

Siemens-Schuckert



Preisliste M 10

I. Teil
Mai 1926

Wechselstrom- Schwungrad-Generatoren Modell FW für Leistungen bis 4500 kVA

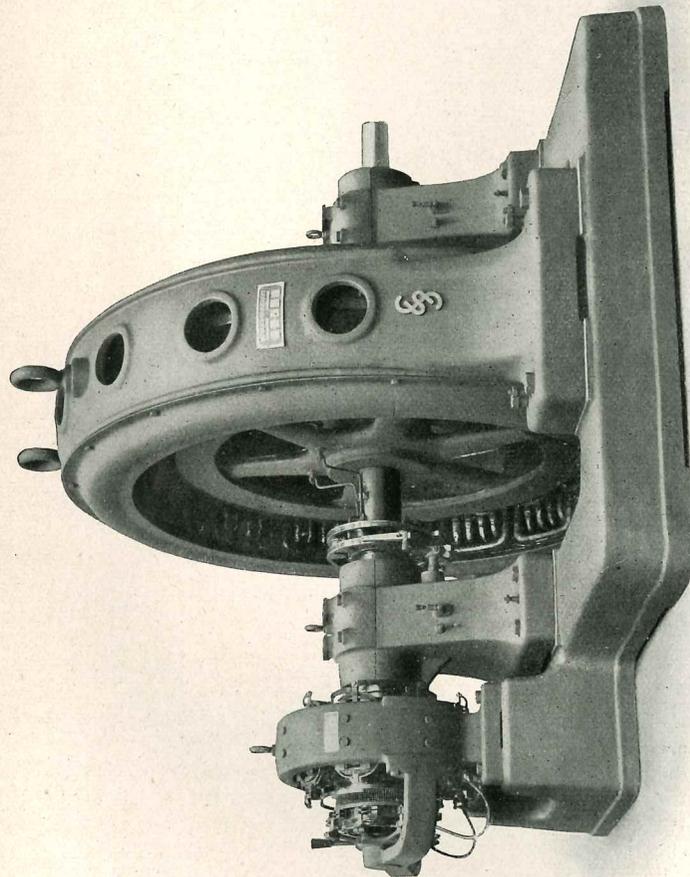
Inhalt

	Seite
Abbildungen	2—6
Technische Bemerkungen	7—37
Drehstrom-Schwungrad-Generatoren Modell FW	38—81
Mit normalem Schwungmoment für Drehzahl 1000—94	38—67
Mit erhöhtem Schwungmoment für Drehzahl 375—94	68—81
Fundamentbalken, Grundplatten	82—85
Fundamentschrauben, Fundamentsockel	86—88
Spannschienen	88
Riemenscheiben	89
Kupplungen	90
Erregermaschinen für Maschinen Modell FW	91—93
Verpackungspreise und -gewichte	94—98
Maße siehe Preisliste M10 II. Teil.	

M 10 I

*Hierdurch wird Preisliste M10 I. Teil, September 1921,
und II. Teil, März 1921, ungültig*

Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW



Drehstrom-Schwunrad-Generator in offener Ausführung Modell FW, Form D5, mit Erregermaschine Modell GV

Nur für Bürogebrauch!

Zur Preisliste M10 I. Teil, Mai 1926.

Lieferzeit und Lieferort

Gegenstand	Lieferzeit etwa Monate	Lieferort
Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW, VFW und PFW 330 bis 580	4 bis 6	Nürnberg Werk
Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW 600 bis 650	5 $\frac{1}{2}$	Dynamo- werk Siemens- stadt
„ FW 680 „ 760	6	
„ FW 780 „ 860	7 $\frac{1}{2}$	
„ FW 880 „ 960	8	
„ VFW und PFW 600 bis 960	1 $\frac{1}{2}$ Monat länger als Modell FW	

Besondere Ausführungen von Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW

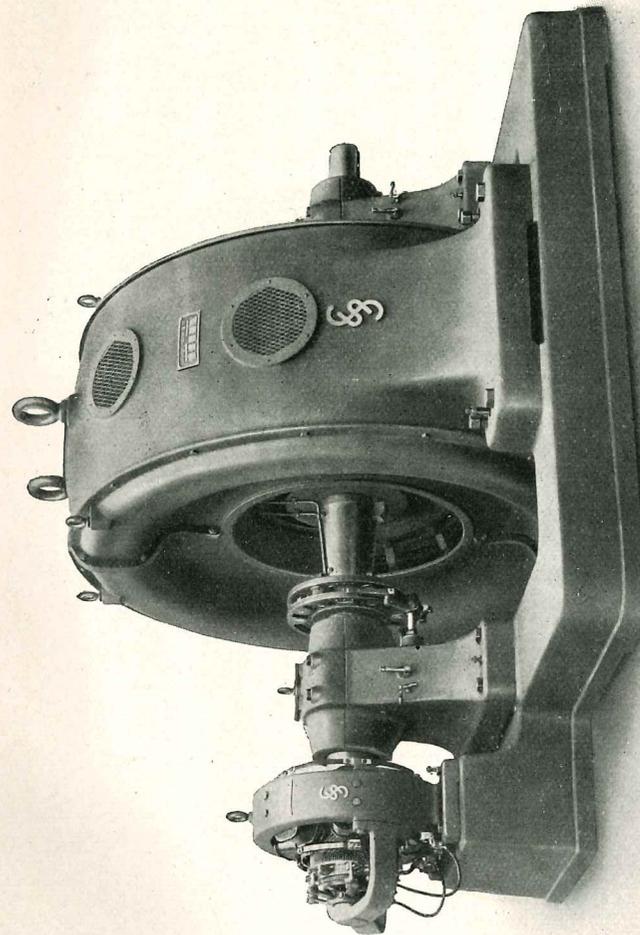
Gegenstand	Lieferzeit Monate	Lieferort
Modell FW, VFW und PFW 330 bis 580 in Ausführung	dieselbe wie in normaler Aus- führung auf Anfrage	Nürnberg Werk
mit Sonderisolation		
„ Säule zur Befestigung der Bürstenbrücke „ angeschmiedetem Kupplungsflansch		
„ anormaler Achshöhe		
„ Dämpferkäfig		
für Drehzahlerhöhung um 80%		
Modell FW, VFW und PFW 600 bis 960 in Ausführung	dieselbe wie in normaler Aus- führung 1 $\frac{1}{2}$ Monat länger als in normaler Aus- führung	Dynamo- werk Siemens- stadt
mit Sonderisolation		
„ anormaler Achshöhe		
„ Säule zur Befestigung der Bürstenbrücke „ angeschmiedetem Kupplungsflansch		
„ Dämpferkäfig		
für Drehzahlerhöhung um 80%		

Wenden!

Druckschriften über Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren und deren Zubehör

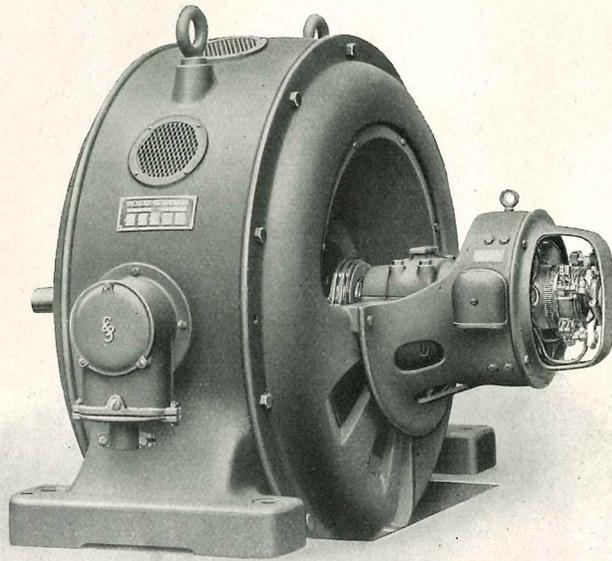
Nr.	Erschienen	Titel bzw. Inhaltsangabe
Techn. M. 2071	1910	Überlastungsschutz von Wechselstrom-Erzeugern
Techn. M. 2102	1922	Schwungmomente v. Kolbenmaschinen zum Antrieb von Wechselstrom-Generatoren
Beschr. 1144	1922	Beschreibung der Einrichtung f. das Parallelschalten von Wechselstrom-Maschinen
Techn. M. 2096	1922	Kurzschlußsicherheit und Spannungsregulierung von Drehstrom-Generatoren
DM 408	1923	Fragebogen über Wechselstrom-Maschinen für Parallelbetrieb mit ungleichartigen Maschinensätzen
Vorschr. 421	1923	Vorschrift für den Einbau der Schutzdrosselspulen
Beschr. 1093	1923	Elektrische Einstellvorrichtung Type R1308
DM 419	1923	Bezeichnung und Bestellung von Ersatzteilen für die Wicklungen von Wechselstrom-Maschinen
Vorschr. 90	1923	Behandlung von Hochspannungsanlagen
" 486	1923	Beschreibung und Vorschrift betr. Anlassen der Synchron-Motoren für Selbstanlauf
" 496	1923	Vorschrift für Einbau und Behandlung der selbsttätigen Eilregler
" 408	1923	Betriebs- und Bedienungsvorschrift für den Schnellregler
Techn. M. 2052	1923	Lüftungsanlagen für Turbogeneratoren (gilt auch für PFW-Maschinen)
" " 2106	1923	Untersuchung bei Betriebsstörungen von parallellaufenden Synchron-Generatoren
Vorschr. 368	1924	Montage und Behandlung der selbsttätigen Regler mit elektrischem Antrieb R1224
Mont. Schr. 4	1925	Normalblatt für Stromlauf und Schaltung von Maschinen, Transformatoren und Apparaten
Mont. Schr. 6	1925	Schaltungen von Zählern und Meßinstrumenten in Verbindung mit Meßwandlern
Mont. Schr. 11	1925	Ursachen und Abhilfen der Störungen an elektrischen Maschinen
Vorschr. 387	1925	Vorschrift für das Aufstellen, die Inbetriebnahme und Instandhaltung von elektrischen Maschinen
Mont. Schr. 1.	1925	Anweisung für das Ausrichten von Maschinen
" " 7	1925	Trocknen von Maschinen
Kl. N. 2187	1925	Schnellentregung großer Wechselstrom-Synchron-Maschinen
Techn. M. 2092	1925	Vorschriften für die Steuerung u. Regelung v. Kraftmaschinen, die parallelarbeitende Wechselstrom-Generatoren antreiben
Vorschr. 272	1925	Vorschrift für Einbau und Behandlung des Schnellreglers der SSW
Beschr. 1202	1926	Einrichtungen zum selbsttätigen Parallelschalten von Wechselstrom-Maschinen
Broschüre 2662	1926	Schnell- und Eilregler

Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW



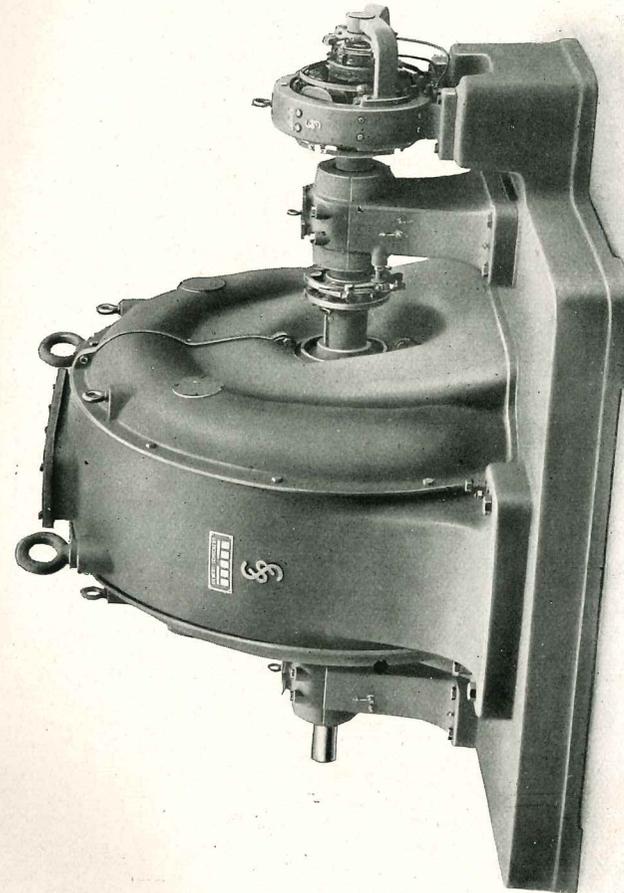
Drehstrom-Schwunrad-Generator in geschützter Ausführung Modell VFW,
Form D 5, mit Erregermaschine Modell GY

Wechselstrom-Schwungrad- Generatoren Modell FW



Drehstrom-Schwungrad-Generator in geschützter Ausführung Modell VFW,
Form B3, mit Schildlagern und Erregermaschine Modell GV

Wechselstrom-Schwungrad- Generatoren Modell FW



Drehstrom-Schwungrad-Generator in geschlossener Ausführung Modell FFW,
Form D5, mit Erregermaschine Modell GV

Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW



Drehstrom-Schwunrad-Generator in geschützter Ausführung Modell VFW
mit senkrechter Welle und Erregermaschine Modell GV

Näheres auf Anfrage

Wechselstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW

Technische Bemerkungen

Sämtliche Modelle entsprechen den Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (REM 1923 des VDE).

	Seite
A. Drehstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW	7—32
1. Bezeichnung	7
2. Frequenz	8
3. Leistung	8—9
4. Drehzahl	9
5. Spannung	9
6. Spannungskurve	10
7. Spannungsregelung	10—11
8. Erregung und Erregermaschinen	11
9. Wirkungsgrad, Antriebsleistung	12—15
10. Isolation	16
11. Kurzschlußstrom und Kurzschlußsicherheit	16—17
12. Parallelbetrieb	17—19
13. Drehsinn	20
14. Stromstärke, Stromabführungen, Sternpunkt	20
15. Bauart	21—24
16. Welle, Lager, Stichmaße, Keile	24—25
17. Schleifringe, Bürsten	26
18. Kupplungen, Kupplungsflansche	26—27
19. Riemenscheiben, Spannschienen, Seilscheiben	27—29
20. Schraubenschlüssel	30
21. Gewichte	30
22. Schwungmoment	30—31
23. Synchron-Motoren	31—32
B. Zweiphasenstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FWZ	33
C. Einphasenstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FWE	33—34
D. Besondere Ausführungen von Drehstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW	35—37

A. Drehstrom-Schwunrad-Generatoren Modell FW

1. Bezeichnung

Die allgemeine Bezeichnung der in dieser Liste behandelten Maschinen ist „Modell FW“ für offene, „VFW“ für geschützte und „PFW“ für geschlossene Ausführung. Die Bezeichnung eines bestimmten Modells erfolgt durch Hinzufügen

einer Zahl, die den Maschinendurchmesser,
eines Buchstabens, der die Maschinenlänge kennzeichnet, und
einer Zahl, die die Drehzahl des Modells bei Frequenz 50 Per/s angibt.

Wird ein Listenmodell mit einer anderen Frequenz betrieben, so wird die neue Frequenz der Drehzahl des Modells bei 50 Per/s hinzugefügt; z. B. VFW 330f—1000/42.

2. Frequenz

Die Maschinen werden normal für die Nennfrequenz 50 Per/s ausgeführt. Sie können aber auch für jede andere Frequenz zwischen 40 und 60 Per/s gewickelt werden, wofür in elektrischer Hinsicht die Bemerkungen unter 3. Leistung, 4. Drehzahl und 8. Erregung zu beachten sind. Näheres über Wirkungsgrade für Maschinen mit Frequenz 60 Per/s siehe Bemerkung 9. Wirkungsgrad. Da sich die mechanische Ausführung des Läufers bei anderen Frequenzen ändern kann, ist für Frequenzen unter und über 50 Per/s stets Rückfrage erforderlich.

3. Leistung

Die Maschinen werden gebaut:

- a) als **Generator** für $\cos \varphi = 0,8$ bei einer Nennleistung N_g in **kVA**.

Die gleiche Leistung kann auch bei Leistungsfaktoren zwischen $\cos \varphi = 1$ und $0,7$ abgegeben werden. Bei kleineren Leistungsfaktoren als $\cos \varphi = 0,7$ ist wegen der Größe der Leistungsabgabe Rückfrage erforderlich.

Soll der Generator **auch** als Synchron-Motor arbeiten, so ist dies wegen des erforderlichen Dämpferkäfigs (Mehrpreis siehe Seite 36) bei Bestellung anzugeben; siehe auch Bemerkung 23. Synchron-Motoren. Über die Bestimmung der Motorleistung gilt Folgendes:

- b) als **Synchron-Motor** für $\cos \varphi = 1$ bei einer Nennleistung N_m in **kW**.

Die Motorleistung der Listenmodelle errechnet sich allgemein aus der Beziehung

$$N_m = \eta \cdot N_g \text{ in kW bei } \cos \varphi = 1.$$

Soll ein solcher Synchron-Motor zeitweilig auch als Generator betrieben werden, so kann er nur eine Leistung

$$N_g = \frac{0,7 \cdot N_m}{\eta} \text{ in kVA bei } \cos \varphi = 0,8$$

abgeben.

Der Wirkungsgrad η ist der Liste zu entnehmen.

Wegen Bemessung der Riemenscheibe bei verschiedenen Leistungsfaktoren siehe Seite 27.

Synchron-Motoren für $\cos \varphi = 1$ erhalten stets kostenlos einen Dämpferkäfig. Nähere Angaben über das Anlassen und den Betrieb von Synchron-Motoren siehe Bemerkung 23. Synchron-Motoren.

Die Leistung an der Welle ist in den Tabellen Seite 38—49 für die Drehzahlen 1000—375 U/min außer in kW auch in PS angegeben. Bei geradliniger Bewegung von Lasten errechnet sich diese Leistung aus Kraft und Geschwindigkeit zu

$$N^{\text{kW}} = \frac{P^{\text{kg}} \times v^{\text{m/s}}}{102} \cong \frac{1}{100} P^{\text{kg}} \times v^{\text{m/s}}$$

Bei Drehbewegung errechnet sie sich aus Drehmoment und Drehzahl zu

$$N^{\text{kW}} = \frac{D^{\text{mkg}} \times n^{\text{U/min}}}{973} \cong \frac{1}{1000} D^{\text{mkg}} \times n^{\text{U/min}}$$

Die in den Tabellen Seite 38—67 angegebenen Nennleistungen gelten für Dauerbetrieb und für die Nennfrequenz 50 Per/s. Bei Frequenzen

über 50 bis zu 60 Per/s ist die Leistung verhältnismäßig höher. Bei Frequenzen unter 50 bis zu 40 Per/s ist die Leistung verhältnismäßig niedriger. Für die Spannungen bleiben die Angaben der Liste bestehen.

