

DIN EN 60034-34
(VDE 0530-34)
DIN

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.

VDE

ICS 29.160.30

Einsprüche bis 2018-08-22

Entwurf
Drehende elektrische Maschinen –
Teil 34: Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke
(IEC 2/1881/CD:2017); Text Deutsch und Englisch

Rotating electrical machines –
 Part 34: AC adjustable speed rolling mill motors
 (IEC 2/1881/CD:2017); Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-06-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 144 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

	Inhalt	Seite
	Nationales Vorwort.....	7
1	Anwendungsbereich	8
2	Normative Verweisungen	8
3	Begriffe	8
3.1	Begriffe zu Motoren für Walzwerke	8
3.2	Begriffe zu Synchronmotoren	12
3.3	Begriffe zu Induktionsmotoren.....	13
3.4	Begriffe zu veränderbarer Drehzahlregelung und Walzbetrieb	14
3.5	Begriffe zu Antriebssystem mit veränderbarer Drehzahl.....	15
3.6	Begriffe zu Überwachungs- und Schutzsequenzen	16
3.7	Begriffe zu Motormontage und Probetrieb vor Ort	16
3.8	Begriffe zu Prüfungen.....	16
3.9	Begriffe zum Zubehör	17
4	Bestimmung der Klemmenspannung	17
5	Betriebsart und Temperaturklasse	19
5.1	Allgemeines	19
5.2	Auswahl des Walzbetriebsmodells.....	20
5.3	Bewertung der Abweichung der Wicklungstemperatur während eines Walzzyklus.....	20
5.4	Auswahl von Betriebsart S1 oder S9.....	20
5.5	Auswahl der Übertemperatur der Klasse B oder der Klasse F	21
5.6	Grenze für die Dauer der Stromüberlastung auf Grundlage der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus für Effektivstrom von 100 %.....	22
6	Dauerhafte Überlastbarkeit.....	23
6.1	Allgemeines	23
6.2	Index der thermischen Lebensdauer für die Schätzung des TL-Werts mit vereinfachter Methode.....	25
6.3	Schätzung der relativen thermischen Lebensdauer mit der genauen Methode.....	25
6.4	Index der thermischen Lebensdauer für die Bestimmung des TL-Werts mit der genauen Methode.....	26
7	Mechanische Anforderungen	26
7.1	Allgemeines	26
7.2	Mechanische Festigkeit für die Welle und andere Kraftübertragungsteile hinsichtlich Drehbewegungen.....	26
7.3	Durch den Motorsockel übertragene Schwingung	26
7.4	Tangentialkräfte auf Läufer und Ständer	26
7.5	Schublast.....	26

7.6	Die Radiallast für Lager.....	27
7.7	Schleuderdrehzahl	27
7.8	Befestigung des Ständer-Spulenendes	27
7.9	Konstruktion zum Verschieben des Ständers für die Wartungsprüfung	27
7.10	Anwendung der Montagekennzeichnung.....	27
7.11	Läufer- oder Dämpferstäbe und Kurzschlussringe	27
8	Durchschlagfestigkeit	28
8.1	Allgemeines	28
8.2	Dielektrische Prüfung	28
8.3	Durchschlagfestigkeit	28
9	Werkprüfung und Betriebsprüfung vor Ort	29
9.1	Werkprüfung.....	29
9.2	Vorbereitung für Probetrieb vor Ort.....	29
9.3	Probetrieb ohne Kopplung vor Ort	31
9.4	Leerlaufkennlinienprüfung vor Ort.....	32
9.5	Beschleunigungs- und Entschleunigungsprüfung vor Ort.....	33
10	Erdung.....	33
10.1	Allgemeines.....	33
10.2	Schutz vor Lagerströmen	33
10.3	Schutzerde (PE, en: protective earth).....	33
10.4	Funktionserde (FE, en: functional earth).....	33
Anhang A (normativ)	Kurzfristige Überlastbarkeit	35
A.1	Allgemeines.....	35
A.2	Festlegung der häufig angewendeten kurzfristigen Überlastbarkeit Art-1	35
A.3	Festlegung der häufig angewendeten kurzfristigen Überlastbarkeit Art-2	38
Anhang B (normativ)	Bestimmung des Walzbetriebsmodells	41
B.1	Allgemeines.....	41
B.2	Walzbetriebsmodell für reversierbares Warmwalzen.....	41
B.3	Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Warmwalzen von Feinblechen	42
B.4	Walzbetriebsmodell für Stranggießanlagen, die direkt mit kontinuierlichen Warmwalzwerken verbunden sind.....	43
B.5	Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Warmwalzen in Drahtwalzstraßen.....	44
B.6	Walzbetriebsmodell für reversierbare Kaltwalzwerke	45
B.7	Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Kaltwalzen	46
B.8	Betriebsmodell für Haspeln und Spulen.....	47
Anhang C (normativ)	Bestimmung der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus	49
C.1	Allgemeines.....	49
C.2	Vereinfachte Methode für die Schätzung der Abweichung der Wicklungstemperatur zwischen Höchst- und Mittelwerte in einem Walzzyklus.....	49
C.3	Genaue Methode für die Schätzung der Abweichung der Wicklungstemperatur zwischen	

Höchst- und Mittelwerte in einem Walzzyklus	51
Anhang D (informativ) Bewertung der verringerten Lebensdauer der Isolierung	55
Anhang E (informativ) Steuersystemkonfiguration für die Annahme von Induktionsmotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke	57
E.1 Modell des Induktionsmotors und Konfiguration des Steuergeräts	57
E.2 Bedeutung der Beschleunigungs- und Entschleunigungsprüfungen	61
Anhang F (informativ) Steuersystemkonfiguration für die Annahme von Synchronmotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke	62
F.1 Konfiguration des Steuergeräts und Modell der Synchronmaschine	62
F.2 Bedeutung der Beschleunigungs- und Entschleunigungsprüfungen	66
F.3 Prüfung zur Bestätigung der Position des magnetischen Pols	66
Anhang G (informativ) Mensch-Maschine-Schnittstelle für Wartungszwecke	68
G.1 Allgemeines	68
G.2 Empfohlene Anwenderschnittstelle für Induktionsmotoren	68
G.3 Empfohlene Anwenderschnittstelle für Synchronmotoren	69
Anhang H (informativ) Aufzeichnung der Leerlaufkennlinienprüfung bei der gekoppelten Abnahmeprüfung	71
Anhang I (normativ) Anwendung der Montagekennzeichnung bei Sonderfällen von Walzwerkmotoren	74
I.1 Allgemeines	74
I.2 Anwendung des IM-Codes bei der Walzwerkkonfiguration mit Doppelantrieb	74
I.3 Anwendung des IM-Codes beim Einfügen eines Unterbaus unter den Motorsockel zum Anheben der Motorwellenmitte	75
I.4 Kopplungsversorgung bei zylindrischen Wellenenden	76
I.5 Einführung des spezifischen IM-Codes der IM9800er und IM9900er für Walzwerkmotoren zusammen mit dem Überarbeitungsentwurf von IEC 60034-7	76
Literaturhinweise	78
1 Technischer Hintergrund und Zusammenfassung	78
2 Entsprechende internationale Normen	78
3 In Bezug genommene Normen	78
Bilder	
Bild 1 – Beispiel für die Klemmenspannung eines Induktionsmotors im Vergleich zur Drehzahl	18
Bild 2 – Beispiel für die Klemmenspannung eines Synchronmotors im Vergleich zur Drehzahl	19
Bild 3 – Auswahl der Übertemperatur des Motors auf Grundlage der Temperaturabweichung in einem Walzzyklus und der Schocklast-/Schwingungsbedingungen	22
Bild 4 – Beispiel für eine Grenze für die Dauer der Stromüberlastung auf Grundlage der Abweichung der Wicklungstemperatur zwischen Höchst- und Mittelwert in einem Walzzyklus für Effektivstrom von 100 %	23
Bild 5 – Beispiel für einzelne konstante Lasten mit 115 % Dauerüberlast	26
Bild 6 – 2-stufige Stromrichter-Konfiguration, Wellenform und Stoßspannung beim Schalten	28
Bild 7 – 3-stufige Stromrichter-Konfiguration, Wellenform und Stoßspannung beim Schalten	29
Bild 8 – Beispiel für eine Schutzterde und eine Funktionserde	34
Bild A.1 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A	36

Bild A.2 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B	37
Bild A.3 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A	39
Bild A.4 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B	40
Bild B.1 – Walzbetriebsmodell für reversierbares Warmwalzen	42
Bild B.2 – Walzbetrieb für kontinuierliches Warmwalzen von Feinblechen	43
Bild B.3 – Walzbetrieb für Stranggießanlagen, die direkt mit kontinuierlichen Warmwalzwerken für Feinbleche verbunden sind	44
Bild B.4 – Typisches Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Warmwalzen in Drahtwalzstraßen	45
Bild B.5 – Typisches Walzbetriebsmodell für reversierbare Kaltwalzwerke	46
Bild B.6 – Typisches Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Kaltwalzen	47
Bild B.7 – Typisches Walzbetriebsmodell für Haspeln und Spulen	48
Bild C.1 – Übertemperatur an der Wicklung als Sprungantwort des Verzögerungssystems 1. Ordnung mit der Temperaturanstiegszeitkonstanten von T der Wicklung	49
Bild C.2 – Ergebnis der numerischen Berechnung für die Bedingung in Tabelle C.1	51
Bild C.3 – Einführung der äquivalenten rechteckigen Stromwellenform	51
Bild C.4 – Abweichung von Drehmoment, Drehzahl und Stromstärke in einem Walzzyklus bei einem Motor in der Fertigstraße eines Warmbandwalzwerks	52
Bild C.5 – Beispiel für die Schätzung der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus mithilfe der genauen Methode	53
Bild D.1 – Beispiel für Oberflächenriss in der Spulenisolierung des Ständers infolge von wiederholter mechanische Beanspruchung	56
Bild E.1 – Beispielskonfiguration eines Induktionsmotors (IM)-Steuerungssystems	59
Bild F.1 – Kompensationsgrundsatz der Ankerrückwirkung	63
Bild F.2 – Beispielskonfiguration eines Synchronmotor (SM)-Steuerungssystems	64
Bild F.3 – Beispiel für Wellenformen des Ankerstroms und des Erregerstroms für Synchronmotoren mit veränderbarer Drehzahl in Walzwerken mit reversierbarer Drehrichtung	65
Bild G.1 – Beispiel einer Anwenderschnittstelle zur Überwachung des d/q-Stromrichter-Modells eines Induktionsmotors (IM)	68
Bild G.2 – Beispiel einer Anwenderschnittstelle zur Überwachung eines Induktionsmotors (IM)	69
Bild G.3 – Beispiel einer Anwenderschnittstelle zur Überwachung des d/q-Stromrichter-Modells eines Synchronmotors (SM)	69
Bild G.4 – Beispiel einer Anwenderschnittstelle zur Überwachung eines Synchronmotors (SM)	70
Beispiel H.1 – Beispiel für die Prüfungsaufzeichnung der Leerlaufkennlinien einer gekoppelten Abnahmeprüfung bei Induktionsmotoren	72
Beispiel H.2 – Beispiel für die Prüfungsaufzeichnung der Leerlaufkennlinien einer gekoppelten Abnahmeprüfung bei Synchronmotoren	73
Bild I.1 – Anwendung des IM-Codes für eine Unten-Vorwärts-Konfiguration mit Doppelantrieb unter Verwendung der Basisschaltung für die Motoranlage	75
Bild I.2 – Anwendung des IM-Codes beim Einfügen eines Unterbaus unter den Motorsockel zum Anheben der Motorwellenmitte	76

Tabellen

Tabelle 1 – Verkürzung der thermischen Lebensdauer aufgrund von Übertemperatur in einem Walzzyklus	21
Tabelle A.1 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A	36
Tabelle A.2 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B	38
Tabelle A.3 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A	39

Tabelle A.4 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B	40
Tabelle C.1 – Berechnungsbeispiel für wiederholten Überstrom von 225 % mit Effektivwert = 1,0	50
Tabelle C.2 – Beispiel für die Schätzung der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus mithilfe der genauen Methode.....	54
Tabelle I.1 – Spezifische IM-Code-Kennzeichnung von Walzwerkmotoren.....	77

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 2/1881/CD:2017 „Rotating electrical machines – Part 34: AC adjustable speed rolling mill 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 FprEN nur 6 Wochen 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 dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 311 „Drehende elektrische Maschinen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

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

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Drehende elektrische Maschinen – Teil 34: Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60034 gilt für alle Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke und legt die Anforderungen auf Grundlage der spezifischen Kenngrößen für Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke fest, die den holonomischen Zwangsbedingungen, wie der Orthonormalitätssteuerung zwischen dem magnetischen Fluss und dem Drehmomenteilstrom, geschuldet sind, unter denen die spezifischen Kenngrößen sich deutlich von denen bei herkömmlichen Wechselstrommotoren unterscheiden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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-, *Rotation electrical machines – Part 1: Rating and performance*

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

IEC 60034 5, *Rotation electrical machines – Part 5: Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-6, *Rotation electrical machines – Part 6: Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)*

IEC 60034-7, *Rotation electrical machines – Part 7: Rotating electrical machines – Part 7: Classification of types of construction, mounting arrangements and terminal box position (IM Code)*

IEC 60034-8, *Rotation electrical machines – Part 8: Rotating electrical machines – Part 8: Terminal markings and direction of rotation*

IEC 60201-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 61800-2, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable frequency a.c. power drive systems*

IEC 61800-4, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c. and not exceeding 35 kV*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe zu Motoren für Walzwerke

3.1.1

Wechselstrommotor mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke

Motor, der in Metallwalzwerkanwendungen zum Einsatz kommt.

Anmerkung 1 zum Begriff Wechselstrommotoren für Walzwerke haben die folgenden spezifischen Anforderungen.

- a) hohe kurzfristige Überlastbarkeit

b) robuste mechanische Konstruktion, um Drehmomenten und Schwingungen durch Schocklast standzuhalten

3.1.2

Bemessungsleistung

Ausgang in mechanischer Leistung, die an der Welle verfügbar ist und in Watt (W) angegeben werden muss.

Anmerkung 1 zum Begriff Zur Bezeichnung der an den Motorwellen zur Verfügung stehenden mechanischen Leistung ist es in einigen Ländern allgemeine Praxis, diese in „horsepower“ oder PS auszudrücken (1 hp = 745,7 W, 1 PS = 736 W)

[QUELLE: IEC 60034-1; 2010, 5.5.3]

3.1.3

Bemessung

Gesamtheit der Bemessungsgrößen und Betriebsbedingungen

[QUELLE: IEC 60034-1; 2010, 3.2]

3.1.4

Klemmenspannung

An den Motoranschlüssen gemessener Wert der Leistung

3.1.5

Bemessungsfrequenz (des Motors)

festgelegte Frequenz entsprechend der Bemessungsleistung des Motors

3.1.6

Grundfrequenz

Frequenz in Hertz der Bemessungsleistung des Wechselstrommotors mit veränderbarer Drehzahl. Die Grundfrequenz des Motors muss der Übergangspunkt vom Bereich des konstanten Drehmoments zum Bereich des verringerten Drehmoments, wenn eine Steuerung der Feldschwächung verwendet wird.

