .	233
27.5	Spannungsbereich . . . . .	233
27.6	Stempelwerte und Toleranz . . . . .	234
27.7	Wirkungsgradtabellen . . . . .	234
27.8	Interpolation von Verlusten und Wirkungsgrad . . . . .	235
<b>28</b>	<b>IEC/TS 60034-31 Leitfaden für die Auswahl und Anwendung von energieeffizienten Motoren einschließlich drehzahlveränderlichen Antrieben . . . . .</b>	<b>236</b>
<b>29</b>	<b>IEC/TS 60034-32 Messung von Wicklungskopfschwingungen an Formspulen im Ständer . . . . .</b>	<b>237</b>
29.1	Einleitung . . . . .	237
29.2	Anwendungsbereich (1) . . . . .	237
29.3	Ursachen und Auswirkungen von Wicklungskopfschwingungen (4) . .	238
29.4	Messung der Strukturdynamik von Wicklungsköpfen im Stillstand (5)	238
29.5	Messung von Wicklungskopfschwingungen während des Betriebs (6)	239
29.6	Wiederholungsmessungen zur Erkennung der Strukturveränderung (7) . . . . .	240
<b>30</b>	<b>IEC/TS 61800-8 Elektrische Leistungsantriebe mit einstellbarer Drehzahl – Teil 8: Festlegung der Spannung an Stromversorgungsschnittstellen . . . . .</b>	<b>241</b>
30.1	Gültigkeitsbereich . . . . .	242
30.2	Beschreibungsstruktur und grundsätzliche Voraussetzungen . . . . .	243
30.3	Anwendung . . . . .	244
30.4	Beispielhafte Anwendung der Ausarbeitung . . . . .	244
<b>31</b>	<b>IEC 61800-9-x Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 9-x: Energieeffizienz und Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen . . . . .</b>	<b>246</b>

31.1	IEC 61800-9-1 Energieeffizienz für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen – Allgemeine Anforderungen für die Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) und semi-analytischen Modellen . . .	246
31.1.1	Verantwortlichkeiten und Aufgaben der beteiligten Interessenträger . .	247
31.1.2	Verantwortlichkeiten der technischen Normungskomitees . . . . .	248
31.1.3	Elemente des erweiterten Produktansatzes (EPA) und Anforderungen an die semianalytischen Modelle (SAM) . . . . .	249
31.2	IEC 61800-9-2 Energieeffizienz für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen – Allgemeine Anforderungen an das semianalytische Modell des elektrischen Antriebs (Motorsystem). . . . .	250
31.2.1	Semianalytisches Modell (SAM) des elektrischen Antriebssystems. . .	250
31.2.2	Konzept des Referenzantriebssystems (RPDS) und seiner Referenzkomponenten (RCDM und RM) . . . . .	252
31.2.3	Begrenzung der Anzahl zu verwendender Arbeitspunkte im erweiterten Produktansatz . . . . .	253
31.2.4	Verknüpfung der semianalytischen Modelle (SAM) von elektrischem Antrieb und Arbeitsmaschine . . . . .	255
31.2.5	Ermittlung der Verlustanteile des Motorsystems. . . . .	256
<b>32</b>	<b>IEC 60072-x Maße und Leistungsreihen für drehende elektrische Maschinen sowie EN 50347 Drehstrominduktionsmotoren für den Allgemeingebrauch mit standardisierten Abmessungen und Leistungen – Baugrößen 56 bis 315 und Flanschgrößen 65 bis 740</b>	<b>257</b>
<b>33</b>	<b>DIN 42925 Einführungen in den Anschlusskasten für Drehstrommotoren 400 V bis 690 V. . . . .</b>	<b>259</b>
<b>34</b>	<b>Normungsarbeit. . . . .</b>	<b>260</b>
34.1	Internationale Normung (IEC). . . . .	261
34.2	Europäische Normung (CENELEC) . . . . .	261
34.3	Deutsche Normung (DKE) . . . . .	261
34.3.1	K 311 Drehende Elektrische Maschinen . . . . .	261
34.3.2	UK 311.1 Leistungen und Abmessungen. . . . .	261
34.4	Abkürzungen . . . . .	262
34.5	Stand der Normung . . . . .	263
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>271</b>