4. Drehzahl

Für die Nennfrequenz von 50 Per/s ergeben sich die in den Tabellen Seite 38—67 aufgeführten Nenndrehzahlen. Andere Frequenzen erfordern verhältnismäßig abweichende Drehzahlen. Soll z. B. der Generator VFW 330f—1000 mit 42 Per/s benutzt werden, so muß er mit

$$1000 \cdot \frac{42}{50} = 840 \text{ U/min betrieben werden.}$$

Sämtliche Maschinen sind so gebaut, daß sie im Leerlauf eine um 20% höhere Drehzahl aushalten. Gegen die auf Seite 36 angegebenen Mehrpreise können die Maschinen für eine vorübergehende Erhöhung der Drehzahl um 80% ausgeführt werden (Wasserturbinen-Antrieb). Entsprechend den Angaben der Bemerkung 19. Riemenscheiben, Seite 27—29, erhalten dann einzelne Modelle bei Riemenantrieb schmiedeeiserne Riemenscheiben.

5. Spannung

Die in den Tabellen Seite 38—67 angegebenen Spannungen sind die in § 9 der REM 1923 festgesetzten normalen Betriebsspannungen, für die die Maschinen zu den zugehörigen Preisen geliefert werden. Für die Nennspannung und den Spannungsbereich gelten die Angaben der §§ 9 und 65 der REM 1923.

Synchron-Motoren werden für die Betriebsspannung gewickelt.

Das Leistungsschild sowie die Garantien beziehen sich auf die Nennspannung.

Die Maschinen können auch für andere als die in den Tabellen Seite 38—67 angegebenen Spannungen gebaut werden und zwar gegen einen Mehrpreis von

- 3% für Spannungen, die zwischen der niedrigsten und höchsten listenmäßigen Betriebsspannung liegen,
- 3% für die nächst niedrigere Betriebsspannung nach § 9 der REM,
- 6% für Spannungen, die zwischen der niedrigsten listenmäßigen Betriebsspannung und der nächst niedrigeren Betriebsspannung nach § 9 der REM liegen.

Der Mehrpreis bezieht sich stets auf die Preise der **ersten** in den Tabellen Seite 38—67 ausgefüllten Preisspalte und zwar gilt als Grundpreis im Fall a) bei Spannungen bis 1200 Volt der der 500-Volt-Maschine,

" " über 1200 Volt bis 3900 Volt der der 3000-Volt-Maschine,

" " über 3900 Volt der der 5000-Volt-Maschine,

im Fall b) und c) der der niedrigsten listenmäßigen Betriebsspannung.

Maschinen für andere Spannungen, als sich nach Vorstehendem ergeben, werden auf Anfrage angeboten.

6. Spannungskurve

Werden an die Kurvenform der Spannungswelle weitergehende Anforderungen gestellt, daß also die nach § 14 der REM 1923 zulässige Abweichung einen geringeren Wert als 5% aufweisen soll, so entsteht ein Mehrpreis, der auf Anfrage mitgeteilt wird.

7. Spannungsregelung

Die Spannungsänderung nach § 72 der REM 1923 bei Entlastung vom Nennstrom auf Leerlauf ohne Änderung der Erregung und Drehzahl beträgt bei Betrieb

mit $\cos \varphi = 1,0$ bis zu 18%,

mit $\cos \varphi = 0,8$ bis zu 35%.

Soll die Spannung bei Belastungsschwankungen unverändert bleiben, so muß nachgeregelt werden. Die Nachregelung auf konstante Spannung kann durch nachstehend angegebene Arten erfolgen:

I. Bei Eigenerregung (eigene Erregermaschine)

a) mittels feinstufigem Nebenschlußregler.

Erregermaschine gibt veränderliche Spannung, dient also **ausschließlich** zur Erregung der Wechselstrom-Synchronmaschine. Verwendbar bei Wasserkraft-, Turbo- und Motorgeneratoren. Regler nach Preisliste M16.

b) mittels Hauptstromregler.

(Erregermaschine gibt konstante Spannung.)

Erforderlich bei Antrieb durch Kolbenmaschinen.

1. in Verbindung mit Justierwiderstand in Brückenschaltung. Erregermaschine darf höchstens 10% der Nennererregungsleistung für andere Zwecke abgeben. Regler und Justierwiderstand nach Preisliste M16.

2. unter gleichzeitiger Verwendung eines grobstufigen Nebenschlußreglers. Erregermaschine kann mehr als 10% der Nennererregungsleistung als Nebenleistung abgeben. Regler nach Preisliste M16.

II. Bei Fremderregung (fremde Stromquelle mit konstanter Spannung) mittels Hauptstromregler.

Die Betätigung der Regler zur Einstellung einer bestimmten, z. B. konstanten Spannung bei veränderter Last erfolgt:

A. durch Handregelung

1. mit von Hand bewegten Reglern nach Preisliste M16,
2. mit motorischem Antrieb der Regler und von Hand bewegtem Steuerschalter. Näheres siehe Preisliste S12, Antriebe für Regel- und Anlaßapparate. Regler nach Preisliste M16.

B. durch automatische Regelung

1. mittels Trägeregler. Anwendbar bei Hauptstromregelung nach Ib1 oder II. Näheres siehe Preisliste M17, Abschnitt Trägeregler.
2. mittels Eilregler. Anwendbar bei Hauptstromregelung nach Ib1 oder II. Näheres siehe Preisliste M17, Abschnitt Eilregler.
3. mittels Schnellregler. Anwendbar bei feinstufiger Nebenschlußregelung. Näheres siehe Preisliste M17, Abschnitt Schnellregler.

Für wahlweise Handregelung kann hierbei auch noch ein Hauptstromregler vorgesehen werden, der aber beim Schnellreglerbetrieb kurzgeschlossen wird.

Bei motorischem Antrieb nach A 2 oder B 1 und 2 sind die Regler in Ausführung Lz (mit Endausschaltern für den Motor) zu bestellen.

Erfolgen die Belastungsänderungen der Maschine sehr schnell und wünscht man die Spannung trotzdem unverändert zu halten, so ist es vorzuziehen, anstatt der unter A1, A2 und B1 genannten trägen Regler **Eilregler** oder **Schnellregler** anzuwenden, die beide die Maschinenspannung auch bei schnellen Belastungsänderungen selbsttätig unverändert halten.

Beim Eilregler wird eine stark vergrößerte Regelgeschwindigkeit des Stufenschalters für den Erregerstrom benutzt, wobei das Überregeln durch eine Kontaktrückführung verhindert wird.

Beim Schnellregler wird der Nebenschlußstrom der Erregermaschine in Abhängigkeit von der Belastung der Wechselstrommaschine durch ein Relais besonderer Bauart periodisch verstärkt und geschwächt, indem ein Vorschaltwiderstand absatzweise kurzgeschlossen wird. Die Spannung der Wechselstrommaschine wird dadurch auch bei Belastungsstößen stets selbsttätig unverändert gehalten.

Die Regler unter Ia, Ib und II sind so bemessen, daß sie Feineinstellung der Spannung bis herab zu etwa 80% der Nennspannung erlauben. Den Stufen für Feinregelung sind noch einige für Grobregelung angeschlossen, die eine weitere Verringerung der Spannung bis auf die Hälfte der normalen gestatten. Weitere Herabregelung der Spannung bedingt einen anormalen Regler und Mehrpreis je nach den besonderen Erfordernissen.

8. Erregung und Erregermaschinen

Die in den Tabellen Seite 38—67 angegebenen Erregerleistungen reichen für Frequenzen zwischen 40 und 60 Per/s bei Nennleistung und Nennspannung bei Generatorbetrieb für einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$ aus, bei induktionsfreier Belastung als Generator oder beim Motorbetrieb mit $\cos \varphi = 1$ müssen etwa 80% der Erregerleistung bei $\cos \varphi = 0,8$ aufgewandt werden. Bei Betrieb mit $\cos \varphi = 0,7$ muß die Nennererregungsleistung sowie die für die Bemessung des Hauptstromreglers angegebene Leistung um etwa 6% erhöht werden, so daß gegebenenfalls eine Änderung des in den Tabellen Seite 38—67 angegebenen Erregermaschinenmodells nebst zugehörigem Nebenschlußregler eintreten kann. Für Frequenzen ≥ 50 Per/s sind die Erregermaschinen der Tabelle Seite 92—93 zu entnehmen.

Die Eigenerreger werden als Nebenschlußmaschinen mit Wendepolen gewickelt.

Nähere Angaben über die für unmittelbaren Zusammenbau geeigneten Erregermaschinen enthalten die Seiten 91—93.

Der Spannungsabfall in den Kabelleitungen zwischen den Klemmen der Erregermaschine und den Schleifringen darf bei Nennererregungsstrom nicht größer als 4% sein.

Die in den Tabellen Seite 38—67 angegebene normale Nennererregungsleistung kann in besonderen Fällen auf Anfrage herabgesetzt werden.

9. Wirkungsgrad, Antriebsleistung

In den Tabellen Seite 38—67 sind die Wirkungsgrade der Drehstrom-Generatoren bei Nennleistung und induktiver Belastung für $\cos \varphi = 0,8$ angegeben. Sie sind nach §§ 59—62 der REM 1923 mit Einschluß der Luft- und Lagerreibungsverluste aufgestellt.

Die Wirkungsgrade gelten für Fremderregung. Es sind bei ihnen daher zwar die Erregerleistung, jedoch nicht die Eigenverluste in der Erregermaschine berücksichtigt. Da die Maschinen sowohl für Fremderregung als auch mit Eigenerreger geliefert werden, so sind auf Seite 13 Formeln angegeben, die die Möglichkeit bieten, aus dem Wirkungsgrad η_L der Tabellen Seite 38—67 die Wirkungsgrade bei Nennleistung für Generatoren und Synchron-Motoren in Ausführung für Fremderregung oder mit Eigenerreger zu berechnen.

Aus einer weiteren Formelreihe läßt sich für Generatoren mit den Drehzahlen von 250 bis 94 U/min aus dem Wirkungsgrad η_L nach den REM 1923 mit Lagerreibung derjenige nach den REM 1923 ohne Lagerreibung ermitteln.