3.1.7

Spitzenfrequenz

maximale Auslegungsbetriebsfrequenz eines Wechselstrommotors mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke

3.1.8

Bemessungsstrom

Motorstrom bei Lieferung der Bemessungs-Ausgangsleistung

3.1.9

Bemessungsleistungsfaktor

Motorleistungsfaktor bei Lieferung der Bemessungs-Ausgangsleistung

3.1.10

Bemessungsdrehzahl

festgelegte Motordrehzahl zur Bestimmung der Bemessungs-Ausgangsleistung

3.1.11

Grunddrehzahl

größte Motordrehzahl, bei der der Motor dauerhaft das Bemessungsmoment liefern kann, und gleichzeitig die kleinste Motordrehzahl, um die Bemessungs-Ausgangsleistung zu bestimmen

Anmerkung 1 zum Begriff Die Grunddrehzahl ist der Übergangspunkt zwischen konstantem Drehmoment und Feldschwächbetrieb.

3.1.12

Spitzendrehzahl

festgelegte höchste Motordrehzahl über der Grunddrehzahl zur Bestimmung der Bemessungs-Ausgangsleistung

3.1.13

höchste sichere Drehzahl

maximale Drehzahl des Motors, die nicht zu mechanischer Deformation oder Beeinträchtigung im Dauerbetrieb führt.

3.1.14

Schleuderdrehzahl

Motordrehzahl, die die höchste sichere Motordrehzahl überschreitet

3.1.15

Rückwärtsbetrieb

Drehzahl ist der gewöhnlichen Motorumdrehung entgegengesetzt

3.1.16

nicht reversierbarer Betrieb

Betrieb nur in eine Drehrichtung

3.1.17

Stillstandsbetrieb

Betrieb, bei dem ein Drehmoment generiert wird, obwohl der Motor sich nicht dreht

Anmerkung 1 zum Begriff Es ist darauf zu achten, dass ein Überhitzen der Leistungshalbleiter des Stromrichters und der Schleifringe eines Synchronmotors vermieden wird.

3.1.18

Feldschwächungsbereich

Drehzahlbereich von Grund- zu Spitzendrehzahl, in dem der Maschinenfluss vom Wert des Bemessungsmoments reduziert wird

Anmerkung 1 zum Begriff IEC 60034-4, 2002, 3.4.5 verwendet einen ähnlichen Begriff: „Feldschwächbetrieb“.

3.1.19

Überlastbarkeit

Fähigkeit, einem Betrieb, der die Bemessungsleistung überschreitet, standzuhalten

Anmerkung 1 zum Begriff IEC 60034-1, 2010, 9.3.1, beschreibt eine „gelegentliche Stromüberlastung“, die während der Lebenszeit der Maschine nur wenige kurze Zeitabschnitte auftritt.

3.1.20

kurzfristige Überlastbarkeit

Fähigkeit für den Betrieb mit Kurzzeitüberlast, in dem das thermische Gleichgewicht nicht erreicht wird

3.1.21

dauerhafte Überlastbarkeit

Fähigkeit für Langzeitüberlast, in der das thermische Gleichgewicht erreicht wird

3.1.22

Überlast

Bedingung, in der die angeschlossene Last Leistung oder Drehmoment in einem Bereich der Überlastbarkeit oder darüber hinaus erfordert

3.1.23

Bemessungsmoment

Motordrehzahl bei Bemessungsleistung und -drehzahl

3.1.24

häufig angewendete Drehmomentüberlastung

größerer Drehmoment als der bemessene, der häufig als Teil des gewöhnlichen Walzbetriebs angewendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff Hierbei handelt es sich um einen Grenzwert für das Drehmoment im gewöhnlichen Walzprozess, der häufig angewendet werden darf, vorausgesetzt, der Effektivwert für den Laststrom ist nicht höher als 1,0 pu. Der Temperaturanstieg der Motorwicklung darf nicht den Bemessungstemperaturanstieg für diesen Betrieb überschreiten. Das allgemeine Effektivintervall beträgt 5 Minuten.

3.1.25

Bemessungsleistung

in die Bemessung eingeschlossene Leistung

[QUELLE: IEC 60034-1; 2010, 3.3]

3.1.26

häufig angewendete Überleistung

größere Leistung als die bemessene, die häufig als Teil des gewöhnlichen Walzbetriebs angewendet wird

3.1.27

Drehschwingung

Schwingung, die von einem transienten Drehmoment im Mehrmasse-Feder-System, bestehend aus Motor, Wellen und Kupplungen, Getriebe und Antriebsmaschine, verursacht wird

3.1.28

Schocklast

mechanische Stoßbelastung von einer externen Quelle

3.1.29

Schublast

mechanische Belastung auf die Lager in axialer Richtung

3.1.30

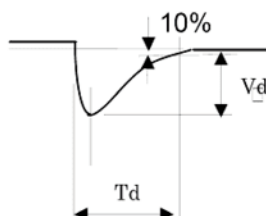
Radiallast

mechanische Belastung auf die Lager in radialer Richtung

3.1.31

Drehzahlabfall bei Stößen

Erscheinung, bei der die Walzgeschwindigkeit aufgrund einer unmittelbaren Laständerung wegen Stößen gegen die mechanische Ausrüstung vorübergehend abfällt. Eine Definition zum Umfang des Drehzahlabfalls ist im nachfolgenden Bild dargestellt.



$$\text{Drehzahlabfall bei Stößen} = \frac{\Delta V_d \cdot T_d}{2} \quad (\%s)$$

Dabei ist ΔV_d : Maximaler Drehzahlabfall
 T_d : Dauer des Drehzahlabfalls

3.1.32

Walzmoment, Lastmoment

Drehmoment der Motorleistung für das Metallwalzen und andere verbundene Lastanforderungen

3.1.33

Beschleunigungs- und Entschleunigungsmoment

verfügbares Drehmoment der Motorleistung zur Beschleunigung oder Entschleunigung der Antriebslast auf eine bestimmte Drehzahl

3.1.34

Motor mit Stehlager

Motor, der über eine separate Stehlager-Vorrichtung verfügt

3.1.35

Motor mit Lagerschild-Lager

Motor, dessen Lager auf den Motorrahmen montiert sind

3.1.36

gekoppelt

Zustand, in dem der Motor mittels einer mechanischen Vorrichtung oder Kopplung an die Antriebsmaschine angebunden ist

3.1.37

Gleitlager

Lager, bei dem die Lastfläche, die den Zapfen trägt, zylindrisch ist

3.1.38

Zapfen

Teil der Welle, an dem die Lastfläche mit dem Ring des Lagers in Berührung kommt

3.2 Begriffe zu Synchronmotoren

3.2.1

Erregermaschine

Gleichstromversorgung für Erregerstrom und Feldsteuerung

3.2.2

induzierte elektromotorische Kraft, EMK

von elektromagnetischer Induktion erzeugte Kraft

3.2.3

Erregerstrom

Strom, der durch die Feldwicklung fließt

3.2.4

Leerlauf-Kurzschlussverhältnis

Verhältnis der Erregerstromstärke, die erforderlich ist, um Bemessungsankerspannung bei Bemessungsdrehzahl und im Leerlauf zur Erregerstromstärke, die erforderlich ist, um den Kurzschlussstrom aufrechtzuhalten, der im Falle eines Dreiphasen-Kurzschlusses an den Ankeranschlüssen in einem Synchronmotor dem Bemessungsankerstrom entspricht

3.2.5

Kurzschlussstrom

der aufgrund eines Kurzschlusses der Motoranschlüsse fließende Strom

3.2.6

synchrone Drehzahl

Motordrehzahl, die von der Frequenz und der Anzahl der Pole des Motors abhängig ist

Anmerkung 1 zum Begriff **IEC 60034-1**, 2010 verwendet diesen Begriff, liefert aber keine Definition. Bei Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl liegt die Frequenz nicht konstant bei 50 oder 60 Hertz.

3.2.7

Belastungswinkel

Phasenwinkel zwischen der inneren synchronen Reaktanzspannung und der von der Ausgangsleistung bestimmten Motorklemmenspannung

Anmerkung 1 zum Begriff Im Generatorbetrieb eilt die interne synchrone Reaktanzspannung der Motorklemmenspannung nach, im Motorbetrieb ist die Polarität umgekehrt.

3.2.8

Ankerrückwirkung

Erscheinung, bei der sich der magnetische Fluss des Luftspalts aufgrund des Ankerstroms ändert

3.2.9

Streureaktanz

Reaktanz aufgrund von Streufluss

3.2.10

synchrone Reaktanz

Reaktanzwert von jeder EMK-Phase, geteilt durch jeden Phasenstrom während des stationären Betriebszustands des Synchronmotors

3.2.11

Ständerwicklung

Wicklung auf dem Ständer eines Motors

3.2.12

Läuferwicklung

Wicklung auf dem Läufer zur Erregung der magnetischen Pole

3.2.13

Schleifringe

Bauelement zum Leiten des Gleichstroms zwischen Läufer und der äußeren Stromquelle

3.3 Begriffe zu Induktionsmotoren

3.3.1

Erregerstrom

Strom, der das umlaufende magnetische Feld generiert, das für den Betrieb des Induktionsmotors erforderlich ist

3.3.2

Luftspalt

Spalt zwischen den Kernen des Ständers und des Läufers

3.3.3

Primärkreis

Stromkreis der Ständerwicklung

3.3.4

Sekundärkreis

Stromkreis der Läuferwicklung, der an den Primärkreis durch gegenseitige Induktion angeschlossen ist

3.3.5

Primärwiderstand

Widerstand der Wicklungen des Primärkreises

3.3.6

primäre Streureaktanz

vom Streufluss der Wicklung des Primärkreises verursachte Reaktanz

3.3.7

Sekundärwiderstand

Widerstand der Wicklungen des Sekundärkreises

3.3.8

Sekundärleistung

Leistung, ermittelt durch Subtrahieren der Sekundärwiderstandsverluste und mechanischen Verluste vom Eingang des Sekundärkreises

3.3.9

Schlupf

Verhältnis des Unterschieds zwischen der synchronen Drehzahl und der Drehzahl eines Läufers zur synchronen Drehzahl. Gewöhnlich wird es als Prozentwert Dezimalwert angegeben. Unter Annahme der synchronen Drehzahl n_s und der Drehzahl des Läufers n , wird Schlupf s als Prozentwert durch die folgende Gleichung ermittelt.

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100 (\%)$$

3.3.10

Schlupffrequenz

Frequenz der in den Läufer des Induktionsmotors induzierten elektromotorischen Spannung

3.4 Begriffe zu veränderbarer Drehzahlregelung und Walzbetrieb

3.4.1

Strom-, Drehmoment-, Leistungsüberlastung

Werte, die die Auslegungswerte des Motors überschreiten

3.4.2

Drehzahlregelung

Regelung der Motordrehzahl

3.4.3

Stromregelung

Regelung des Motorstroms

3.4.4

Drehmomentregelung

Regelung des Motordrehmoments

3.4.5

Drehmoment-(Teil-)Strom

Stromanteil, der die gleiche Phase wie die Induktionsspannung des Motors ist und den Motordrehmoment erzeugt

3.4.6

Fluss-(Teil-)Strom

Stromanteil, der in Quadratur mit der Induktionsspannung des Motors ist

3.4.7

Steuerung der automatischen Feldschwächung

Methode, die den Flussstrom invers per Drehzahl regelt, damit die Induktionsspannung von Grunddrehzahl zu Spitzendrehzahl des Motors konstant bleibt

3.4.8

Vektorsteuerung

Methode, die unabhängig Fluss und Drehmoment des Motors regelt, die Ströme erzeugen

3.4.9

Regelung des Leistungsfaktors Eins

Methode, die den Eingangsleistungsfaktor des Stromrichters auf 1,0 steuert

3.5 Begriffe zu Antriebssystem mit veränderbarer Drehzahl

3.5.1

Wechselstrom-Leistungsantriebssystem, PDS (en: power drive system)

Leistungsantriebssystem für Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl, das in IEC 61800-2 für Ausrüstung unter 1 000 V (Niederspannung) und in IEC 61800-4 für Ausrüstung über 1 000 V (Hochspannung) definiert ist. Das PDS kann die gesamte Ausrüstung, einschließlich Transformator, Stromrichter, Motor und Hilfssysteme, umfassen.

[QUELLE: IEC 61800-2; 2015, Abschnitt 1 Anwendungsbereich, IEC 61800-4; 2002, Abschnitt 1 Anwendungsbereich]

3.5.2

Stromrichter

Gerät, das die Form der elektrischen Stromversorgung durch die Hauptleitung in eine Form ändert, die dem/den Motor(en) zugeführt wird, indem Spannung und/oder Strom und/oder Frequenz geändert wird

Anmerkung 1 zum Begriff Zum Stromrichter gehören elektronische Kommutierungsgeräte und deren entsprechende Kommutierungskreise. Er wird von Transistoren oder Thyristoren bzw. einem anderen Halbleiterbauelement zur Leistungsschaltung geregelt.

Anmerkung 1 zum Begriff Der Stromrichter kann netzgeführt oder selbstgeführt sein und beispielsweise aus einem oder mehreren Gleichrichtern bestehen.

[QUELLE: IEC 61800-2; 2015, 3.9, Bild 1 nicht eingeschlossen]

3.5.3

Oberschwingungen

Vielfache der Eingangsnetzfrequenz des Stromrichters, die in Ausgangsspannung und -strom des Stromrichters enthalten sind

3.5.4

Bemessungsausgangsspannung

Effektiv-Spannung der Ausgangsgrundwelle, die die Bemessungskapazität des Stromrichters bestimmt

3.5.5

modulierte Pulsbreitensteuerung, PWM

Steuerungsmethode des Stromrichters, die konstante Spannungsimpulsfolgen verschiedener Breiten erzeugt und variable Frequenz-Wechselspannungen simuliert

3.5.6

Schutzerde

Erdung eines Elektrizitätsversorgungsnetzes und der Ausrüstung zum Personenschutz

3.5.7

Funktionserde, FE

Erdung eines Elektrizitätsversorgungsnetzes und der Ausrüstung nicht zum Personenschutz

3.6 Begriffe zu Überwachungs- und Schutzsequenzen

3.6.1

Überspannungsschutz

Schutz, dass Motorspannung nicht die Auslegungsgrenzwerte überschreitet

3.6.2

Überstromschutz

Schutz, dass Motorstrom nicht die Auslegungsgrenzwerte überschreitet

3.6.3

Überdrehzahlschutz

Schutz, dass Motordrehzahl nicht die Auslegungsgrenzwerte überschreitet

3.7 Begriffe zu Motormontage und Probetrieb vor Ort

3.7.1

Sockel

allgemeine Tragkonstruktion für alle Motorbauteile, wie Ständer und Lager

3.7.2

Ankerplatte

Stahlplatte, die eine ebene Motormontage gewährleistet

3.7.3

Wellenzentrierung

Ausrichtung der Anlage, so dass die Motorwelle in die Drehwellenmitte des Motors eingepasst ist

3.7.4

Probetrieb

erster Leerlaufbetrieb des Motors, sowohl ohne als auch mit Kopplung an die Antriebsmaschine

3.8 Begriffe zu Prüfungen

3.8.1

Werkprüfung

am Standort des Herstellers durchgeführte Prüfung

3.8.2

Abnahmeprüfung

am Standort des Käufers durchgeführte Prüfung

3.8.3

Bemessungsleistung

entspricht der Vollast

3.8.4

Vollast

Belastung, die zu einem Betrieb führt, für den die Maschine bemessen ist

[QUELLE: IEC 60034-1; 2010, 3.6]

3.8.5

Leerlauf (-betrieb)

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

[QUELLE: IEC 60034-1; 2010, 3.5]

3.8.6

Leerlaufprüfung

Prüfung zur Bestimmung der Maschinenkennwerte unter Leerlaufbedingungen

3.8.7

Leerlauf-Sättigungskurve (von Synchronmotoren)

Leistungskurven von Erregerstrom im Vergleich zu induzierter Spannung bei Betrieb des Synchronmotors als Generator bei Bemessungsdrehzahl und mit offener Ankerwicklung

3.8.8

thermischer Beharrungszustand

Zustand, bei dem sich die Übertemperaturen der verschiedenen Maschinenteile während einer Stunde mit einem Temperaturgradienten von höchstens 2 K ändern

[QUELLE: IEC 60034-1; 2010, 2.25]

3.8.9

thermische Ersatzzeitkonstante

mehrere Einzelzeitkonstanten ersetzende Zeitkonstante, die den Temperaturverlauf in einer Wicklung nach einer sprunghaften Stromänderung näherungsweise bestimmt

[QUELLE: IEC 60034-1; 2010, 2.26]

3.8.10

dielektrische Prüfung

Prüfung durch Anlegen einer bestimmten Spannung zur Bestätigung, dass die Festigkeit der Isolation zwischen dem unter Spannung stehenden Teil und der Erde oder zwischen den unter Spannung stehenden Teilen den Anforderungen des Herstellers entspricht

3.8.11

Messung des Isolationswiderstands

Prüfung zur Beurteilung des Isolationszustands des Motors durch Messen mit einem Isolationsmessgerät

Anmerkung 1 zum Begriff Gewöhnlich wird eine Isolationsmesseinrichtung zum Messen des Isolationswiderstands eingesetzt. Es ist notwendig, eine anstehende Spannung zu wählen, die für die Bemessungsspannung und den Bemessungszustand geeignet ist. Für die Messung des Isolationswiderstands werden 250 V oder 500 V für einen Niederspannungskreis und 1 000 V für einen Hochspannungskreis verwendet.