Für die nach diesen Formeln ermittelten Wirkungsgrade für Nennleistung bei $\cos \varphi = 1$ oder 0,8 ergeben sich die Wirkungsgrade für Teillasten bei Ausführung als Drehstrom-Generator aus den Teilbelastungstabellen auf Seite 13.

Bei Ausführung als Drehstrom-Synchron-Motor für $\cos \varphi = 1$ sind die Wirkungsgrade für Teillasten ebenfalls der Teilbelastungstabelle mit Lagerreibung Seite 13 zu entnehmen.

Die Tabelle auf Seite 14 gestattet in einfacher Weise den Übergang der Wirkungsgrade von $\cos \varphi = 0,8$ auf $\cos \varphi = 0,9$ und $\cos \varphi = 0,7$.

Modelle, die für 60 Per/s mit der vorgesehenen Leistungserhöhung von 10% gebaut werden, erhalten für die Drehzahlen 375 U/min bis einschließlich 94 U/min einen Wirkungsgrad (bei $\cos \varphi = 0,8$ und Fremderregung), der gleich dem Wirkungsgrad η_L der Tabellen Seite 48—67 ist. Von Drehzahl 1000 U/min bis einschließlich 428 U/min ist der Wirkungsgrad η_L der Tabellen Seite 38—47 um 0,5% herabzusetzen. Im übrigen können dieselben Umrechnungsmethoden wie bei 50 Per/s angewendet werden, wobei an Stelle von η_L der nach vorstehenden Angaben geänderte Wirkungsgrad tritt.

Die Wirkungsgrade η_L der Tabellen Seite 38—67 sowie die nach den Tabellen Seite 13 ermittelten Wirkungsgrade für $4/4$, $3/4$ und $2/4$ Last sind Garantiewerte unter Beachtung der Toleranz in den REM 1923.

Für $1/4$ Last ist der Wirkungsgrad bei Ein- Zwei- und Dreiphasen-Maschinen in jedem Falle ohne Gewähr.

Die Antriebsleistung des Generators ist in kW bzw. PS

$$N^{kW} = \frac{N^{kVA} \cdot \cos \varphi}{\eta} \text{ bzw. } N^{PS} = \frac{1,360 N^{kVA} \cdot \cos \varphi}{\eta}$$

wobei der Wirkungsgrad η für den in Frage kommenden $\cos \varphi$ und für die entsprechende Belastung einzusetzen ist.

Formeln zur Bestimmung der Wirkungsgrade für Nennleistung aus den Wirkungsgraden η_L der Haupttabellen Seite 38—67

Drehzahl U/min	Bei Ausführung als	Für Fremderregung einschl. Verluste für Felderregung und derjenigen im Regler		Mit Eigenerreger einschl. Verluste für Felderregung und derjenigen im Regler und der Erregermaschine bei Regelung durch			
		$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,8$	Hauptstromregler		Nebenschlußregler	
1000 bis 94	Drehstrom-Generator für $\cos \varphi = 0,8$ bei Nennleistung in kVA	nach §§ 59—62 der REM 1923 mit Lagerreibung					
		$0,8 \eta_L + 20,2$	η_L	$0,9 \eta_L + 10,7$	$1,1 \eta_L - 9,7$	$0,8 \eta_L + 20,4$	$1,1 \eta_L - 9,1$
	Drehstrom-Synchronmotor für $\cos \varphi = 1$ bei Nennleistung in kW	$0,9 \eta_L + 10,5$	—	$\eta_L + 1,1$	—	$0,9 \eta_L + 10,7$	—
250 bis 94	Drehstrom-Generator für $\cos \varphi = 0,8$ bei Nennleistung in kVA	nach §§ 59—62 der REM 1923 ohne Lagerreibung					
		$0,8 \eta_L + 20,6$	$\eta_L + 0,4$	$0,9 \eta_L + 11$	$1,2 \eta_L - 18,5$	$0,8 \eta_L + 20,8$	$1,1 \eta_L - 8,8$

Teilbelastungstabelle

Wirkungsgrad nach §§ 59—62
der REM 1923, bezogen auf kVA

bei $4/4$ Be- lastung 0/0	bei $3/4$ Be- lastung 0/0	bei $2/4$ Be- lastung 0/0	bei $1/4$ Be- lastung 0/0	bei $4/4$ Be- lastung 0/0	bei $3/4$ Be- lastung 0/0	bei $2/4$ Be- lastung 0/0	bei $1/4$ Be- lastung 0/0	bei $4/4$ Be- lastung 0/0	bei $3/4$ Be- lastung 0/0	bei $2/4$ Be- lastung 0/0	bei $1/4$ Be- lastung 0/0
mit Lagerreibung											
80 80,5	79,5 80	77,5 78	68,5 69	85,5 86	85 85,5	83 83,5	74,5 75	91 91,5	90,5 91	88,5 89,5	81,5 82,5
81 81,5	80,5 81	78,5 79	69,5 70,5	86,5 87	86 86,5	84 84,5	75,5 76,5	92 92,5	91,5 92	90 90,5	83,5 84
82 82,5	81,5 82	79,5 80	71 71,5	87,5 88	87 87,5	85 85,5	77 77,5	93 93,5	92,5 93	91 91,5	85 86
83 83,5	82,5 83	80,5 81	72 72,5	88,5 89	88 88,5	86 86,5	78 79	94 94,5	93,5 94	92 93	87 88
84 84,5 85	83,5 84 84,5	81,5 82 82,5	73 73,5 74	89,5 90 90,5	89 89,5 90	87 87,5 88	79,5 80 81	95 95,5 96	94,5 95 95,5	93,5 94 94,5	89 90,5 91,5
ohne Lagerreibung											
80 80,5	79,5 80	78,5 79	71 71,5	85,5 86	85 85,5	83,5 84	76,5 77,5	91 91,5	90,5 91	89 89,5	83,5 85
81 81,5	80,5 81	79,5 80	72 72,5	86,5 87	86 86,5	84,5 85	78 78,5	92 92,5	91,5 92	90,5 91	85 86
82 82,5	81,5 82	80,5 81	73 73,5	87,5 88	87 87,5	85,5 86	79 79,5	93 93,5	92,5 93	91,5 92	86,5 87,5
83 83,5	82,5 83	81 81,5	74 74,5	88,5 89	88 88,5	86,5 87	80 81	94 94,5	93,5 94	92,5 93	88 89
84 84,5 85	83,5 84 84,5	82 82,5 83	75 75,5 76	89,5 90 90,5	89 89,5 90	87,5 88 88,5	81,5 82 83	95 95,5 96	94,5 95 95,5	93,5 94,5 95	90 91 92

Wirkungsgrad bei $\cos \varphi = 0,9$ und $\cos \varphi = 0,7$

Der Listenwirkungsgrad η_L ist zunächst für die geforderten Betriebsverhältnisse nach den Tabellen und Formeln für einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$ umzurechnen.

Für den so erhaltenen Wirkungsgrad η kann dann aus den nachstehenden Tabellen auf gleicher Zeile der entsprechende Wirkungsgrad bei $\cos \varphi = 0,9$ oder $\cos \varphi = 0,7$ entnommen werden.

Der Wirkungsgrad für $\frac{3}{4}$ Last kann praktisch gleich dem für $\frac{1}{4}$ Last gesetzt werden.

η bei $\cos \varphi$ = 0,8	η bei $\cos \varphi$ = 0,9	η bei $\cos \varphi$ = 0,7	η bei $\cos \varphi$ = 0,8	η bei $\cos \varphi$ = 0,9	η bei $\cos \varphi$ = 0,7	η bei $\cos \varphi$ = 0,8	η bei $\cos \varphi$ = 0,9	η bei $\cos \varphi$ = 0,7	η bei $\cos \varphi$ = 0,8	η bei $\cos \varphi$ = 0,9	η bei $\cos \varphi$ = 0,7
60	62	56,5	69	71,5	66	78	80	75,5	87	88,5	85,5
60,5	62,5	57	69,5	72	66,5	78,5	80,5	76	87,5	89	86
61	63	57,5	70	72,5	67	79	81	76,5	88	89	86,5
61,5	63,5	58	70,5	73	67,5	79,5	81,5	77	88,5	89,5	87
62	64	58,5	71	73,5	68	80	82	77,5	89	90	87,5
62,5	64,5	59	71,5	74	68,5	80,5	82,5	78	89,5	90,5	88
63	65	59,5	72	74,5	69	81	83	78,5	90	91	88,5
63,5	65,5	60	72,5	75	69,5	81,5	83,5	79	90,5	91,5	89
64	67	60,5	73	75,5	70	82	83,5	79,5	91	92	89,5
64,5	67,5	61	73,5	76	70,5	82,5	84	80,5	91,5	92,5	90,5
65	68	61,5	74	76,5	71	83	84,5	81	92	93	91
65,5	68,5	62	74,5	77	71,5	83,5	85	81,5	92,5	93,5	91,5
66	69	62,5	75	77	72	84	85,5	82	93	94	92
66,5	69,5	63	75,5	77,5	72,5	84,5	86	82,5	93,5	94,5	92,5
67	69,5	63,5	76	78	73	85	86,5	83	94	94,5	93
67,5	70	64	76,5	78,5	74	85,5	87	83,5	94,5	95	93,5
68	70,5	65	77	79	74,5	86	87,5	84	95	95,5	94,5
68,5	71	65,5	77,5	79,5	75	86,5	88	84,5	95	95,5	94,5

Erläuterungsbeispiele

zu den Formeln und Tabellen für die Bestimmung der Wirkungsgrade bei Nennleistung und Teilbelastung

Beispiel 1: Es sind die Wirkungsgrade und Toleranzen bei Nennleistung und Teilbelastung für den Drehstrom-Generator FW390 d-428 mit folgenden Betriebsverhältnissen zu bestimmen:

- $\cos \varphi = 1$, Fremderregung,
- $\cos \varphi = 0,8$, Eigenerregung, Nebenschlußregelung,
- $\cos \varphi = 0,7$, Eigenerregung, Hauptstromregelung.

Lösung: Aus der Tabelle auf Seite 46 ist der Wirkungsgrad η_L für induktive Leistungsabgabe mit $\cos \varphi = 0,8$, Fremderregung und mit Einschluß der Lagerreibungsverluste zu entnehmen zu

$$\eta_L = 88\%$$

Zu a): Für induktionsfreie Belastung $\cos \varphi = 1$ und Fremderregung erhält man den Wirkungsgrad unter Benutzung der Umrechnungsformel auf Seite 13.

$$\eta = 0,8 \eta_L + 20,2 = 0,8 \cdot 88 + 20,2 = 70,4 + 20,2 = 90,6 \approx 90,5\%$$

Die Wirkungsgrade für Teilbelastung werden der Teilbelastungstabelle mit Lagerreibung auf Seite 13 entnommen.

Sie sind bei:	$\frac{1}{4}$ Last 90,5%	$\frac{3}{4}$ Last 90,0%	$\frac{2}{4}$ Last 88,0%	$\frac{1}{4}$ Last 81,0%
Toleranzen:	$\pm 1,0\%$	$\pm 1,0\%$	$\pm 1,2\%$	ohne Gewähr.

Zu b): Für $\cos \varphi = 0,8$, Eigenerregung, Nebenschlußregelung erhält man in gleicher Weise

$$\eta = 1,1 \eta_L - 9,1 = 1,1 \cdot 88 - 9,1 = 96,8 - 9,1 = 87,7\% \approx 87,5\%$$

	$\frac{1}{4}$ Last 87,5%	$\frac{3}{4}$ Last 87,0%	$\frac{2}{4}$ Last 85,0%	$\frac{1}{4}$ Last 77,0%
Toleranzen:	$\pm 1,25\%$	$\pm 1,3\%$	$\pm 1,5\%$	ohne Gewähr.

Zu c): Für $\cos \varphi = 0,7$, Eigenerregung, Hauptstromregelung werden zuerst die Wirkungsgrade für $\cos \varphi = 0,8$ bestimmt und dann nach Tabelle Seite 14 für $\cos \varphi = 0,7$ abgeändert.

$$\eta = 1,1 \cdot \eta_L - 9,7 = 1,1 \cdot 88 - 9,7 = 96,8 - 9,7 = 87,1\% \approx 87,0\%$$

	$\frac{1}{4}$ Last 87,0%	$\frac{3}{4}$ Last 86,5%	$\frac{2}{4}$ Last 84,5%	$\frac{1}{4}$ Last 76,5%
Änderung wegen $\cos \varphi = 0,7$:	85,5%	84,5%	82,5%	74,0%
Toleranzen:	$\pm 1,45\%$	$\pm 1,55\%$	$\pm 1,75\%$	ohne Gewähr.

Beispiel 2: Es sind die Wirkungsgrade und Toleranzen bei Nennleistung und Teilbelastungen für den Drehstrom-Generator FW900i-125, Form A3, mit folgenden Betriebsverhältnissen zu bestimmen: $\cos \varphi = 0,9$, Eigenerregung, Hauptstromregelung.

Lösung: Der aus der Tabelle Seite 62 erhaltene Wirkungsgrad η_L gilt mit Lagerreibungsverlusten. Da bei Form A3 die Lagerreibungsverluste nicht berücksichtigt werden, so muß bei Benutzung der Umrechnungsformeln auf Seite 13 der Wirkungsgrad für die gegebenen Betriebsverhältnisse ohne Lagerreibung bestimmt werden, außerdem ist $\cos \varphi = 0,9$ zu berücksichtigen. Nach der Tabelle Seite 62 ist $\eta_L = 93,5\%$

$$\eta = 1,2 \cdot \eta_L - 18,5 = 112,2 - 18,5 = 93,7\% \approx 93,5\%$$

	$\frac{1}{4}$ Last 93,5%	$\frac{3}{4}$ Last 93,0%	$\frac{2}{4}$ Last 92,0%	$\frac{1}{4}$ Last 87,5%
Änderung wegen $\cos \varphi = 0,9$:	94,5%	94,0%	93,0%	89,0%
Toleranzen:	$\pm 1,0\%$	$\pm 1,0\%$	$\pm 1,0\%$	ohne Gewähr.

10. Isolation

Normalisolation. Alle Maschinen sind mit einer Isolation versehen, die Schutz bietet gegen die Einwirkung von feuchter und staubhaltiger Luft, sofern der Staub keine leitenden Bestandteile enthält. Diese Normalisolation genügt daher für Räume, in denen sich die Luftfeuchtigkeit zeitweise an Decken und Wänden niederschlagen kann, oder für Räume mit nicht leitendem Staub, wie z. B. in Kalk- oder Zementwerken, Mühlen usw. Sie ist daher auch für gewisse Tropengebieten noch zulässig. Für diese Normalisolation gelten die Preise in den Haupttabellen Seite 38—67.

Sonderisolation. Für Gegenden mit feuchtheißem Tropenklima und für besonders nasse Räume muß eine besondere Isolation zur Verwendung kommen. Diese Sonderisolation, welche den Wicklungen auch Schutz gegen die Einwirkung von gut leitendem Staub sowie chemisch ätzenden Gasen bietet, ist daher ebenfalls anzuwenden in Räumen, die Pulverdampf, Kohlen- oder Metallstaub, Sauggase oder salzhaltige Bestandteile fein verteilt in der Luft enthalten. Bei Sonderisolation erhalten alle Maschinen von 250 kVA und mehr für Spannungen über 1200 bis 3900 Volt Spulen mit Füllmasse. Die Sonderisolation wird ohne Verminderung der Nennleistung gegen den auf Seite 35 angegebenen Mehrpreis ausgeführt.

Bei Spannungen über 3900 Volt sind sämtliche Maschinen innerhalb der Nuten zum Schutz gegen Glimmentladungen und zur Vermeidung der dadurch hervorgerufenen Zerstörung der Leiterisolation mit Masse gefüllt, die übrigen Wicklungsteile haben dabei stets Ausführung mit Sonderisolation. Maschinen mit diesen Spannungen werden stets ohne Mehrpreis mit Sonderisolation ausgeführt.

Die Eingangsspulen der Wicklungen für Spannungen über 1200 Volt sind gegen Einfallen von Überspannungen und Wanderwellen verstärkt isoliert.

Die Ständerwicklung sämtlicher Maschinen besteht aus maschinell hergestellten Formspulen. Diese werden in offene Nuten des Eisenpaketes eingelegt und die Nuten werden durch imprägnierte Holzkeile verschlossen. Die Spulen können bei etwaigen Reparaturen nach Abschrauben einiger Pole des Läuferades ohne Demontage der Maschine ausgebaut und wieder eingelegt werden.

11. Kurzschlußstrom und Kurzschlußsicherheit

Die Maschinen halten einphasige oder dreiphasige Kurzschlüsse an beliebigen Stellen des Netzes bei Nennspannung ohne Schaden aus. Der bei plötzlich eintretendem Kurzschluß sich entwickelnde Spitzenwert des Stoßkurzschlußstromes beträgt selbst im ungünstigsten Falle ganz einseitigen Verlaufes höchstens das 15-fache des Scheitelwertes des Nennstromes, unabhängig von der vorherigen Belastungsart der Maschine. Der Stoßkurzschlußstrom klingt innerhalb 2 bis 3 Sekunden auf den Dauerkurzschlußstrom ab.

Der verhältnismäßig geringe Stoßkurzschlußstrom wird dadurch erzielt, daß der Ständer für genügend große Streuung gewickelt ist. Es ergibt sich dadurch entsprechend Bemerkung 7. Spannungsregelung eine etwas

größere Spannungsänderung als bei Maschinen mit geringer Streuung und entsprechend großem Stoßkurzschlußstrom. In Anlagen ohne selbsttätigen Regler empfiehlt sich unter Verwendung eines einfachen Überspannungsrelais oder Zentrifugalschalters die selbsttätige Einschaltung eines Widerstandes in den Nebenschlußkreis der Erregermaschine zum Schwächen der Erregung nach plötzlichen starken Entlastungen oder beim Durchgehen der Wasserturbinen.

Der Dauerkurzschlußstrom beträgt bei der dem Nennbetrieb entsprechenden Erregung des Generators für $\cos \varphi = 0,8$ das 2,2- bis 2,8-fache, im Mittel also das 2,5-fache des Nennstromes.

12. Parallelbetrieb

Kolbenkraftmaschinen zum Antrieb von Wechselstrom-Maschinen müssen Ungleichförmigkeitsgrade erhalten, die für Einzelbetrieb sowie für guten und mäßig guten Parallelbetrieb mindestens die Werte der Tabelle I Seite 18 besitzen.

Die Schwungmomente des Maschinensatzes sind so zu bestimmen, daß für Nennleistung mindestens diese Ungleichförmigkeitsgrade bei Einzellauf vorhanden sind. Die wirklichen Ungleichförmigkeitsgrade bei Parallellauf mehrerer Maschinen, die wegen der Resonanzwirkung stets schlechter sind, sind dann gerade noch zulässig. Für Leerlauf dürfen die Ungleichförmigkeitsgrade bis zu 40% größer sein.