3.8.12

Sichtprüfung

Sichtprüfung um zu ermitteln, ob der Motor der Spezifikation entspricht oder ob es einen Schaden oder Mangel gibt

3.9 Begriffe zum Zubehör

3.9.1

Widerstands-Temperaturfühler, RTD

Temperaturfühler, der Änderungen des elektrischen Widerstands von Platin- oder Kupferwiderständen verwendet.

Anmerkung 1 zum Begriff Wenn die Temperatur der Ständerwicklung gemessen wird, ist der RTD zwischen den oberen und unteren Spulen für Zweischichtwicklungen der Nut eingebettet.

4 Bestimmung der Klemmenspannung

Bei Wechselstrommotoren mit konstanter Drehzahl wird die Klemmenspannung von der Systemspannung der angeschlossenen Stromversorgung bestimmt. Bei Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl wird die Klemmenspannung von der Bemessungsausgangsspannung des Halbleiter-Stromrichters bestimmt. Um jedoch die Bemessungsklemmenspannung bestimmen zu können, müssen die spezifischen Betriebs-

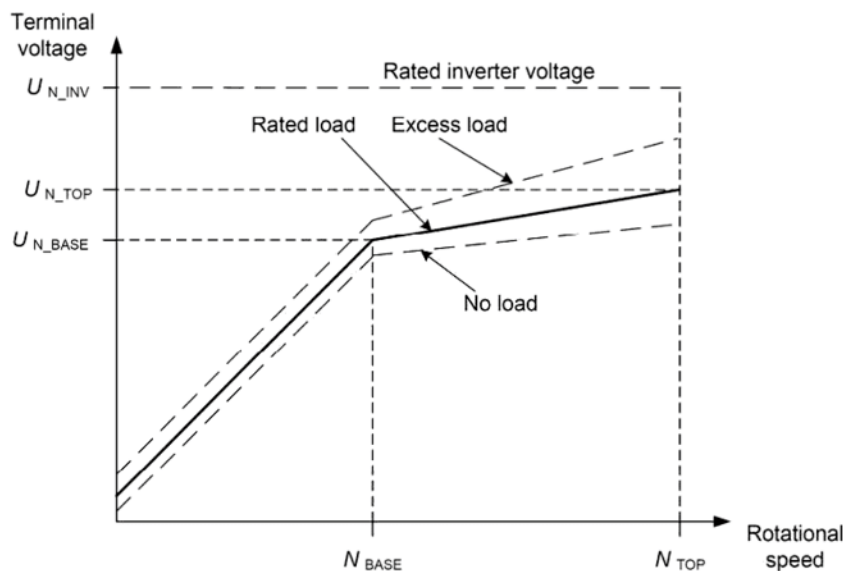
kennwerte des Wechselstrommotors berücksichtigt werden. Insbesondere das Verhältnis zwischen „Fluss“ und „Strom“ ist erforderlich.

Beispiele für die spezifischen Betriebskennwerte des Wechselstrommotors sind in Bild 1 und Bild 2 dargestellt. Im Feldschwächungsbereich, der dem Betrieb über Grunddrehzahl entspricht, wird der Hauptfluss so ausgerichtet, dass er invers proportional zur Drehzahl ist, damit die „elektromotorische Kraft“ (EMK) des Motors konstant bleibt. Die Motorklemmenspannung erhöht sich, wenn der Hauptfluss geschwächt wird, um die Motordrehzahl zu erhöhen. Durch die Anpassung des Hauptflusses auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Motor so betrieben wird, dass er von Grund- bis Spitzendrehzahl konstante Ausgangsleistung erzeugt.

Durch Vergleich von Bild 1 und Bild 2 wird deutlich, dass der Spannungsanstieg bei Induktionsmotoren über Grunddrehzahl höher als bei Synchronmotoren ist. Deshalb sollten diese Bedingungen für die ordnungsgemäße Stromrichtersteuerung festgelegt werden. Darüber hinaus erhöht sich die Klemmenspannung bei Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke aufgrund der Drehmomentüberlastung, die in den folgenden Abschnitten ermittelt wird, noch mehr.

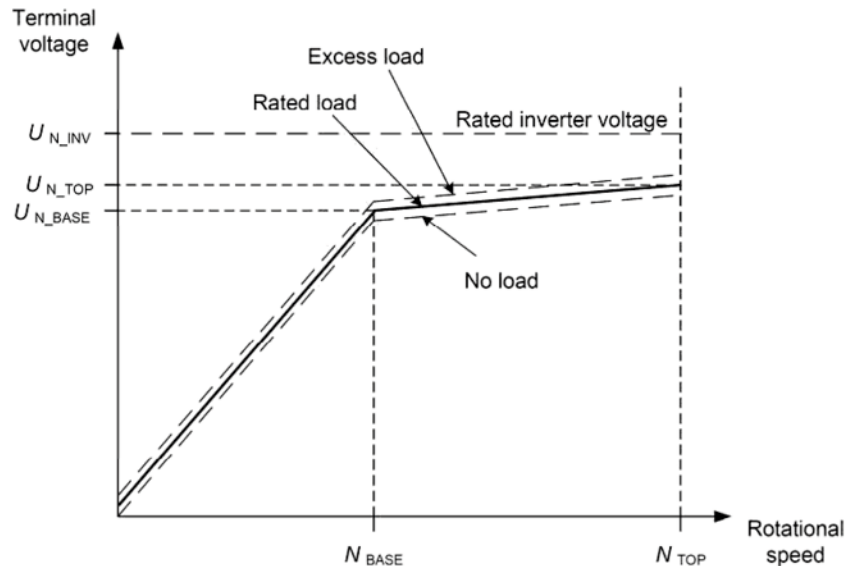
Bei Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke:

- Die dielektrische Spannung E wird durch die maximale effektive Wechselstromausgangsspannung des Halbleiter-Stromrichters bestimmt.
- Die bei maximaler Überlast erforderliche Spannung bestimmt die maximale bei Induktions- wie Synchronmotoren erforderliche Klemmenspannung, gewöhnlich im Feldschwächungsbereich.
- Bei Induktionsmotoren ist die Klemmenspannung bei Grunddrehzahl im Feldschwächungsbereich niedriger als die Klemmenspannung bei Spitzendrehzahl.



Englisch	Deutsch
Terminal voltage	Klemmenspannung
Rated inverter voltage	Bemessungs-Wechselrichterspannung:
Rated load	Bemessungsleistung
Excess load	Überlast
No load	Leerlauf
Rotational speed	Drehzahl
U_{N_INV}	U_{N_INV}
U_{N_BASE}	U_{N_BASE}
U_{BASE}	N_{BASE}
U_{N_TOP}	U_{N_TOP}
N_{TOP}	N_{TOP}

Bild 1 – Beispiel für die Klemmenspannung eines Induktionsmotors im Vergleich zur Drehzahl



Englisch	Deutsch
Terminal voltage	Klemmenspannung
Rated inverter voltage	Bemessungs-Wechselrichterspannung:
Rated load	Bemessungsleistung
Excess load	Überlast
No load	Leerlauf
Rotational speed	Drehzahl
U_{N_INV}	U_{N_INV}
U_{N_BASE}	U_{N_BASE}
N_{BASE}	N_{BASE}
U_{N_TOP}	U_{N_TOP}
N_{TOP}	N_{TOP}

Bild 2 – Beispiel für die Klemmenspannung eines Synchronmotors im Vergleich zur Drehzahl

5 Betriebsart und Temperaturklasse

5.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt wird die Auswahl der Betriebsart mit nichtperiodischer Last und Drehzahländerung (Betriebsart S9) und des Dauerbetriebs für spezifische Anwendungen (Betriebsart S1) überprüft. Bei Gleichstrommotoren für Metallwalzwerke war die Betriebsart S9 vorherrschend. In der letzten Zeit wurden neue Anwendungen entwickelt, die als Betriebsart S1 gelten können.

Das Konzept der Abweichung der Wicklungstemperatur, $\Delta\theta$, in einem Walzzyklus dient als Orientierungshilfe bei der Auswahl einer Übertemperatur der Klasse B oder der Klasse F, wenn der Motor über eine Isolierung der Klasse F verfügt. Siehe 5.5 oder Anhang C.

Im Falle, dass der Motor auf eine Art und Weise betrieben wird, die dazu führt, dass die Motortemperatur die Temperaturklasse überschreitet, verringert sich die Lebensdauer des Motors entsprechend der folgenden Erörterung.

Falls als Voraussetzung ein Dauerbetrieb von 115 % festgelegt ist, muss der Motor durchgehend auf 115 % seiner Bemessungsleistung ausgelegt sein, ohne dabei die Grenzübertemperatur der Isolationsklasse nach den Bemessungskriterien in IEC 60034-1 zu überschreiten. Für dauerhafte Überlastbarkeit siehe Abschnitt 6.

Eine Methode, um eine reguläre Lebensdauer des Motors zu erreichen, ist, den Motor so auszulegen, dass er bei einer Übertemperatur unterhalb der angewendeten Isolationsklasse betrieben wird. Z. B. ein Isolier-

system der Klasse F, das für die festgelegte Betriebsbedingung auf eine Übertemperatur der Klasse B ausgelegt ist. Siehe 5.5.

Die 125 % für 2 Stunden galten für Gleichstrombemessungsdaten und dürfen nicht für Wechselstrommotoren angewendet werden. In diesem Fall muss die tatsächliche Betriebsdauer der Walze bestimmt und der Motor entsprechend bemessen werden.

ANMERKUNG Bei Gleichstrommotoren für Walzgerüste, wie den Hauptmotoren von HSM-Vorwalzern und -Grobblechstraßen, wurde in NEMA MG-1 eine Isolierung der Klasse F mit Übertemperatur der Klasse B festgelegt. Bisweilen wurde sie auch bei Art-2-Motoren, wie den HSM-Fertigwalzgerüst- und den TCM-Gerüstmotoren, eingesetzt.

5.2 Auswahl des Walzbetriebsmodells

Der erste Schritt, um die Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus zu bestimmen, ist die Ermittlung des Walzbetriebsmodells auf Grundlage von [Anhang B](#) „Bestimmung des Walzbetriebsmodells“. Zu den spezifischen Parametern zum Schätzen der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus zählen:

- Drehmomentstrom und Drehzahl, wenn das Material in den Walzenspalt eintritt,
- Zeit in Sekunden, nachdem das Material in den Walzenspalt eingetreten ist und bevor die Walze auf eine höhere Drehzahl beschleunigt,
- Drehmomentstrom und Drehzahl bei Betriebsdrehzahl,
- Zeit in Sekunden für die Beschleunigung der Walze auf Betriebsdrehzahl,
- Zeit in Sekunden im Feldschwächungsbereich.

Das ausgewählte Walzbetriebsmodell wird zur Berechnung der geschätzten Abweichung der Wicklungstemperatur verwendet.

5.3 Bewertung der Abweichung der Wicklungstemperatur während eines Walzzyklus

Walzmotoren in Betriebsart S9 verfügen über die Fähigkeit einer hohen kurzfristigen Überlastbarkeit. Die genaue Überlastbarkeit in Verbindung mit der Drehzahl wird in [Anhang A](#) für Art-1-Motoren und in 5.3 für Art-2-Motoren erläutert. Die Übertemperaturabweichung an der Wicklung wird jedoch nicht festgelegt.

Die Leistungskapazität bei Drehmomentüberlastung und Überleistung erfordert erhöhte Wicklungsströme, die die transiente Übertemperatur an der Wicklung beeinflussen. Wenn die Stromüberlastung für eine Zeitdauer nahe der Temperaturanstiegszeit der Wicklung (die thermische Ersatzzeitkonstante) anhält, dann können deutliche transiente Temperaturveränderungen auftreten, die eine deutliche Temperaturabweichung in einem Walzzyklus verursachen.

Die zulässige Temperaturabweichung in einem Zyklus beträgt auf Grundlage der historischen Erfahrung mit Walzen 10 K unter 100 % der Effektiv-Bemessungslast. Die Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus ist nach [Anhang C](#) entweder mithilfe der „Vereinfachten Methode“ in [C.1](#) oder der „Genauen Methode“ in [C.2](#) zu schätzen.

5.4 Auswahl von Betriebsart S1 oder S9

Die Betriebsart wird vom Lieferanten der mechanischen Ausrüstung für neue Anlagen bestimmt. Wird von Gleichstrom- auf Wechselstromsysteme aufgerüstet, sollte die Anwendung berücksichtigt werden, da der Betriebszyklus sich zwischenzeitlich geändert haben könnte.

Im Falle, dass die Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus weniger als 1 K beträgt, wird das Konzept der „unerheblichen thermischen Auswirkungen“ eingeführt. Falls thermischen Auswirkungen der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus bei Bemessungsleistung als unerheblich eingeschätzt werden, kann „S1“ verwendet werden. In allen anderen Fällen muss „S9“ verwendet werden.

ANMERKUNG Die entsprechende Verkürzung der thermischen Lebensdauer für den Fall einer Übertemperatur von 1 K ist geringer als 10 % und wird als das „1 K“ für das Auswahlkriterium für S1/S9 verwendet.