Guter Parallelbetrieb wird vor allem für städtische oder Lichtzentralen gefordert; mäßig guter Parallelbetrieb ist vor allem für eigene Industrie- oder Hüttenwerkzentralen mit vorwiegendem Kraftanschluß ausreichend.

Es muß bei Generatoren, die mit den Antriebsmaschinen direkt gekuppelt sind, geprüft werden, ob das vom Kraftmaschinenlieferanten für den gegebenen Ungleichförmigkeitsgrad geforderte Schwungmoment keine Resonanzgefahr ergibt. Dafür sind in der Tabelle II Seite 19 sowohl für Ein- und Zweitakt- wie für Viertaktmaschinen diejenigen Bereiche der Schwungmomente für alle vorkommenden Drehzahlen angegeben, die wegen der Resonanzgefahr gesperrt sind, und auch diejenigen Bereiche, in denen Resonanznähe oder Resonanzferne vorhanden ist.

Das endgültige Schwungmoment für parallelarbeitende Generatoren muß so bestimmt werden, daß es einerseits außerhalb der gesperrten Bereiche nach Tabelle II Seite 19 liegt, und daß es andererseits höchstens die Ungleichförmigkeitsgrade der Kraftmaschinen nach Tabelle I Seite 18 ergibt.

Wenn die größten für die einzelnen Modelle angegebenen Schwungmomente nicht ausreichen, ist ein Zusatzschwungrad zu verwenden. Es soll dann das Polrad möglichst mit dem Zusatzschwungrad organisch vereinigt werden, um gefährliche Wellentorsionsschwingungen zu vermeiden. In jedem Falle muß der Besteller oder Kraftmaschinenlieferant die Gewähr übernehmen, daß ein den Parallelbetrieb störender Torsionskontakt nicht auftritt. In allen Fällen, wo es sich um besonders große Schwungmomente handelt, oder bei Auslandslieferungen, bei denen die Zoll- und Frachtkosten besondere Bedeutung haben, ist die neue Sonderausführung zu empfehlen; vgl. Seite 21—22.

Für Ein- und Zweitakt-Kolbenmaschinen, vor allem also für Dampfmaschinen, sind zwei Sperrbereiche für die Schwungmomente vorhanden, denen der Eigentakt in Resonanz mit dem Umdrehungstakt oder dem doppelten Umdrehungstakt der Maschine liegt. Für Viertakt-Kolbenmaschinen, vor allem also für Gas- und Ölmaschinen, sind drei Sperrbereiche vorhanden, in denen Resonanz mit dem Viertakt oder dem Umdrehungstakt oder dem doppelten Umdrehungstakt vorhanden ist. Kolbenmaschinen mit wenig Zylindern erfordern im allgemeinen große Schwungmomente jenseits des letzten gesperrten Bereiches und arbeiten je nach den vorliegenden Verhältnissen in Resonanzferne oder Resonanznähe. Vielzylindermaschinen erfordern häufig nur kleine Schwungmomente und können zwischen zwei gesperrten Bereichen in Resonanznähe arbeiten.

Wird vom Kraftmaschinenlieferanten unbedingt ein Angebot auf Schwungmomente innerhalb der gesperrten Bereiche der Tabelle II auf Seite 19 verlangt, so ist Rückfrage erforderlich. Es muß dann untersucht werden, ob sich durch wesentlich andere anormale Bemessung des Generators oder durch Anbringung einer Dämpferwicklung der gesperrte Bereich des Schwungmomentes etwas verkleinern oder verschieben läßt.

Beim Parallelbetrieb mit bereits vorhandenen, besonders mit ungleichartigen Maschinen, ist stets eine eingehende rechnerische Untersuchung der gesamten Anlage auf Grund des Fragebogens DM408 erforderlich. Allgemein gültige Angaben können hierfür nicht gemacht werden. Besonders schwierig liegen die Parallelbetriebsverhältnisse von Maschinen mit ungleichen Drehzahlen, die im allgemeinen nicht empfohlen werden, weil die Resonanzbereiche der verschiedenen Antriebstakte sich gewöhnlich überschneiden, so daß man stärkere Schwingungen nicht vermeiden kann.

Tabelle I

Ungleichförmigkeitsgrade von Kraftmaschinen zur Kupplung mit Wechselstrommaschinen

Ungleichförmigkeitsgrad	für Einzelbetrieb	für guten	für mäßig guten	beim Arbeiten in
		Parallelbetrieb		
bei Riemenantrieb	1 : 100	1 : 100	—	—
		1 : 250	1 : 175	Resonanznähe
bei direkter Kupplung	1 : 120	1 : 150	1 : 105	Resonanzferne

**Tabelle II
Resonanzschwungmomente
für gleichartige und gleichtourige
50-periodische Drehstromgeneratoren Modell FW**

Polzahl 2p	Drehzahl n	$\frac{GD^2}{kVA}$ für Ein- und Zweitaktmaschinen in kgm^2/kVA									
		Gesperrt		Zulässige Resonanznähe		Gesperrt		Zulässige Resonanznähe		Resonanzferne	
		von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
12	500	0	0,14	0,34	0,56	1,13	∞				
14	428	0	0,26	0,63	1,05	2,09	∞				
16	375	0	0,44	1,07	1,77	3,55	∞				
20	300	0	1,09	2,61	4,35	8,70	∞				
24	250	0	2,26	5,42	9,03	18,1	∞				
28	214	0	4,19	10,1	16,8	33,5	∞				
32	188	0	7,13	17,1	28,5	57,0	∞				
36	166	0	11,4	27,4	45,6	91,2	∞				
40	150	0	17,4	41,7	69,6	139	∞				
48	125	0	36,2	87	145	290	∞				
56	107	0	67	161	268	535	∞				
64	94	0	114	274	456	912	∞				

Drehzahl n	$\frac{GD^2}{kVA}$ für Viertaktmaschinen in kgm^2/kVA									
	Gesperrt		Zulässige Resonanznähe		Gesperrt		Zulässige Resonanznähe		Resonanzferne	
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
500	0	0,14	0,34	0,56	1,35	2,25	4,50	∞		
428	0	0,26	0,63	1,05	2,50	4,18	8,35	∞		
375	0	0,44	1,07	1,77	4,26	7,10	14,2	∞		
300	0	1,09	2,61	4,35	10,4	17,4	34,8	∞		
250	0	2,26	5,42	9,03	21,7	36,1	72,2	∞		
214	0	4,19	10,1	16,8	40,2	67	134	∞		
188	0	7,13	17,1	28,5	68,4	114	228	∞		
166	0	11,4	27,4	45,6	110	183	365	∞		
150	0	17,4	41,7	69,6	167	279	557	∞		
125	0	36,2	87	145	348	580	1160	∞		
107	0	67	161	268	642	1070	2140	∞		
94	0	114	274	456	1100	1830	3650	∞		

Für Dreizylindermotoren geht der Sperrbereich der kleinen Schwungmomente bis zum 1,78-fachen Werte der kleinen Viertaktschwungmomente.
Für andere Frequenzen f als 50 Per/s ändern sich die Zahlen der Schwungmomententabellen bei gleichbleibender Polzahl wie $\left(\frac{50}{f}\right)^3$.

13. Drehsinn

Wenn über den Drehsinn in der Bestellung keine Angaben gemacht werden, so werden die Maschinen für Rechtslauf, d. h. im Sinne der Uhrzeigerbewegung, von der Antriebsseite der Maschine auf diese gesehen, geliefert. Die Klemmen geben dann durch ihre Bezeichnung UVW die zeitliche Aufeinanderfolge der Phasenspannungen an.

14. Stromstärke, Stromabführungen, Sternpunkt

Der Ständerstrom in Ampere ist bei Generatoren:

$$J = \frac{1000 \cdot N_g}{E \cdot \sqrt{3}}$$

bei Synchron-Motoren:

$$J = \frac{1000 \cdot N_m}{E \cdot \sqrt{3} \cdot \eta}$$

worin N_g die Nennleistung als Generator in kVA, N_m die Nennleistung als Synchronmotor bei $\cos \varphi = 1$ in kW, E die Spannung in Volt und η den Wirkungsgrad bedeuten.

Die Stromabführungen werden normalerweise auf der Schleifringseite, d. h. auf der der Kupplung entgegengesetzten Seite, angeordnet. Sie bestehen bei Maschinen bis einschließlich 700 Ampere in etwa 1,5 m langen, unten aus dem Ständer herausgeführten freien Kabelenden, die z. B. bei der Kabelzuleitung mit Endverschluß unmittelbar in diesen eingeführt werden können. Die freien Kabelenden werden unten am Gehäuse durch eine Öffnung herausgeführt und in dieser durch Klemmleisten gehalten.

Bei offenen und geschützten Maschinen mit mehr als 700 Ampere sowie bei geschlossenen Maschinen werden zum Anschluß kurze Flachkupferschienen am unteren Teil der Maschine herausgeführt.

Der Nullpunkt der Wicklung wird als freies Kabelende bzw. Flachkupferschiene neben den Ständeranschlüssen herausgeführt, so daß alle 4 Stromabführungen gleichen Querschnitt haben. Trotzdem darf aber der Nulleiter nur einen Strom von höchstens 25% des Nennstromes dauernd führen. Sollen für den Nulleiter höhere Ströme zugelassen werden, so muß der Generator einen Dämpferkäfig erhalten. Mehrpreis siehe Seite 36.

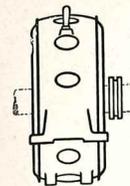
Bei Betriebsspannungen von 5000 Volt an aufwärts sind den Maschinen zum Schutz gegen Überspannung Drehstrom-Kabel von mindestens 10 m Länge für die doppelte Betriebsspannung isoliert vorzuschalten. Bereitet die Verwendung von mehr als 3 parallel geschalteten Kabeln Verlegungsschwierigkeiten, so kann auf Kabel verzichtet und Schienenleitung genommen werden.