In dieser Schätzung ist der Indexausdruck für die relative thermische Lebensdauer:

$$TL = 1/(2^{\Delta\theta/k})$$

Dabei ist $\Delta\theta$: die Übertemperatur in einem Walzzyklus bei Bemessungsleistung

k: der Anstieg der Übertemperatur in K, der zu einer Verkürzung der thermischen Lebensdauererwartung des Isoliersystems um 50 % führt

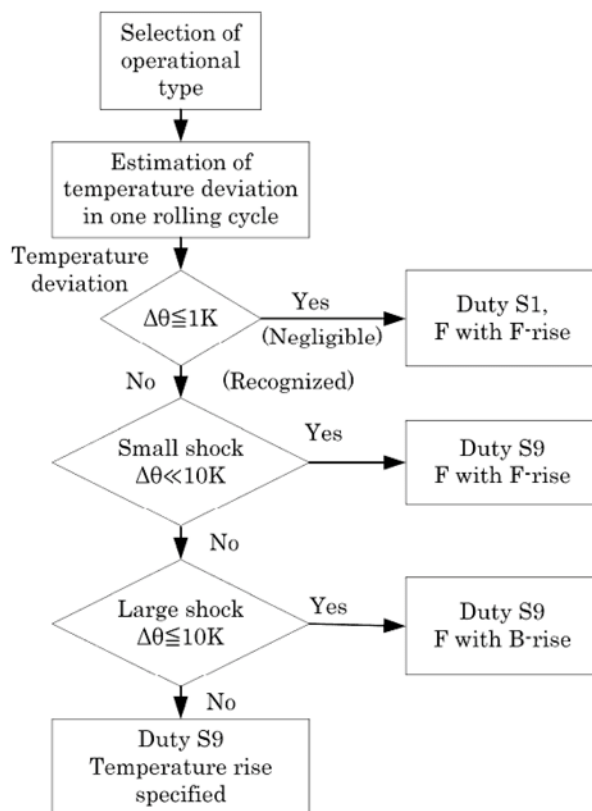
Hier wird ein Wert für von 10 K angenommen.

Tabelle 1 – Verkürzung der thermischen Lebensdauer aufgrund von Übertemperatur in einem Walzzyklus

Die Übertempera- tur in einem Walz- zyklus K	Relative isolationsverschlech- ternde Drehzahl pu $(2^{\Delta\theta/k})$	Relative thermische Lebensdauererwartung <i>TL</i> pu $(1/2^{\Delta\theta/k})$	<i>TL</i> %	Verkürzung der thermischen Lebensdauer %
10	2,000	0,500	50,0	50,0
5	1,414	0,707	70,7	29,3
2,5	1,189	0,841	84,1	15,9
2	1,149	0,871	87,1	12,9
1	1,072	0,933	93,3	6,7

5.5 Auswahl der Übertemperatur der Klasse B oder der Klasse F

Die Zuweisung der Betriebsart S9 bedeutet nicht automatisch, dass eine Isolierung der Klasse F mit Übertemperatur der Klasse B erforderlich ist. Das Ablaufdiagramm in [Bild 8](#) betrachtet zudem die Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus und die Schocklast-/Schwingsbedingungen, die auf den Motor ausgeübt werden, als Auswahlkriterien.



Englisch	Deutsch
Selection of operational type	Auswahl der Betriebsart
Estimation of temperature deviation in one rolling cycle	Schätzung der Temperaturabweichung in einem Walzzyklus
Temperature deviation	Temperaturabweichung
Yes	Ja
(Negligible)	(Vernachlässigbar)
No	Nein
(Recognized)	(Erkannt)
Duty S1, F with F-rise	Betrieb S1, F mit F-Übertemperatur
Small shock	Geringer Temperaturschock
Duty S9, F with F-rise	Betrieb S9, F mit F-Übertemperatur
Large shock	Starker Temperaturschock
Duty S9 F with B-rise	Betrieb S9, F mit B-Übertemperatur
Duty S9 Temperature rise specified	Betrieb S9, Übertemperatur festgelegt

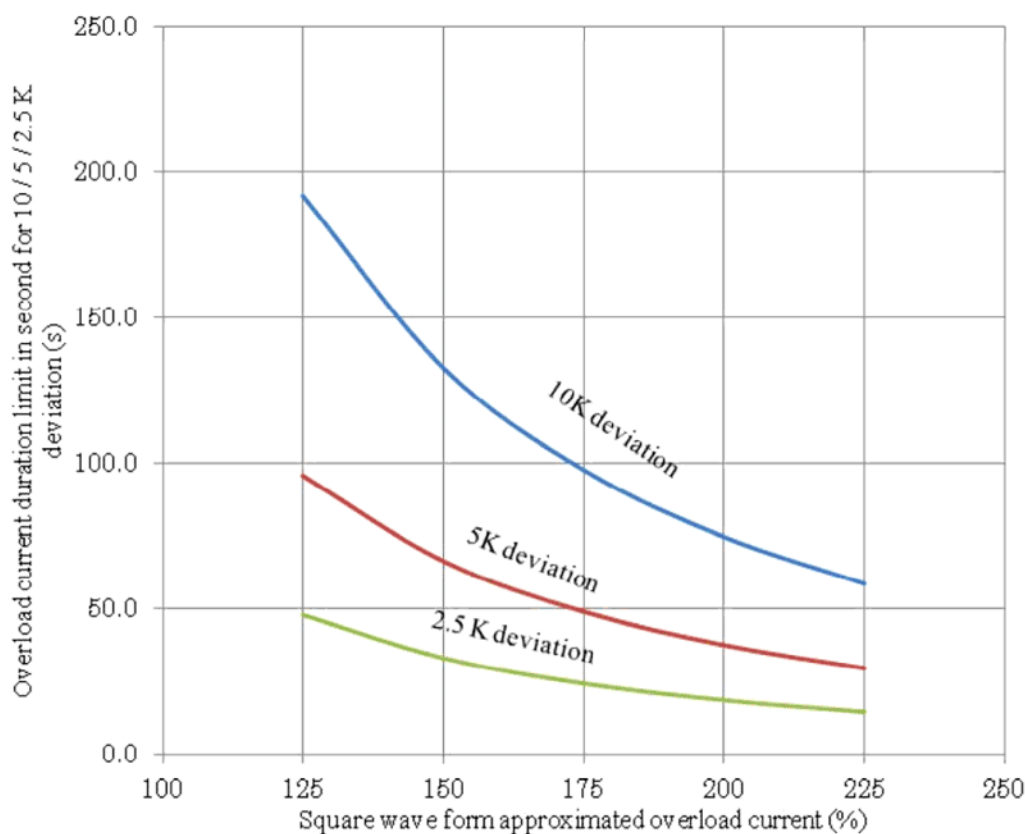
Bild 3 – Auswahl der Übertemperatur des Motors auf Grundlage der Temperaturabweichung in einem Walzzyklus und der Schocklast-/Schwingungsbedingungen

ANMERKUNG Die Übertemperatur kann identisch sein, aber die mechanische Auslegung kann sich im Falle von F mit Übertemperatur F unterscheiden.

5.6 Grenze für die Dauer der Stromüberlastung auf Grundlage der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus für Effektivstrom von 100 %

Die Grenzen für die Dauer der Stromüberlastung auf Grundlage von [Anhang D, Bild B.2](#), sind in Bild 9 für Abweichungen der Wicklungstemperatur von 10 K, 5 K und 2,5 K eingezeichnet. Die Abweichung der Wicklungstemperatur wird zwischen den Höchst- und Mittelwerten in einem Walzzyklus unter der Bedingung berechnet, dass der Effektivstrom über Betriebszyklus 100 % beträgt.

Es wird der Betriebszyklus eines Fertigwalzgerüsts eines Warmbandwalzwerks verwendet.



Englisch	Deutsch
Overload current duration limit in second for 10/5/2.5 K deviation(s)	Grenze für die Strom-Überlastbarkeit in Sekunden für (eine) Abweichung(en) von 10/5/2,5 K
Square wave form approximated overload current (%)	Quadratwelle von angenäherter Strom-Überlastbarkeit (%)
10 K deviation	Abweichung von 10 K
5 K deviation	Abweichung von 5 K
2.5 K deviation	Abweichung von 2,5 K

Bild 4 – Beispiel für eine Grenze für die Dauer der Stromüberlastung auf Grundlage der Abweichung der Wicklungstemperatur zwischen Höchst- und Mittelwert in einem Walzzyklus für Effektivstrom von 100 %

ANMERKUNG Bild 4 beruht auf einer thermischen Ersatzzeitkonstante von 20 Minuten.

6 Dauerhafte Überlastbarkeit

6.1 Allgemeines

Die dauerhafte Überlastbarkeit wird in Not- oder außergewöhnlichen Fällen und daher nicht häufig benötigt. Die Betriebsart S10 wird nur eingesetzt, um die Verringerung der Lebensdauer der Motorisolierung zu bestimmen. Der Wert des „Index für die thermische Lebensdauer“ TL kann vom Motorhersteller auf Anforderung geschätzt werden. Zu den Ausnahmefällen zählen:

- Bei besonderem, selten gewalztem Material dauerhafte Überlastung mit einem Effektivwert der Motorlast größer als 100 %;
- Bei einem Warmbandwalzwerk oder einer Tandem-Kaltwalzstraße, wo ein Motorschaden im Voraus berücksichtigt wird, wird eine dauerhafte Überlastung für die verbleibenden betriebsfähigen Motoren anhand der Reparaturdauer für den ausgefallenen Motor bewertet.

Die dauerhafte Überlastbarkeit darf nicht ohne festgelegte Anforderungen eingeführt werden.

Die dauerhafte Überlastbarkeit darf nicht auf die Reservespannen für thermische Beanspruchung in der Wicklungsisolierung aufgrund der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus und nicht auf die Reservespannen für mechanische Beanspruchung in der Wicklungsisolierung aufgrund mechanischer Stöße beim Walzen und aufgrund häufiger Be- und Entschleunigungen angewendet werden.

ANMERKUNG 1 NEMA MG1.23 beinhaltet den Begriff „service factor“ (Dienstfaktor), wodurch die Verwendung des Hotspot-Spielraums von 10 K erlaubt ist. Dies unterscheidet sich vom IEC-Begriff „dauerhafte Überlastbarkeit“.

In diesem Fall sind Reservespannen für thermische Beanspruchung in der Wicklungsisolierung aufgrund der Abweichung der Wicklungstemperatur in einem Walzzyklus oder Reservespannen für mechanische Beanspruchung in der Wicklungsisolierung aufgrund mechanischer Stöße beim Walzen und aufgrund häufiger Be- und Entschleunigungen der Anwendung der Betriebsart S9 bei Walzmotoren vorbehalten und die thermische Klasse für die Übertemperatur der Wicklung liegt einer Stufe unter der thermischen Klasse für das Isoliersystem, wie in 5.4 dieser Norm beschrieben.

Für die dauerhafte Überlastbarkeit sind die folgenden drei Typen festgelegt.

Typ 1:

Wenn im tatsächlichen Wartungsbetrieb die dauerhafte Überleistung erforderlich ist und die andauernden Stunden in % der jährlichen Betriebsstunden auf Grundlage der Vereinbarung zwischen Lieferant und Käufer als unerheblich erachtet werden bzw. weniger als 0,5 % betragen. In diesem Fall kann der Index der relativen thermischen Lebensdauer, der TL -Wert, als $TL = 1,0$ geschätzt werden.

In diesem Fall ist Folgendes in die Motordokumentation aufzunehmen:

Überlast von 115 % dauerhaft, Δt : < 0,5 %, TL -Wert: 1,0

Typ 2:

Wenn die andauernden Stunden mit dauerhafter Überlast in % der jährlichen Wartungsbetriebsstunden auf 10 % geschätzt werden, wird der TL -Wert folgendermaßen geschätzt:

TL : 0,60 bei 115 % Überlast

entsprechend der vereinfachten Schätzmethode für den TL -Wert in 6.2.

In diesem Fall ist Folgendes in die Motordokumentation aufzunehmen:

Überlast von 115 % dauerhaft, Δt : 10 %, TL -Wert: 0,60 bei 115 % Überlast

Ein TL -Wert von 0,6 bedeutet, dass die erwartete Lebensdauer der thermischen Isolierung dieses Motors bei Betrieb mit genannter Betriebslast 60 % der erwarteten Lebensdauer des gleichen Motors bei Betrieb ohne dauerhafte Überlast beträgt. Dementsprechend bedeutet ein TL -Wert von 0,25, dass die erwartete Lebensdauer der thermischen Isolierung dieses Motors bei Betrieb mit genannter Betriebslast 25 % der erwarteten Lebensdauer des gleichen Motors bei Betrieb ohne dauerhafte Überlast beträgt.

Typ 3:

Wenn die andauernden Stunden mit dauerhafter Überleistung in % der jährlichen Wartungsbetriebsstunden auf mehr als 0,5 % und nicht auf 10 % geschätzt werden, muss der Käufer den Δt -Wert in % der jährlichen Wartungsbetriebsstunden bestimmen. Der Lieferant muss den TL -Wert entsprechend der Berechnungsmethoden für den TL -Wert entweder mithilfe der vereinfachten Methode in 6.2 oder der genauen Methode in 6.3 dieser Norm bewerten.

Bei jedem Anwendungstyp mit dauerhafter Überleistung muss der Motor mechanisch die Überleistung ohne Verringerung der Lebensdauererwartung aufnehmen. Die Nutzung des Motors unter den vorgenannten Bedingungen setzt voraus, dass der Stromrichter die Anforderungen der dauerhaften Überleistung erfüllen kann.

IEC 60034-1 legt die Betriebsart S10 fest, die mehrere Perioden mit Überleistung zulässt. In 6.2 dieser Norm wird empfohlen, dass die Laständerung auf lediglich zwei Stufen einzelner konstanter Lasten vereinfacht wird: 100 % konstante Last und eine konstante Last von mehr als 100 %. Dadurch kann der *TL*-Wert mit der vereinfachten Methode berechnet werden.

6.2 Index der thermischen Lebensdauer für die Schätzung des *TL*-Werts mit vereinfachter Methode

Die in 6.3 festgelegte genaue Methode ist präzise, aber gilt als zu kompliziert in der praktischen Anwendung. Zusätzlich sind die erforderlichen Parameterwerte in der Planungsphase für die Bemessung des Walzmotors eventuell nicht verfügbar. Aus diesem Grund wird die vereinfachte Methode unter Verwendung des Gesetzes, dass 10 K die Lebensdauer der Isolierung halbieren, eingeführt.

Bei z. B. 110 % Überleistung mit Δt :10 % und 100 % Dauerlast mit Δt :90 % ist die Übertemperatur an der Wicklung bei 100 % Dauerlast 100 K. Die Übertemperatur an der Wicklung bei 110 % Dauerlast beträgt dann 121 K ($100 \text{ K} \times (1,10)^2 = 121 \text{ K}$).

Nach Abrunden der 121 K auf 120 K aus Gründen der Vereinfachung, sind 120 K um 20 K größer als 100 K. Dies führt unter Verwendung des Gesetzes, dass 10 K die Lebensdauer der Isolierung halbieren (wonach $20 / 10 = 2$) zu einer Verringerung der Lebensdauer der Isolierung um ein 4-Faches ($2^2 = 4$).

Ist Δt bei 110 % Dauerlast 10 % und Δt bei 100 % Last 90 %, dann ist

Verschlechterung bei 110 % Betrieb: $4 \times \Delta t = 4 \times 0,1 = 0,4$

Verschlechterung bei 100 % Betrieb: $1 \times \Delta t = 1 \times 0,9 = 0,9$

bei insgesamt $0,4 + 0,9 = 1,3$.

Deshalb ist der *TL*-Wert $= 1 / 1,3 = 0,77$ bzw. 77 % der relativen thermischen Lebensdauer im Vergleich zum Dauerbetrieb in Betriebsart S1 bei einer Maschine, die auf den Betrieb mit einer Übertemperatur von 100 K ausgelegt ist.

6.3 Schätzung der relativen thermischen Lebensdauer mit der genauen Methode

Wenn der Wert der relativen thermischen Lebensdauer *TL* bei dauerhafte Überlastbarkeit mithilfe der genauen Methode zu bestimmen ist, muss vor der Berechnung des *TL*-Werts folgendes Verfahren befolgt werden.