Die Erregerleitungen sind unmittelbar an die Bürstenhalter bzw. Bolzen zu führen. Die Klemmen der Erregermaschine befinden sich an der unteren Hälfte des Magnetgestells.

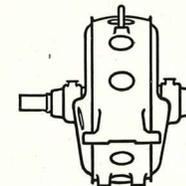
15. Bauart

a) Allgemeines

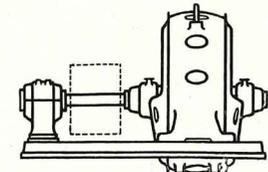
Die Maschinen werden in folgenden Formen ausgeführt:



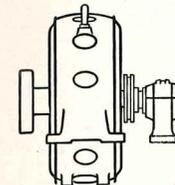
Form A3
ohne Welle und Lager
und ohne
(Fundamentbalken 1)



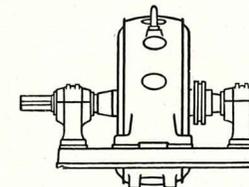
Form B3
mit Welle und
Schildlagern
jedoch ohne
Fundamentbalken 1)



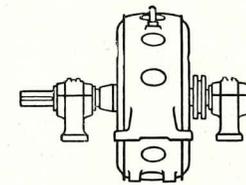
Form C2
mit Welle, 2 Schild-, 1 Steh-
lager und Grundplatte (für
Riemenscheibe)



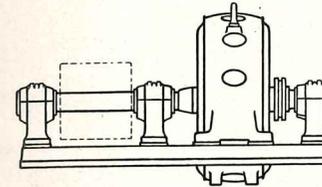
Form D3
mit Flanschelle
und einem Lager
jedoch ohne
Fundamentbalken 1)



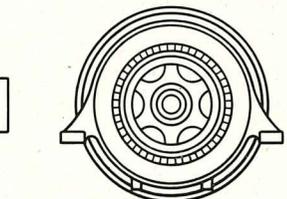
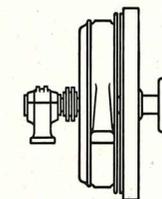
Form D5
mit Welle, 2 Lagern
und Grundplatte)



Form D11
mit Welle und 2 Lagern
jedoch ohne
Fundamentbalken 1)



Form D13
mit Welle, 3 Stehlagern und
Grundplatte (für Riemenscheibe)



Form D3ks

In den Tabellen Seite 38—67 sind bei jedem Modell die zulässigen Formen angegeben. Außerdem werden die Maschinen noch in folgenden **Sonderausführungen** gebaut:

Form A3k umfaßt Ständer, Magnetradkranz mit Polen und Schleifringe,
Form A3ks umfaßt Ständer, Magnetradkranz mit Polen, Schleifringe
und Schwungrad,

Form D3k umfaßt Ständer, Magnetradkranz mit Polen, Schleifringe,
Generatorwelle und Außenlager,

Form D3ks umfaßt Ständer, Magnetradkranz mit Polen, Schleifringe,
Generatorwelle, Außenlager und Schwungrad.

Die Preise und Gewichte schließen alle in den vorstehenden Bildern in ausgezogenen (nicht unterbrochenen) Linien dargestellten Teile und auch die Bürsten und Bürstenhalter ein; nicht einbezogen sind also

1) Fundamentbalken und -schrauben sind besonders zu bestellen, vgl. Seite 22; Gewichte und Preise siehe Seite 82—87.

die punktiert angegebene Welle in Form A3 und Riemenscheibe in Form C2 und D13. Preise und Gewichte für Form A3k, A3ks, D3k und D3ks auf Anfrage.

Fundamentbalken, Fundamentschrauben, Fundamentsockel und Spannschienen sind besonders zu bestellen, die Preise und Gewichte hierfür sind auf Seite 82—88 besonders aufgeführt. Gehäuse- bzw. Lagerfußschrauben sind im Maschinenpreise enthalten, sofern wir Fundamentbalken, Lagerbalken oder Grundplatte mitliefern.

Für Form A3, B3, D3 und D11 sind Fundamentbalken und Fundamentschrauben, für Form C2, D5 und D13 nur Fundamentschrauben oder Spannschienen zu verwenden. Maschinen in Form B3 können auch mittels Fundamentsockel verankert werden; diese Befestigungsart bietet den Vorteil leichter Montage und Demontage.

Die Maschinen werden offen als Modell FW, geschützt als Modell VFW und geschlossen als Modell PFW ausgeführt, vgl. die Abbildungen auf Seite 2—5. In den Tabellen Seite 38—53 sind durch Kursivdruck diejenigen Modelle, z. B. *FW360g—1000*, hervorgehoben, die infolge der zur Kühlung erforderlichen größeren Luftmengen erhebliches und störendes Luftgeräusch verursachen. Es wird daher dringend empfohlen, diese Maschinen stets in geschützter Ausführung zu bestellen, um Klagen der Kundschaft wegen zu starker Geräuschbildung zu vermeiden. Mehrgewichte und Mehrpreise für die geschützte Ausführung siehe Seite 35. Die in den Tabellen Seite 38 bis 47 mit PFW gekennzeichneten Modelle können nur in geschlossener Ausführung geliefert werden. Die offenen und geschützten Modelle saugen die für ihre Kühlung erforderliche Luft axial auf beiden Seiten des Läufers aus dem Maschinenraum an und blasen die warme Luft durch Rückenlöcher im Ständerumfang in den Maschinenraum aus. Bei den geschlossenen Modellen muß die Kühlluft durch einen besonderen Kanal im Fundament zugeführt werden, während die warme Abluft durch eine Öffnung am oberen Teil des Ständers in den Maschinenraum oder durch eine Öffnung am unteren Teil des Ständers in einen Abluftkanal austritt. Falls trockene, staubfreie Kühlluft nicht zur Verfügung steht, ist im Frischluftkanal ein Luftfilter vorzusehen. Luftkanäle, Luftführungsrohre und Filter gehören nicht zur Maschinenlieferung.

Bei offenen und geschützten Maschinen mit großem Ständerdurchmesser empfiehlt es sich, die Fundamentgrube durch einen Kanal im Fundament zu entlüften.

Die Wicklungen sind am ganzen Umfange durch einen beiderseitig am Ständer angeschraubten Wicklungsschutz oder durch die Gehäuseschilde gegen zufällige Berührungen geschützt.

Die **Verankerung** der Maschinen mit dem Fundament besteht bei Form A3, B3, D3 und D11 in Fundamentbalken mit Fundamentschrauben, bei Form C2, D5 und D13 lediglich in Fundamentschrauben. Bei Riemenantrieb erfolgt die Verankerung mittels **Spannschienen**, siehe Seite 88. Diese sind jedoch unter Umständen entbehrlich; Spannrolle vgl. Seite 27.

Bei Bestellung von Maschinen in Form C2 und D13 sind wegen der etwa erforderlichen Aussparungen in der Grundplatte, die normal keinen Mehrpreis bedingen, genaue Angaben über die Richtung des Riemenlaufes, am besten durch Einsendung einer Dispositionszeichnung mit Angabe der

Laufriichtung zu machen. Ohne diese Angaben können verbindliche Maßbilder nicht abgegeben und wesentliche Teile der Maschine nicht in Arbeit genommen werden.

Geländer werden nicht mitgeliefert. Werden diese gewünscht, so ist besondere Bestellung erforderlich.

Über die Ausführung von Ständer, Läufer, Welle, Lager, Schleifringen, Riemenscheiben und Kupplungen siehe die folgenden Abschnitte.

b) Ständer, Achshöhe

Einteilige Ständer haben die Modelle bis einschließlich FW 530. Die Modelle FW 560 bis FW 860 haben zweiteilige, FW 880 und größer vierteilige Ständer. Von FW 700 ab werden die Ständer durch besondere Stützböcke im Fundament abgestützt, deren Preise im Maschinenpreise enthalten sind.

Bei der Veranschlagung der Montagekosten für Maschinen mit geteiltem Ständer ist zu beachten, daß die Schlußspulen an den Teilfugen am Aufstellungsort eingelegt werden müssen.

Mehrpreise für weitere Unterteilung der Ständer auf Anfrage.

Die Achshöhen, mit denen die Generatoren normal ausgeführt werden, sind nachstehender Zusammenstellung und den Maßtabelle in Preisliste 10MII zu entnehmen.

Gegen den auf Seite 35 angegebenen Mehrpreis werden die Maschinen auch mit anormalen Achshöhen in den in folgender Tabelle angegebenen Grenzen geliefert.

Modell	Normale Achshöhe mm	Anormale Achshöhe mm
FW 390—FW 580	600	300 bis 800
FW 600—FW 700	700	400 bis 900
FW 720—FW 820	800	500 bis 1000
FW 840—FW 900	900	600 bis 1100
FW 920—FW 960	1000	700 bis 1200

Läßt sich durch Wahl einer anormalen Achshöhe ein etwaiger Unterschied in der Achshöhe der Antriebsmaschine und des Generators nicht ausgleichen, so ist zwischen beiden eine Stufe im Fundament vorzusehen, oder die Antriebsmaschine auf einen Sockel zu setzen.

Alle Maschinen haben normal angegossene Gehäusefüße. Angeschraubte Füße, welche ein Herausdrehen der unteren Ständerhälfte aus der Fundamentgrube zur leichteren Auswechslung von Spulen ermöglichen, können auf Bestellung ausgeführt werden. Mehrpreis auf Anfrage.

c) Läufer, Magnetrad

Den Tabellen Seite 68—81 bzw. den Maßbildern der Liste M10 II. Teil ist zu entnehmen, ob die Läufer normal 1-, 2- oder 4-teilig ausgeführt werden und aus welchem Material (Gußeisen oder Stahlguß) sie bei Nenndrehzahl entsprechend 50 Per/s bestehen. Mehrpreise für weitere Unterteilungen der Läufer siehe Seite 37. Vgl. auch Bemerkung 22. Schwungmoment auf Seite 30—31.