- A. Der Lastwiederholungszyklus (in Stunden oder in Tagen), für den der Betrieb mit dauerhafter Überleistung erforderlich ist, wird bestimmt.
- B. Innerhalb des Lastwiederholungszyklus sind mindestens 4 Stufen einzelner konstanter Lasten zuzuweisen, wobei bei mindestens einer Stufe der einzelnen konstanten Lasten ein Betrieb mit Überleistung zuzuweisen ist.
- C. Für den Lastwiederholungszyklus sind die Lastwerte I_1, I_2, I_3, I_4 und deren Dauer t_1, t_2, t_3, t_4 vorzusetzen.
- D. Der Index der thermischen Lebensdauer für den *TL*-Wert wird nach [Anhang D](#) berechnet.

[Bild 5](#) ist ein Beispiel für einzelne konstante Lasten mit 115 % Dauerüberlast.

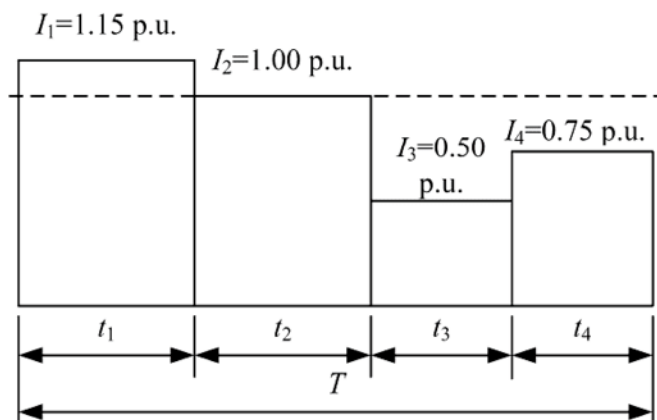


Bild 5 – Beispiel für einzelne konstante Lasten mit 115 % Dauerüberlast

Falls der Index der geschätzten Lebensdauer für den TL -Wert unter dem erwarteten Wert liegt, muss die Motorbemessung erhöht oder die Grenzübertemperatur gesenkt werden, um den erwarteten Wert zu erhalten.

6.4 Index der thermischen Lebensdauer für die Bestimmung des TL -Werts mit der genauen Methode

Siehe IEC 60034-1.

7 Mechanische Anforderungen

7.1 Allgemeines

Motoren für Walzwerke müssen die mechanischen Anforderungen, die die Konstrukteure der Walzwerke vorgeben, erfüllen. Der Lieferant und der Käufer müssen die Anforderungen zusammen mit dem Konstrukteur beraten und vereinbaren.

7.2 Mechanische Festigkeit für die Welle und andere Kraftübertragungsteile hinsichtlich Drehschwingungen

Das zulässige Drehmoment auf die Motorwelle muss doppelt so hoch sein wie die häufig angewendete größte Leistung. Größere Drehmomente dürfen angefordert und zwischen Lieferant und Käufer vereinbart werden.

7.3 Durch den Motorsockel übertragene Schwingung

Die zulässigen für die durch das Motorfundament übertragene Schwingbeschleunigung müssen weniger als $9,8 \text{ m/s}^2$ betragen. Höhere zulässige Schwingungswerte dürfen angefordert und zwischen Lieferant und Käufer vereinbart werden.

7.4 Tangentialkräfte auf Läufer und Ständer

Der Käufer muss dem Motorenhersteller das Drehzahl/Drehmoment-Zeitdiagramm vorgeben, damit die tangentielle Last bestimmt werden kann. Der Ständer muss zudem die tangentielle Last aushalten, die durch elektromagnetische Kraft vom Läufer an den Ständer übertragen wird.

7.5 Schublast

Sofern nichts festgelegt ist, muss die Schublast von der angebundenen Last auf den Motor geringer als die des Motors selbst sein. Die Schublast ist vom Käufer nach der folgenden Definition festzulegen.

7.5.1 Häufig angewendete Schublast

Die häufig angewendete Schublast ist eine Schubbelastung, die im gewöhnlichen Wartungsbetrieb häufig ausgeübt wird. Die kontinuierlich angewendete Schublast muss ebenfalls als häufig angewendete Schublast definiert werden.

7.5.2 Gelegentlich angewendete größte Schublast

Die gelegentlich angewendete größte Schublast ist eine Schubbelastung, die im gewöhnlichen Wartungsbetrieb gelegentlich für kurze Dauer ausgeübt wird. In diesem Zeitraum muss der Schmierfilm für die Lager nachgebessert werden.

7.5.3 Größte Schublast im Notfall

Die größte Schublast im Notfall ist eine Schubbelastung, die angewendet wird, wenn der Motor unverzüglich angehalten werden muss, wie im Falle einer gebrochenen Walze oder Spindelwelle.

7.6 Die Radiallast für Lager

Die radiale Belastung von der Antriebsmaschine darf gewöhnlich nicht auf den Motor ausgeübt werden. Es sollte jedoch eine zweite Last des Kopplungsgewichts bei der Motorauslegung berücksichtigt werden.

Wenn die Motorwelle direkt mit der Last ohne äußeres Stützlager verbunden ist, muss die Radiallast des Motorlagers nach Vereinbarung zwischen Lieferant und Käufer zugewiesen werden.

7.7 Schleuderdrehzahl

Siehe IEC 60034-1.

Eine Schleuderprüfung ist optional. Falls die Prüfung vorausgesetzt ist, muss die Prüfdauer 2 Minuten betragen.

7.8 Befestigung des Ständer-Spulenendes

Angesichts der Schwingung vom Fundament aufgrund von Drehmomentüberlastung oder Schocklasten muss das Spulenende der Ständerspule gut befestigt werden. Die Anordnung der Reihen- und/oder Parallelschaltung der Spulen muss wiederholten Erschütterungen standhalten.

7.9 Konstruktion zum Verschieben des Ständers für die Wartungsprüfung

Die Struktur zum Verschieben des Ständers ist die Struktur, die das Verschieben des Ständers in axiale Richtung zur Wartung des Läufers ermöglicht. Wird diese Struktur vom Käufer angefordert, sorgt der Lieferant für deren Lieferung.

7.10 Anwendung der Montagekennzeichnung

Im Allgemeinen muss dieser Motor die in IEC 60034-7 festgelegte Montagekennzeichnung einhalten. In Sonderfällen wird empfohlen, sofern zutreffend, neben den bestehenden Anforderungen aus IEC 60034-7 die Anforderungen in Anhang I zu übernehmen.

7.11 Läufer- oder Dämpferstäbe und Kurzschlussringe

Entsprechend des Betriebsmodells von Walzstraßenantrieben, das in Anhang C festgelegt ist, sind die Ströme des Läuferstabs Wechselfolgen zwischen Leerlauf und Schwerlast. Bei Dämpferstäben in Synchronmaschinen treten aufgrund der Auswirkungen des Walzenspalts höhere Ströme auf. Daher wirken nicht nur mechanische Erschütterungen, sondern auch Wärmeausdehnung und -kontraktion auf die Läuferstäbe ein.

Die Läuferstäbe bei Induktionsmotoren bzw. die Dämpferstäbe bei Synchronmotoren und die Kurzschlussringe sowie deren Baugruppe müssen wiederholten mechanischen Erschütterungen und mechanischer Beanspruchung durch den Wärmezyklus standhalten.

8 Durchschlagfestigkeit

8.1 Allgemeines

In [Abschnitt 4](#) und [5](#) werden die Klemmenspannungsanstiege an den Anschlüssen aufgrund von Unterschieden zwischen Induktions- und Synchronmotoren im Ruhezustand und bei kurzfristiger Überlastung untersucht. Bei der Auslegung und Prüfung von Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke können diese Änderungen nicht ignoriert werden. Daher müssen die Durchschlagfestigkeit und die dielektrische Prüfspannung unter den ungünstigsten Bedingungen, d. h. Spitzendrehzahl, minimale Erregung und Leistungskapazität bei häufig angewendeter Drehmomentüberlastung oder bei Überleistung, angelegt werden.

8.2 Dielektrische Prüfung

Die Prüfung muss nach [IEC 60034-1](#) erfolgen. Die Motorspannung gilt als die höchste effektive Ausgangsspannung des Wechselstromumrichters. Die Prüfergebnisse sind in die Aufzeichnung der Werkprüfung aufzunehmen.

8.3 Durchschlagfestigkeit

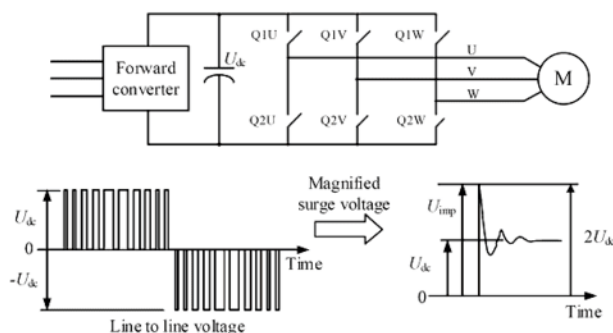
Die Auslegung des Isoliersystems für Motoren, die von Stromrichtern angetrieben werden, muss die folgenden Punkte berücksichtigen.

8.3.1 Isolierung gegen Erde

Wie in [Bild 6](#) und [Bild 7](#) dargestellt werden zusätzliche Gleichstrom-Stoßspannungen durch die Ausgangsspannung des Stromrichters an den Motor angelegt. Deshalb muss die Auslegung der Isolierung von Stromrichter angetriebenen Motoren die zusätzliche Spannung berücksichtigen.

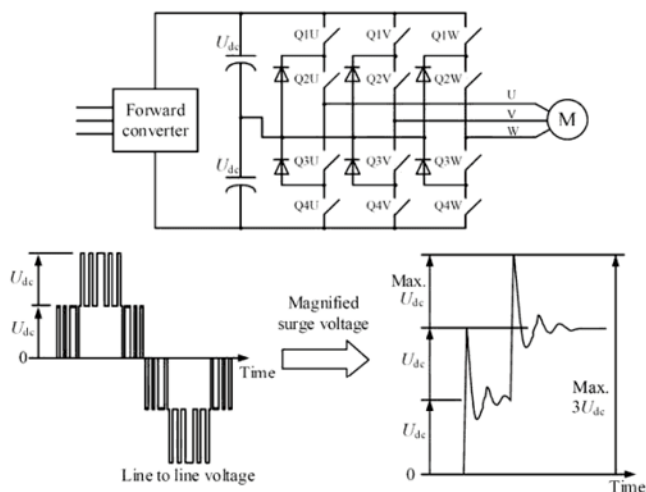
Der Ausgang des pulsdauermodulierten (PWM) Stromrichters enthält Oberschwingungen höherer Ordnungszahlen, die die Lebensdauer der Motorisolierung beeinträchtigen können. Es wird empfohlen, dass der Hersteller des Motors vom Hersteller des Stromrichters das erwartete harmonische Spektrum einholt.

Zudem wird der Ableitstrom durch die Isolierung gegen Erde aufgrund der schnellen Anstiegszeit der Ausgangsspannung des PWM-Stromrichters (dv/dt) erhöht. Dieser Faktor ist daher bei der Auslegung der Isolierung für den Motor zu beachten.



Englisch	Deutsch
Forward converter	Durchflussrichter
Magnified surge voltage	Vergrößerte Stoßspannung
Time	Zeit
Line to line voltage	Außenleiterspannung
Forward converter	Durchflussrichter

Bild 6 – 2-stufige Stromrichter-Konfiguration, Wellenform und Stoßspannung beim Schalten



Englisch	Deutsch
Forward converter	Durchflussrichter
Magnified surge voltage	Vergrößerte Stoßspannung
Time	Zeit
Line to line voltage	Außenleiterspannung
Forward converter	Durchflussrichter

Bild 7 – 3-stufige Stromrichter-Konfiguration, Wellenform und Stoßspannung beim Schalten

8.3.2 Leiter-Leiter-Isolierung

Motoren, die von einem PWM-Stromrichter angetrieben werden, stehen unter einer viel höheren dv/dt als bei einer sinusförmigen Spannung. Aus diesem Grund wird eine weit höhere Leiter-Leiter-Isolierung an den Motor angelegt. Bei diesen Motoren ist nicht nur eine Isolierung gegen Erde, sondern auch eine Leiter-Leiter-Isolierung unter Berücksichtigung von dv/dt erforderlich.

9 Werkprüfung und Betriebsprüfung vor Ort

9.1 Werkprüfung

Die Werkprüfung muss in Übereinstimmung mit den IEC 60034 Normen erfolgen; einige Prüfungen sind jedoch für sowohl Grunddrehzahl als auch Spitzendrehzahl erforderlich.

9.2 Vorbereitung für Probetrieb vor Ort

9.2.1 Inspektion der Anlage vor Ort

Die Inspektionen im Zusammenhang mit der Motorbaugruppe und Installationsgenauigkeit umfassen:

- Inspektion der Horizontalebene der bearbeiteten Flächen oben auf dem Motorsockel, wo der Motorständer und die Motorenlager montiert werden sollen;
- Zentrierung der Motorwelle in der vertikalen, horizontalen und axialen Richtung;
- Luftspalt-Abstände zwischen Ständer und Läufer;

Vor dem Probetrieb vor Ort sind die folgenden Punkte zu prüfen:

- betriebsbereiter Ständer und Läufer des Motors;
- Lagerbaugruppe;
- Baugruppe des Drehzahlsensors;
- Anordnung der Lagerleitungen;

- Anordnung der Kühlerleitungen;
- Baugruppen zum Sensorschutz.

Diese Inspektionen sind entsprechend den Kriterien für die Werkprüfung durchzuführen.

9.2.2 Untersuchung und Messung vor den Abnahmeprüfungen

9.2.2.1 Kalibrierung der Rückmeldungen für den Stromrichter

Alle Rückmeldungen, die der Stromrichter zur Motorsteuerung benötigt, müssen soweit wie möglich geprüft und kalibriert werden. Dazu zählen unter anderem Drehzahlsensoren, Drehzahl-Endschalter und RTD.

9.2.2.2 Messung des Isolationswiderstands am Motor

Messungen des Isolationswiderstands müssen am montierten Motor erfolgen, während der Motor von der Antriebsmaschine abgekoppelt ist. Die Auswertung der Prüfergebnisse muss den Vergleich mit den Ergebnissen aus der Werkprüfung enthalten, unter Berücksichtigung der Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen vor Ort im Vergleich zu den Werksbedingungen.

9.2.2.3 Messung des Isolationswiderstands an Lagern

Messungen des Isolationswiderstands an den Lagern müssen bei montiertem Motor erfolgen. Die Prüfergebnisse sollten mit der Werksnorm verglichen werden. Die Prüfungen sowie sämtliche Korrekturen sind so lange durchzuführen, bis die Werksnorm erfüllt ist.

9.2.2.4 Prüfung der Leistungsfähigkeit der Schmieröl-Versorgungseinheit für die Lager

Nachdem die Installationsarbeiten der Leitungen abgeschlossen sind, einschließlich Spülung der Leitungen, das Schmieröl aufgefüllt ist und die Ölpumpe installiert ist, müssen die Prüfungen des Druck-Schmierölsystems oder des Ölberieselungssystems für die Motorlager durchgeführt werden. Die Prüfung der Leistungsfähigkeit umfasst:

- Bestätigung, dass um die Leitung nirgendwo Öl austritt,
- Bestätigung, dass keine außergewöhnlichen Geräusche oder Schwingungen an der Pumpeneinheit auftreten,
- Bestätigung durch Sichtprüfung am Ölstandsauge in der Nähe des Lagergehäuses, dass das Schmieröl gleichmäßig und ausreichend fließt.

9.2.2.5 Bestätigung des Schmieröl-Oberflächenniveaus bei Lagern

Bei Motoren mit Druck-Schmierölsystemen muss das Schmieröl-Oberflächenniveau von Gleitlagern bestätigt werden, während der Motor im Stillstand und die Pumpe in Betrieb ist.

Bei Motoren mit Selbstschmierungssystemen muss die Bestätigung erfolgen, während der Motor bei geringster erwarteter Betriebsdrehzahl läuft. Dies ist eine Sichtprüfung aller Lager an Ölstandsauge des Lagergehäuses.

9.2.2.6 Prüfung der Leistungsfähigkeit von Kühlsystemen

Nach der Prüfung der Kühlluftkanäle und der Kühlwasserleitungen (sofern vorhanden) auf ordnungsgemäßen Zusammenbau und korrekte Installation, ist die Leistungsfähigkeit der Kühlsysteme zu prüfen. Dazu zählen die folgenden Prüfungen:

- Bestätigung, dass keine Kühlluft und/oder kein Kühlwasser austritt,
- Bestätigung, dass keine außergewöhnlichen Geräusche oder Schwingungen an der Kühlausrüstung, einschließlich Kühllüfter, Antriebsmotoren der Kühllüfter und Kühlwasserpumpen (sofern vorhanden) auftreten,

- Bestätigung, dass die elektrische Eingangsleistung in die Kühleinrichtung angemessen ist.

9.2.2.7 Bestätigung der Alarmausgabestufe für Motorschutzeinrichtungen

Wenn Alarmer mit Schutzeinrichtungen, wie beispielsweise Temperaturfühler am Lager, installiert sind, ist zu bestätigen, dass die Alarmstufen auf den korrekten Wert eingestellt sind.

9.2.2.8 Prüfung zur Bestätigung der Polposition von Synchronmotoren

Bei dieser Prüfung handelt es sich um eine Echtzeitbestimmung der Polposition des Läufers bei Synchronmotoren mit veränderbarer Drehzahl. Die rotierende Polposition ist die relative Position zwischen dem Läuferpol und den entsprechenden Dreiphasen-Ständerwicklungen. Der Zweck der Prüfung ist, die Polposition und die Drehrichtung für die Verwendung durch die Stromrichtersteuerung zu bestimmen.

Grundsätzlich wird die Polposition anhand des Nulldurchgangs der elektromotorischen Kraft, die von der Verteilung des magnetischen Flusses induziert wird, geschätzt. Diese Methode setzt jedoch einen Betrieb des Generators voraus, in dem der betreffende Motor von einem anderen Motor angetrieben wird. Bei einem Probetrieb vor Ort, wenn kein anderer Antriebsmotor vorhanden ist, beruht diese Methode auf der Polposition, bei der das Motordrehmoment Null beträgt und keine Drehbewegung erzeugt wird, da positive und negative Gleichstrom-Impulse an jeden Wicklungsstrang angelegt werden, wie in [Anhang F](#) beschrieben.

9.3 Probetrieb ohne Kopplung vor Ort

Das folgende Verfahren ist durchzuführen, um den ordnungsgemäßen Betrieb des Antriebssystems zu bestätigen.

9.3.1 Drehzahl-Aufbauprüfung

Bei dieser Prüfung muss der Motor mit sehr niedriger Drehzahl gestartet werden, in der Regel mit 2 % der Spitzendrehzahl. Anschließend ist die Motordrehzahl stufenweise zu erhöhen, angefangen mit einer Drehzahl von 10 % der Spitzendrehzahl, wobei bei jeder Drehzahlstufe, auch bei der sehr niedrigen Drehzahl, die folgenden Inspektionen vorzunehmen sind:

- Bestätigung, dass kein außergewöhnliches Geräusch um den Motor auftritt,
- Bestätigung, dass keine außergewöhnliche Schwingung am Motor, einschließlich der Motorlager, auftritt, Bestätigung, dass keine außergewöhnliche axiale Bewegung (Längsspiel) der Motorwelle auftritt,
- Bestätigung, dass keine außergewöhnliche Temperatur in Verbindung mit den Lagern und Wicklungen auftritt,
- Bestätigung, dass keine außergewöhnliche Eingangs- und Ausgangs-Kühllufttemperatur für die Motoren, sofern damit ausgestattet, auftritt,
- Bestätigung durch Sichtprüfung am Ölstandsauge, dass der Schmieröl regulär fließt,
- Bestätigung durch die Rückmeldung der Stromrichterdrehzahl, dass der Drehzahlsensor korrekt ausgerichtet ist, Dies wird wiederholt, bis die Drehzahl-Rückmeldung angemessen an die Anforderungen des Stromrichters angepasst ist.

Bei reversierbaren Walzmotoren müssen die oben aufgeführten Inspektionen für die Vorwärts- und die Rückwärtsrotation durchgeführt werden.

9.3.2 Übertemperaturprüfung am Lager

Nachdem der Motor die Drehzahl-Aufbauprüfung abgeschlossen hat, muss die Übertemperaturprüfung am Lager erfolgen. Während der Prüfung ist zu bestätigen, dass das Schmieröl solide fließt, und die Übertemperaturprüfung am Lager ist so lange fortzuführen, bis sich die Temperatur stabilisiert hat.

9.4 Leerlaufkennlinienprüfung vor Ort

9.4.1 Leerlaufkennlinienprüfung bei einem Induktionsmotor

Vor Aufnahme dieser Prüfung sind die Flussstromwerte im Leerlauf des Werks für den gesamten Drehzahlbereich in die Stromrichtersteuerung zu laden. Dann sind die Motorklemmenspannungen für jede Stufe der Drehzahlreferenzwerte am Stromrichter zu messen.

Die Prüfung der Klemmenspannung bei Grunddrehzahl umfasst:

- Der Wert des Drehzahl-Referenzsignals gilt für die Grunddrehzahl.
- Der Flussstrom I_{1d} , berechnet anhand des Erregerstromwerts aus der Aufzeichnung der Werkprüfung, wird als Startwert genommen.

Falls die gemessene Klemmenspannung sich vom Bemessungswert unterscheidet, muss eine Anpassung des Flussstroms I_{1d} vorgenommen werden, damit der an der Klemme gemessene Wert dem Bemessungswert entspricht. Dann müssen die Klemmenspannungen und die Versorgungsfrequenzen für mehrere Stufen der Drehzahlreferenzwerte zwischen Stillstand und Grunddrehzahl bestätigt werden.

Die Prüfungen der Klemmenspannung zwischen Grund- und Spitzendrehzahl werden im Anschluss an die Prüfungen zwischen Stillstand und Grunddrehzahl vorgenommen. Die Klemmenspannungen und die Versorgungsfrequenzen müssen für mehrere Stufen der Drehzahlreferenzwerte zwischen Grund- und Spitzendrehzahl erfasst werden.

Durch eine langsame Beschleunigung von Grund- auf Spitzendrehzahl und zurück auf Grunddrehzahl ist zu bestätigen, dass die Klemmenspannung auf dem Auslegungswert gehalten werden kann. Mithilfe der Prüfung wird sowohl die korrekte Anordnung als auch Bemessung des Motors bestätigt.

9.4.1 Leerlaufkennlinienprüfung bei einem Synchronmotor

Vor Aufnahme dieser Prüfung sind die Leerlauf-Erregerstromwerte des Werks für den gesamten Drehzahlbereich in die Stromrichtersteuerung zu laden. Dann sind die Motorklemmenspannung für jede Stufe der Drehzahlreferenzwerte am Stromrichter zu messen.

Die Prüfung der Klemmenspannung bei Grunddrehzahl umfasst:

- Der Wert des Drehzahl-Referenzsignals gilt für die Grunddrehzahl.
- Der Erregerstrom I_{f0_base} aus der Leerlauf-Sättigungskurve für die Bemessungsklemmenspannung aus der Aufzeichnung der Werkprüfung, wird als Startwert genommen.

Falls die gemessene Klemmenspannung sich vom Bemessungswert unterscheidet, muss eine Anpassung des Erregerstroms I_{f0_base} vorgenommen werden, damit der an der Klemme gemessene Wert dem Bemessungswert entspricht. Dann müssen die Klemmenspannungen und die Versorgungsfrequenzen für mehrere Stufen der Drehzahlreferenzwerte zwischen Stillstand und Grunddrehzahl bestätigt werden.

Die Prüfungen der Klemmenspannung zwischen Grund- und Spitzendrehzahl werden im Anschluss an die Prüfungen zwischen Stillstand und Grunddrehzahl vorgenommen. Die Anpassung von I_{f0} ist so vorzunehmen, dass die Klemmenspannung für mehrere gleichmäßig verteilte Drehzahlstufen zwischen Grund- und Spitzendrehzahl auf dem Auslegungswert gehalten werden kann. Der I_{f0} -Wert für die Grunddrehzahl ist bekannt als v_{f0_base} und I_{f0} für die Spitzendrehzahl als I_{f0_top} .

Durch eine langsame Beschleunigung von Grund- auf Spitzendrehzahl und zurück auf Grunddrehzahl ist zu bestätigen, dass die Klemmenspannung auf dem Auslegungswert gehalten werden kann. Mithilfe der Prüfung wird sowohl die korrekte Anordnung als auch Bemessung des Motors bestätigt.

9.4.3 Aufzeichnung der Leerlaufkennlinienprüfung

Es wird empfohlen, die Prüfungsaufzeichnung in Übereinstimmung mit [Anhang H](#) zu dokumentieren.

9.5 Beschleunigungs- und Entschleunigungsprüfung vor Ort

Durch eine schnelle Beschleunigung, während der kein Teil des Motors oder der Stromrichtersteuerung gesättigt ist, von Grund- auf Spitzendrehzahl und zurück auf Grunddrehzahl ist zu bestätigen, dass die Klemmenspannung auf dem erforderlichen Wert gehalten werden kann. Mithilfe der Prüfung wird sowohl die Motorauslegung als auch die Leistungsfähigkeit der Stromrichtersteuerung bestätigt. Die Drehzahlreferenz des Stromrichtereingangs steigt linear von Stillstand auf Spitzendrehzahl, in der Regel über einen Zeitraum von 10 Sekunden. Die lineare Motorbeschleunigung ist zu bestätigen.

Es sollte beachtet werden, dass diese Prüfungen gewöhnlich ohne Kopplung durchgeführt und wiederholt werden, wenn der Motor an die Antriebslast gekoppelt ist. Auf jeden Fall muss die Beschleunigungszeit derart sein, dass die maximale periphere Beschleunigung des Läufers nicht $9,8 \text{ m/s}^2$ überschreitet.

Es wird empfohlen, die Prüfungsaufzeichnung in Übereinstimmung mit [Anhang H](#) zu dokumentieren.

10 Erdung

10.1 Allgemeines

Die Ausgangssignale von modernen Stromrichtern sind nicht vollkommen sinusförmig, aber sie enthalten verschiedene Oberschwingungen der Grundfrequenz. Diese Oberschwingungen können unerwünschte Ströme in magnetische Strukturen einführen. Um Schäden an den Motorlagern und der Instrumentenausrüstung zu vermeiden sowie um den Personenschutz sicherzustellen, ist es wichtig, die verschiedenen Komponenten des Antriebssystems angemessen zu erden. Grundlegende und besondere Anforderungen an die Erdung werden in diesem Abschnitt behandelt. Für einen Überblick über die wesentlichen Komponenten siehe [Bild 8](#).

10.2 Schutz vor Lagerströmen

Für Anforderungen an die mechanische Systemintegration siehe [IEC 61800-4](#) zu Mittelspannung-Wechselrichtern.

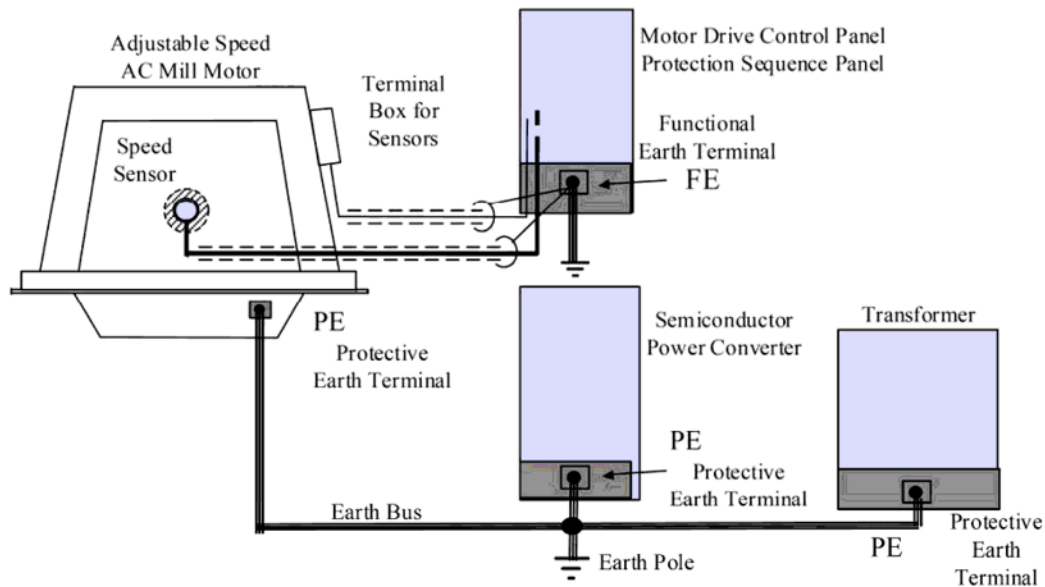
10.3 Schutzerde (PE, en: protective earth)

Das Wechselstrom-Leistungsantriebssystem besteht aus einem Wechselstrommotor mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke, einem Stromrichter und einem Transformator. Aus diesem Grund ist eine Schutzerde der Erdsammelleitung zwischen dem Motor und den anderen Komponenten erforderlich.

Der Schutzleiter muss mit den Zeichen „PE“ und dem Symbol  gekennzeichnet sein bzw. in der Bedienungsanleitung muss deutlich auf ihn hingewiesen werden.

10.4 Funktionserde (FE, en: functional earth)

Es gibt verschiedene Sensoren, wie z. B. am Motor montierte Drehzahlsensoren. Wenn die Sensorsignale an die Stromrichtersteuerung übertragen werden, sollte die Sensor-Abschirmleistung nicht an die Schutzerde angebunden sein. In diesem Fall werden die Abschirmleitungen mit der Funktionserde verbunden. Die Abschirmung sollte an den empfangenden Anschlüssen geerdet werden.



Englisch	Deutsch
Adjustable Speed AC Mill Motor	Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke
Speed Sensor	Drehzahlsensor
Terminal box for sensors	Anschlusskasten für Sensoren
Motor drive control panel	Bedienungsvorrichtung für den Motorantrieb
Protection sequence panel	Anzeige der Schutzsequenz
functional Earth terminal FE	Funktionserdanschluss, FE
PE protective Earth terminal	Schutzleiteranschluss
Earth Bus	Erdsammelleitung
Semiconductor Power Converter	Halbleiter-Stromrichter
Transformer	Transformator
Earth Pole	Erdpol

Bild 8 – Beispiel für eine Schutz Erde und eine Funktionserde

Die Schutz Erde kann entsprechend den Anforderungen des Lieferanten in Hochspannung, Niederspannung, Steuerung usw. kategorisiert und unterteilt werden. In dieser Norm werden keine Regeln für Erdungssysteme festgelegt, diese müssen jedoch den lokalen Installationsnormen, einschließlich derer zum Personenschutz, entsprechen.

Anhang A (normativ)

Kurzfristige Überlastbarkeit

A.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden die Wechselstrommotoren mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke entsprechend der Anforderungen an die kurzfristige Überlastbarkeit in Art-1- oder Art-2-Motoren unterteilt. Diese Überlastbarkeiten werden als „häufig angewendet“ definiert. Die kurzfristige Überlastbarkeit kann auch als „kurzzeitige Überlastbarkeit“ bezeichnet werden.

Art-1-Motoren werden typischerweise für reversierbare Motoren für Warmwalzgerüste festgelegt, wie in Vorwalz-Anwendungen in Grobblechstraßen und Warmbandwalzwerken (HSM, en: hot strip mill), in denen die Drehmomentüberlastung gewöhnlich mehr als 200 % beträgt. Diese Drehmomentüberlastung und Überleistung werden benötigt, um die Dicke des Walzmaterial in einem Durchgang stark zu verringern.

Art-2-Motoren werden typischerweise für Motoren in kontinuierlichen Walzenstraßen festgelegt, wie in Anwendungen von Warmbandfertigstraßen und Tandem-Kaltwalzstraßen (TCM, en: tandem cold mill), in denen die Überleistung für die Beschleunigung, Entschleunigung und Stoßbelastungen aus dem Walzbetrieb benötigt wird.

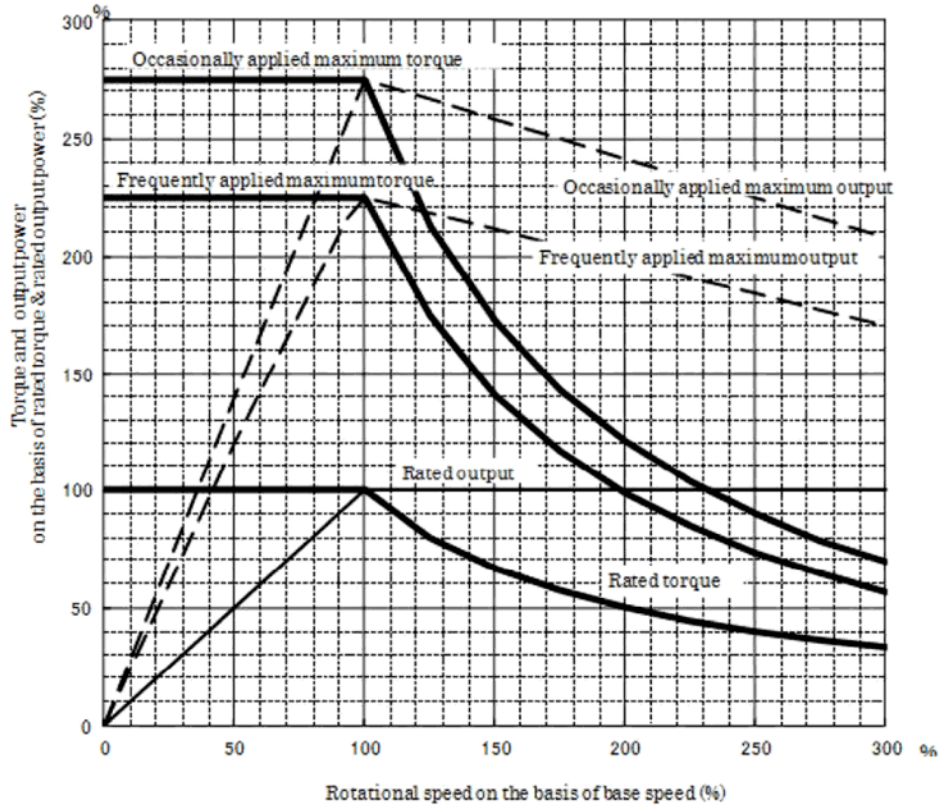
Grundsätzlich ist bei einem Art-2-Motor keine Drehmomentüberlastung erlaubt, außer für die Beschleunigung während dem Walzen und für das transiente Drehmoment.

A.2 Festlegung der häufig angewendeten kurzfristigen Überlastbarkeit Art-1

Der Art-1-Motor ist ein Motor, der schnell, gewöhnlichen innerhalb von 2 oder 3 Sekunden beschleunigt oder entschleunigt. Darüber hinaus verfügt er über eine sehr große kurzzeitige Drehmomentüberlastung und Überleistung, oftmals mit häufigem Reversieren der Motordrehung, sowie über schnelle Lastschwankungen. Die folgenden drei Typen werden als Art-1-Motoren eingestuft:

- a) Der Typ A-Motor, dessen Drehmoment bei höchster Ausgangsleistung über Grunddrehzahl verringert wird, entsprechend der früheren Gleichstrom- NEMA MG.1.23, wie in [Bild A.1](#) dargestellt.
- b) Der Typ B-Motor, dessen Drehmoment bei höchster Ausgangsleistung nicht über Grunddrehzahl verringert wird, wie in [Bild A.2](#) dargestellt.
- c) Der Typ S-Motor ist weder ein Typ A- noch ein Typ B-Motor.

Der Art-1-Motor wird im Allgemeinen in reversierbarem Betrieb eingesetzt; er kann jedoch auch in nicht reversierbaren Anwendungen mit schnellen Laständerungen zum Einsatz kommen.

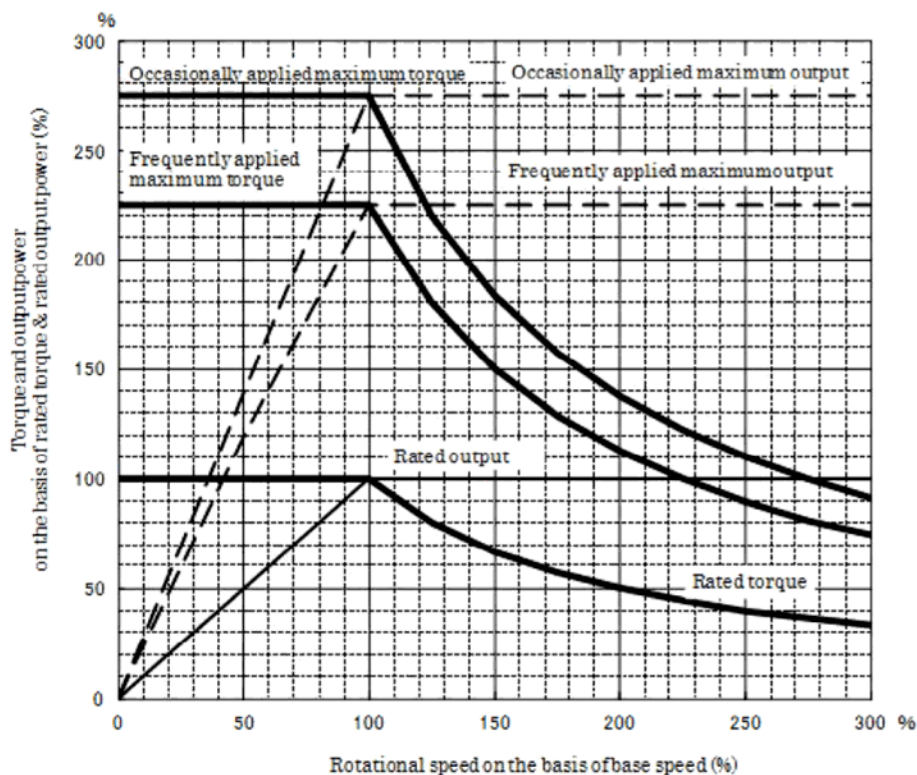


Englisch	Deutsch
Torque and output power on the basis of rated torque & rated output power (%)	Drehmoment und Ausgangsleistung auf Grundlage des Bemessungsmoments & der Bemessungsleistung (%)
Occasionally applied maximum torque	Gelegentlich angewendetes größtes Drehmoment
Frequently applied maximum torque	Häufig angewendetes größtes Drehmoment
Occasionally applied maximum output	Gelegentlich angewendete größte Leistung
Frequently applied maximum output	Häufig angewendete größte Leistung
Rated output	Bemessungsleistung
Rated torque	Bemessungsmoment
Rotational speed on the basis of base speed (%)	Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl (%)

Bild A.1 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A

Tabelle A.1 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A

Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl	Grenz-Drehmoment-überlastung	Grenz-Überleistung	Häufig angewendete Drehmomentüberlastung	Häufig angewendete Überleistung	Drehmoment für Bemessungsmomentstrom	Ausgangsleistung für Bemessungsmomentstrom
0	275	0	225	0	100	0
50	275	140	225	120	100	50
100	275	275	225	225	100	100
150	172,1	258	140,8	211	66,7	100
200	120,7	241	98,8	198	50	100
250	89,8	225	73,5	184	40	100
300	69,3	208	56,7	170	33,3	100



Englisch	Deutsch
Torque and outputpower on the basis of rated torque & rated outputpower (%)	Drehmoment und Ausgangsleistung auf Grundlage des Bemessungsmoments & der Bemessungsleistung (%)
Occasionally applied maximum torque	Gelegentlich angewendetes größtes Drehmoment
Frequently applied maximum torque	Häufig angewendetes größtes Drehmoment
Occasionally applied maximum output	Gelegentlich angewendete größte Leistung
Frequently applied maximum output	Häufig angewendete größte Leistung
Rated output	Bemessungsleistung
Rated torque	Bemessungsmoment
Rotational speed on the basis of base speed (%)	Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl (%)
Torque and outputpower on the basis of rated torque & rated outputpower (%)	Drehmoment und Ausgangsleistung auf Grundlage des Bemessungsmoments & der Bemessungsleistung (%)

Bild A.2 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B

Tabelle A.2 – Art-1, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B

Einheit %

Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl	Grenz-Drehmomentüberlastung	Grenz-Überleistung	Häufig angewendete Drehmomentüberlastung	Häufig angewendete Überleistung	Drehmoment für Bemessungsmomentstrom	Ausgangsleistung für Bemessungsmomentstrom
0	275	0	225	0	100	0
50	275	140	225	120	100	50
100	275	275	225	225	100	100
150	183	275	150	225	66,6	100
200	137,5	275	112,5	225	50	100
250	110	275	90	225	40	100
300	91,6	275	75	225	33,3	100

A.3 Festlegung der häufig angewendeten kurzfristigen Überlastbarkeit Art-2

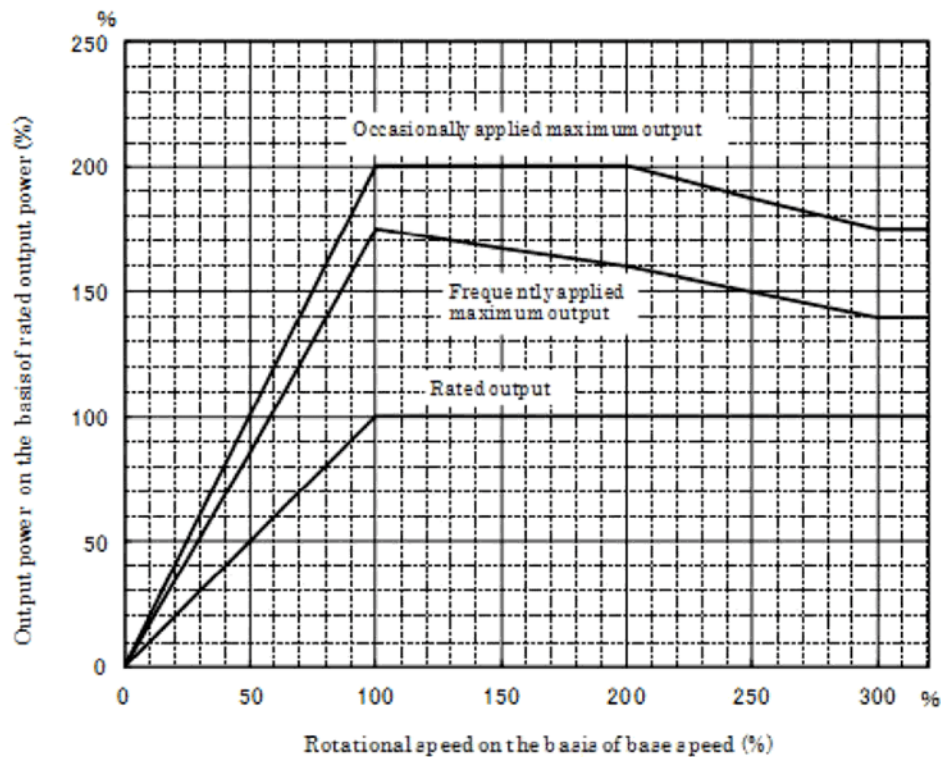
Beim Art-2-Motor handelt es sich um einen Motor, dessen Be- und Entschleunigungszeiten im Allgemeinen viel länger als die des Art-1-Motors sind; in der Regel liegen die Be- und Entschleunigungszeiten im Bereich von 10 Sekunden bis 20 Sekunden. Auch die kurzfristige Überlastbarkeit ist allgemein geringer und der Motor reversiert nur selten.

Der Art-2-Motor wird generell in einem koordinierten Prozess mit mehreren Walzengerüsten eingesetzt, deren relative Drehzahlen während der Beschleunigung, Ruhezustand und Entschleunigung eng abfolgen, wobei die Spannung des Blechs oder des Stabs zwischen den benachbarten Walzengerüsten geregelt wird. Daher wird ausschließlich die Überleistung anstelle der Drehmomentüberlastbarkeit festgelegt.

Die folgenden drei Typen werden als Art-2-Motoren eingestuft:

- Der Typ A-Motor, dessen Drehmoment bei höchster Ausgangsleistung über Grunddrehzahl verringert wird, entsprechend der früheren Gleichstrom- NEMA MG.1.23, wie in [Bild A.3](#) dargestellt.
- Der Typ B-Motor, dessen maximale Ausgangsleistung über Grunddrehzahl gehalten wird. Der Fall in [Bild A.4](#) ist Standard für Wechselstrommotoren, sofern nichts anderes festgelegt ist.
- Der Typ S-Motor hat ein besonderes angepasstes Modell zur Leistungsreduzierung über Grunddrehzahl.

Bei einem „Typ A-Motor“ und einem „Typ B-Motor“ beträgt das zulässige Zeitintervall für Überleistung 1 Minute.



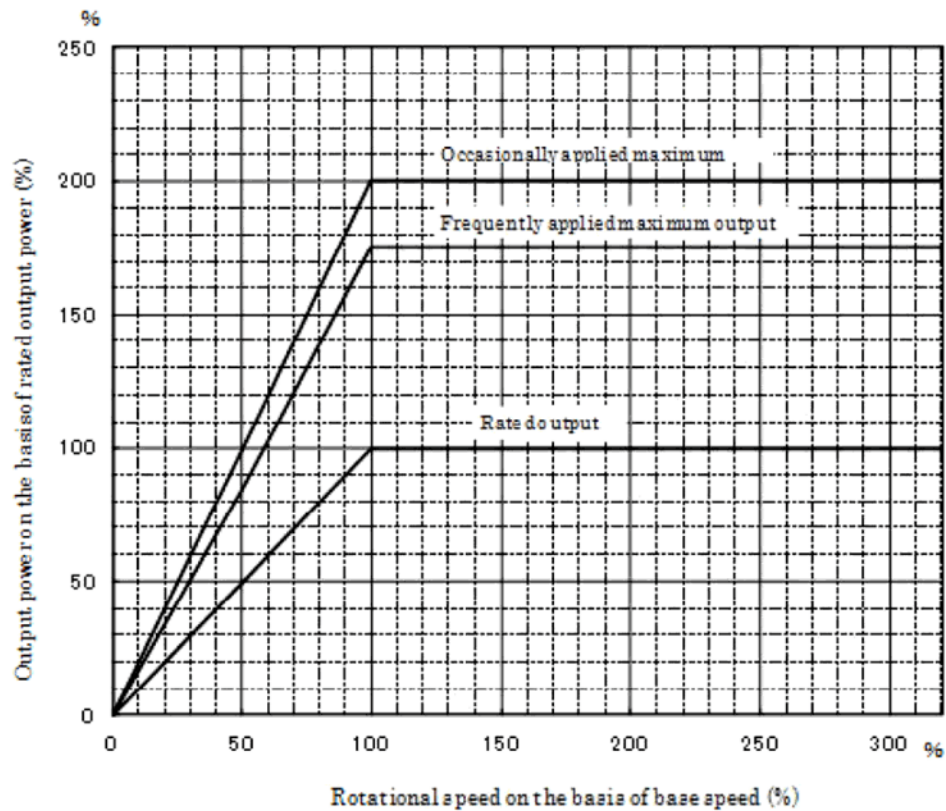
Englisch	Deutsch
Output power on the basis of rated output power (%)	Ausgangsleistung auf Grundlage der Bemessungsleistung (%)
Occasionally applied maximum output	Gelegentlich angewendete größte Leistung
Frequently applied maximum output	Häufig angewendete größte Leistung
Rated output	Bemessungsleistung
Rotational speed on the basis of base speed (%)	Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl (%)

Bild A.3 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A

Tabelle A.3 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs A

Einheit %

Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl	Grenz-Überleistung	Häufig angewendete Überleistung	Ausgangsleistung für Bemessungsmomentstrom
0	0	0	0
50	100	85	50
100	200	175	100
150	200	167,5	100
200	200	160	100
250	187,5	150	100
300	175	140	100



Englisch	Deutsch
Output power on the basis of rated output power (%)	Ausgangsleistung auf Grundlage der Bemessungsleistung (%)
Occasionally applied maximum	Gelegentlich angewendete größte
Frequently applied maximum output	Häufig angewendete größte Leistung
Rated output	Bemessungsleistung
Rotational speed on the basis of base speed (%)	Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl (%)

Bild A.4 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B

Tabelle A.4 – Art-2, kurzfristige Überlastbarkeit des Typs B

Einheit %

Drehzahl auf Grundlage der Grunddrehzahl	Grenz-Überleistung	Häufig angewendete Überleistung	Ausgangsleistung für Bemessungsmomentstrom
0	0	0	0
50	100	85	50
100	200	175	100
150	200	175	100
200	200	175	100
250	200	175	100
300	200	175	100

Anhang B (normativ)

Bestimmung des Walzbetriebsmodells

B.1 Allgemeines

In diesem Anhang werden sieben Typen von Walzbetriebsmodellen auf Grundlage der tatsächlichen Anwendung in maßgeblichen Walzanlagen bestimmt. Der Käufer muss das Zutreffende dieser Walzbetriebsmodelle bestimmen.

Der Lieferant muss für den Wechselstrommotor mit veränderbarer Drehzahl für Walzwerke die Klassifikation und den Betrieb des Motors entsprechend des vom Käufer festgelegten Walzbetriebsmodell bestimmen. Drehzahl- und Lastschwankungen sowie Zeitintervalle sind festzulegen.

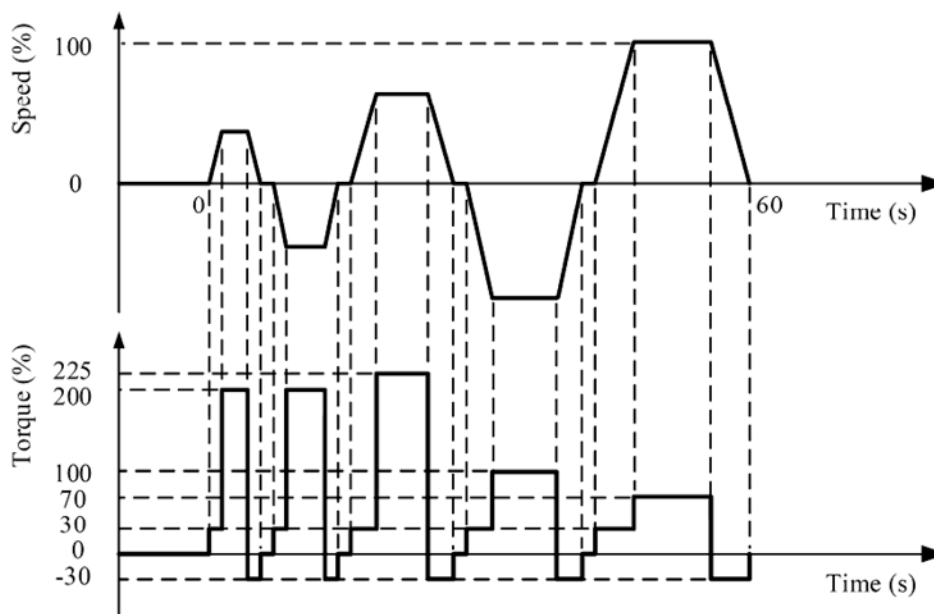
Wenn die dauerhafte Überlastbarkeit wie in [Abschnitt 6](#) definiert festgelegt ist, muss auf die Walzbetriebsmodelle in diesem Anhang verwiesen werden.

B.2 Walzbetriebsmodell für reversierbares Warmwalzen

Das Walzbetriebsmodell für reversierbares Warmwalzen ist das in [Bild F.1](#) dargestellte Betriebsmodell mit typischerweise einem Gerüst, auch wenn mehrere Gerüste möglich sind. Dieses Walzbetriebsmodell ist auch in Grobblechwalzwerken, Vorwalzgerüsten von Warmbandwalzwerken, Strukturmühlen und Stabstahlstraßen einsetzbar.

In diesem Betriebsmodell

- a) werden Schwerlast-, Schwachlast- und Leerlauf-Walzzyklen in wechselnde Motordrehrichtungen in einem Zeitraum wiederholt, der viel kürzer als die thermische Ersatzzeitkonstante der Walzmotoren ist,
- b) kann das Walzintervall für einen Durchgang recht kurz aber mit starker Drehmomentüberlastung des Motors sein,
- c) werden im Allgemeinen sowohl Geschwindigkeit als auch Dauer des Walzvorgangs, ebenso wie die Anzahl der Walzdurchgänge erhöht und der „Betrieb mit nichtperiodischer Last und Drehzahländerung“ angewendet,
- d) wird der Betrieb mit Drehmomentüberlastung bei weniger als Grunddrehzahl oft geplant,
- e) muss die in [Anhang A.2](#) festgelegte häufig angewendete kurzfristige Überlastbarkeit Art-1 spezifiziert werden, damit die Überlastbarkeit die Drehmomentüberlastung vom Walzengerüst aushalten kann.



Englisch	Deutsch
Speed (%)	Drehzahl (%)
Torque (%)	Drehmoment (%)
Time (s)	Zeit (s)

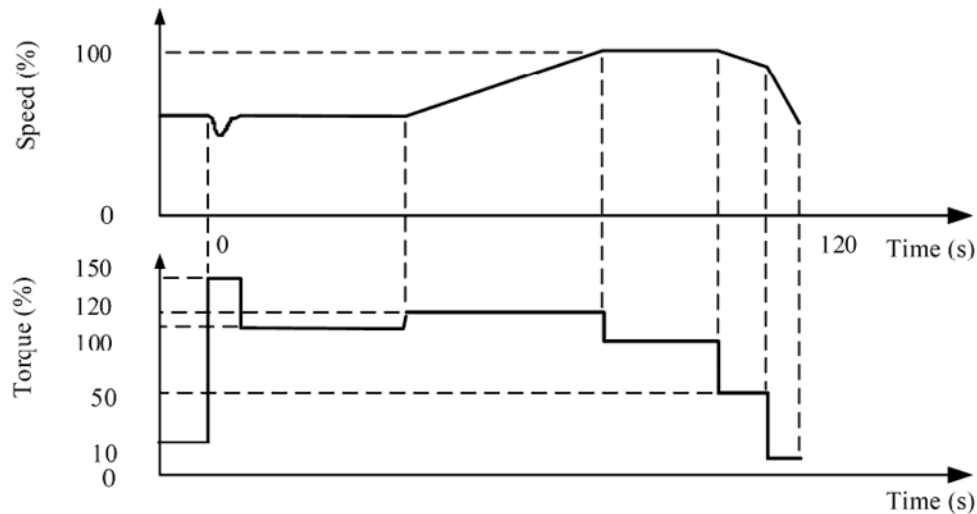
Bild B.1 – Walzbetriebsmodell für reversierbares Warmwalzen

B.3 Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Warmwalzen von Feinblechen

Das Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Warmwalzen von Feinblechen ist das Betriebsmodell, in dem warme Blechwerkstoffe in einem Durchgang gewalzt werden und die Walze nur eine Motordrehrichtung hat. Das Modell ist in [Bild B.2](#) dargestellt.

In diesem Betriebsmodell

- werden abwechselnd Schwachlastbetrieb ohne Walzen und Schwerlastbetrieb mit Walzen wiederholt,
- wird während Schwerlastbedingungen die Walzdrehzahl generell in den Bereich der Feldschwächung beschleunigt,
- ist eine plötzliche schwere Drehmomentüberlastung erforderlich, um den Drehzahlabfall durch den Stoß zu verringern, wenn das Walzmaterial in das Walzengerüst eintritt,
- beträgt das Walzintervall für jedes Walzmaterial gewöhnlich zwischen 60 Sekunden und 120 Sekunden und ist kürzer als die thermische Ersatzzeitkonstante der Walzmotoren. Da jedoch die Dauer des Schwachlastbetriebs ohne Walzen gewöhnlich kurz ist, sollte dieses Walzbetriebsmodell mit Blick auf die thermischen Bedingungen als Dauerlast angesehen werden,
- muss die in [Anhang A.3](#) festgelegte häufig angewendete kurzfristige Überlastbarkeit Art-2 spezifiziert werden, damit die Überlastbarkeit die Überleistung vom Walzengerüst aushalten kann.



Englisch	Deutsch
Speed (%)	Drehzahl (%)
Torque (%)	Drehmoment (%)
Time (s)	Zeit (s)

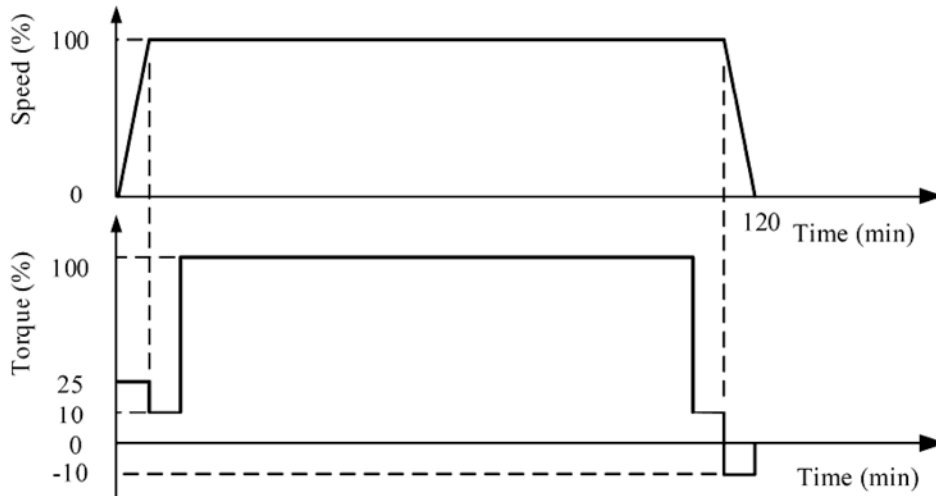
Bild B.2 – Walzbetrieb für kontinuierliches Warmwalzen von Feinblechen

B.4 Walzbetriebsmodell für Stranggießanlagen, die direkt mit kontinuierlichen Warmwalzwerken verbunden sind

Das Walzbetriebsmodell für Stranggießanlagen, die direkt mit kontinuierlichen Warmwalzwerken verbunden sind, ist das Betriebsmodell, in dem die Walzmaterialien über längere Zeit und ohne den Schwachlastbetrieb, der beim Warten auf das nächste Material, stattfindet, gewalzt werden. In diesem Fall verfügt der Walzenmotor nur über eine Drehrichtung. Das Modell ist in [Bild B.3](#) dargestellt.

In diesem Betriebsmodell

- entspricht die Dauer im Schwerlastbetrieb gewöhnlich der thermischen Ersatzzeitkonstante der Walzenmotoren, da die Walzmaterialien füreinander geschweißt werden,
- liegt die Motorlast konstant innerhalb der Bemessungsbedingung, sofern der Walzplan nicht geändert wird, und eine Be- und Entschleunigung der Walzenmotordrehzahl im Wesentlichen nicht vorkommt, mit Ausnahme einer leichten Walzmaterialien, um die Walzspannung auszurichten,
- muss das Bemessungsmoment für den Walzenmotor höher als die Walzdrehzahl sein,
- muss die in [Anhang A.3](#) festgelegte häufig angewendete kurzfristige Überlastbarkeit Art-2 spezifiziert werden, damit die Überlastbarkeit die Überleistung vom Walzengerüst aushalten kann.



Englisch	Deutsch
Speed (%)	Drehzahl (%)
Torque (%)	Drehmoment (%)
Time (min)	Zeit (min)

Bild B.3 – Walzbetrieb für Stranggießanlagen, die direkt mit kontinuierlichen Warmwalzwerken für Feibleche verbunden sind

B.5 Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Warmwalzen in Drahtwalzstraßen

Das Walzbetriebsmodell für kontinuierliches Warmwalzen in Drahtwalzstraßen ist das Betriebsmodell, in dem das Walzmaterial in einem Durchgang gewalzt wird und die Walze nur eine Motordrehrichtung hat. Das Modell ist in [Bild B.4](#) dargestellt.

Dieses Walzbetriebsmodell wird bei Vorwalz-, Zwischen- und Fertigstraßen von Drahtwalzwerken angewendet.

In diesem Betriebsmodell

- werden allgemein abwechselnd Schwachlastbetrieb ohne Walzen und Schwerlastbetrieb mit Walzen wiederholt,
- wird während des Walzens oft der Dauerbetrieb bei Feldschwächung eingesetzt,
- ist eine plötzliche Drehmomentüberlastung erforderlich, um den Drehzahlabfall durch den Stoß, wenn das Material in den Walzenspalt eintritt, auszugleichen,
- ist die kurzfristige Überleistung bei Fertigstraßen entsprechend höher als bei Vorwalz- oder Zwischenstraßen,
- liegt das Walzintervall ungefähr zwischen 90 Sekunden und 180 Sekunden, und ist kürzer als die thermische Ersatzzeitkonstante der Walzmotoren; die Zeit im Schwachlastbetrieb während des Wartens auf das nächste Material ist jedoch gewöhnlich kurz, weshalb dieses Walzbetriebsmodell mit Blick auf die thermischen Bedingungen als Dauerlast angesehen werden sollte,
- ist eine kontinuierliche Drehmomentüberlastung und Überleistung von ungefähr 5 Minuten zu berücksichtigen, die von der geringeren Temperatur des Walzmaterials verursacht wird, weil das Walzintervall relativ lang ist,

Im Vergleich zu kontinuierlichem Warmwalzen von Feiblech

- ist das Walzintervall für jedes Material länger,
- ist die kurzfristige Drehmomentüberlastung am Walzenspalt im Allgemeinen geringer und insbesondere bei Vorwalzstraßen ist sie geringer als bei Fertig- und Zwischenstraßen,
- wird die Be- und Entschleunigung während des Walzens nicht häufig angewendet,