Die Erhöhung des Schwungmoments GD^2 ist bis zu dem in den Tabellen Seite 68—81 angegebenen Wert möglich. Reicht das hier angegebene größte Schwungmoment noch nicht aus, so kann es durch eine Sonderkonstruktion (mit Seitenschwungrad) noch weiter gesteigert werden; Näheres auf Anfrage. Gewichte und Preise für größere Schwungmomente als normal siehe Seite 68—81; vgl. Angaben Seite 30—31 unter Bemerkung

kung 22. Schwungmoment. Diese Preise gelten nur für die Form A3, für die übrigen Formen ist wegen der etwa erforderlich werdenden Lager- und Wellenverstärkung Anfrage erforderlich; vgl. auch Angaben unter Bemerkung 16. Welle, Lager, Stichmaße, Keile.

Für das normale (kleinste) Schwungmoment ist die kleinste und die größte ohne Mehrpreis zulässige Nabenbohrung aus den Maßtabellen der Liste M10 II. Teil zu entnehmen, desgl. die größte Nabenbohrung, die gegen Mehrpreis ausgeführt werden kann. Mehrpreis auf Anfrage.

Für Ausführung des Läufers als Schwungrad mit Zahnkranz, zum Drehen des Läufers mittels Handklinkwerk oder motorisch betriebener Andrehvorrichtung zwecks Einstellung der Antriebsmaschine auf Hub, kommen die auf Seite 37 angegebenen Mehrpreise in Anrechnung.

16. Welle, Lager, Stichmaße, Keile

a) Welle.

Über größte Nabenbohrung siehe oben.

Bei Form A3 ist bei Berechnung der Welle deren in der folgenden Tabelle angegebene größte zulässige Durchbiegung im Sitze des Läufers zu berücksichtigen.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte sind nur angenäherte, die verbindlichen gibt nach der Bestellung das ausführende Werk an.

Modell FW, VFW, PFW	Größe zulässige Durchbiegung bei Drehzahl														
	1000 mm	750 mm	600 mm	500 mm	428 mm	375 mm	300 mm	250 mm	214 mm	188 mm	166 mm	150 mm	125 mm	107 mm	94 mm
330	0,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
340	0,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
350	0,45	0,29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
360	0,45	0,31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
370	0,45	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
380	0,45	0,37	0,29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
390	0,45	0,43	0,33	0,29	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	0,45	0,45	0,37	0,33	0,25	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
410	—	—	0,42	0,37	0,27	0,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
420	—	0,45	0,45	0,39	0,33	0,29	0,21	—	—	—	—	—	—	—	—
430	—	—	0,45	0,43	0,37	0,33	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—
440	—	—	0,45	0,45	0,37	0,37	0,27	0,25	—	—	—	—	—	—	—
460	—	—	0,45	0,45	0,43	0,39	0,29	0,27	—	—	—	—	—	—	—
480	—	—	0,45	0,45	0,45	0,42	0,31	0,3	0,25	—	—	—	—	—	—
500	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,33	0,32	0,25	—	—	—	—	—	—
520	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,39	0,35	0,27	—	—	—	—	—	—
530	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,42	0,37	0,3	—	—	—	—	—	—
560	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,32	0,27	—	—	—	—	—
580	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,37	0,32	0,25	—	—	—	—
600	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	—	—	—
620	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,37	0,32	0,27	—	—	—
650	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,4	0,35	0,32	0,22	—	—	—
680	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,4	0,35	0,25	—	—	—
700	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,37	0,3	0,22	—	—
720	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,32	0,25	—
740	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,35	0,27	—
760	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,32	0,27
780	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,42	0,35	0,27
800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,37	0,3
820	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,4	0,32
840	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,4	0,32
860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,35
880	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,45	0,37
900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45	0,4
920	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,45
940	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45
960	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45

Bei Form D3, D5 und D11 sind Lager und Welle für die in den Tabellen Seite 38—67 angegebene größte Leistung bemessen. Eine Verstärkung der Lager und Welle, größerer Durchmesser, kann ausgeführt werden und ist erforderlich, wenn die Generatoren starr mit Maschinen von ungleichförmigem Drehmoment wie Dampf-, Gas-, Dieselmotoren gekuppelt und die Generatorläufer teilweise oder allein als Schwungrad benutzt werden; in solchen Fällen ist Form A3 zu bevorzugen; Lieferung der Welle erfolgt durch den Maschinenlieferanten. Wird die Welle von den SSW geliefert, so ist sie trotzdem von dem Lieferanten der Antriebsmaschine auf Drehschwingungen nachzurechnen. Etwaige Mehrpreise, die sich auf Grund dieser Nachrechnung ergeben sollten, gehen zu Lasten des Bestellers. Für die Form D3, D5, D11 ist schon bei der Anfrage das sich aus dem Tangentialdruckdiagramm ergebende höchste Drehmoment anzugeben. Falls keine Angaben hierüber gemacht werden, wird angenommen, daß vorübergehend, z. B. beim Anlassen, keine größeren Drehmomente als das 4-fache des normalen auftreten. Für diesen Fall wird kein Mehrpreis berechnet. Treten größere Drehmomente bis zum 10-fachen des normalen auf, so wird eine erhebliche Verstärkung der Lager und Welle notwendig. Mehrpreis hierfür auf Anfrage.

Auch bei Form A3 sind Angaben über das Tangentialdruckdiagramm bzw. den auftretenden Höchstwert desselben schon bei Bestellung zu machen, wenn dieses vom Mittelwert stark abweichende Spitzen aufweist, z. B. Anlauf bei Dieselmotoren, wegen etwa notwendiger Verstärkung der Läuferarme, die im allgemeinen ohne Mehrpreis ausgeführt wird.

b) Lager.

Die Lager sind sämtlich zweiteilig und als Ringschmierlager ausgebildet. Die Lauffläche besteht aus Weißmetall. Lagerverstärkung siehe vorstehenden Absatz. Bei einigen Modellen erhalten die Lager Wasserkühlung. Näheres hierüber ist in den Tabellen Seite 38—45 angegeben. Zur Kühlung ist reines Wasser zu verwenden.

c) Stichmaße.

Für die Wellenstümpfe, Läufer- und Schleifringbohrungen werden die Stichmaße und Keilnutlehren leihweise und kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die von uns gelieferten Kupplungen werden ohne Mehrpreis fertig bearbeitet und die für unsere Maschinen bestimmten Kupplungshälften aufgepaßt geliefert.

Die Kupplungsflansche werden in der Regel nach den Lehren der Motorenfirmen vorgearbeitet; die Bolzenlöcher sind bei Montage mit denen im Gegenflansch aufzureiben.

Die Schrauben für die Kupplungs- und Grundplattenanschlußflansche und die zugehörigen Reibahlen werden nur gegen besondere Bestellung und gegen Mehrpreis mitgeliefert. Die Gewichte und Preise der Kupplungsbolzen einschließlich Spezialschraubenschlüssel sind auf Seite 35 angegeben.

d) Keile.

Die Befestigungskeile für Läufer, Schleifringe, und, bei Lieferung der Welle durch uns, für alle auf der Welle zu befestigenden Teile liefern wir ohne Mehrpreis. Die Keile der zweiten Kupplungshälfte gehören nicht zu unserer Lieferung.

17. Schleifringe, Bürsten

Die Schleifringe sind im allgemeinen ungeteilt bei den Modellen bis einschließlich FW 400g—600; FW 410g—500; FW 420f—428, 375; FW 440d—300; FW 460c—250; FW 500c—214. Bei allen größeren Modellen werden sie zweiteilig ausgeführt.

Bei Form A3 müssen an dem Lager auf der Schleifringseite, das nicht zu unserer Lieferung gehört, zur Befestigung der Bürstenträger zwei Arbeitsflächen „Augen“ angebracht werden; andernfalls wird zu diesem Zwecke eine besondere Säule geliefert. Mehrpreis für die Säule siehe Seite 35.

Ein etwa erforderliches Abdrehen der Schleifringe nach Montage bei Maschinen, die unsererseits ohne Welle geliefert wurden, ist im Maschinenpreise nicht enthalten.

Die Zuführung des Erregerstromes erfolgt mittels umlaufender Schleifringe und darauf schleifender Bürsten. Die Schleifringe sind aus einer auf Grund jahrelanger Versuche ermittelten hochkupferhaltigen Bronze, die Bürsten im wesentlichen aus Kupfer und etwas Graphit hergestellt. Das Kupfer ergibt die erwünschten geringen Übergangsverluste und die hohe Belastbarkeit, der Graphit die für eine geringe Reibung erforderliche Schmierung. Bei richtiger Pflege und günstigen Betriebsbedingungen (erschütterungsfreie Aufstellung, staubfreie Luft, öldichte Lager) zeichnen sich unsere Stromabnehmer (Bürsten und Ringe) durch einen außerordentlich geringen Verbrauch aus. Tritt ausnahmsweise ein anormal hoher Verbrauch auf, so ist dies der Bürstenprüfstelle, Dynamowerk, zu berichten, die auf Grund des dort vorliegenden, außerordentlich reichhaltigen Erfahrungsmaterials für Abhilfe sorgt.

18. Kupplungen, Kupplungsflansche

Die auf Seite 90 angegebenen Kupplungen sind elastische Zapfenkupplungen und für wechselnde Drehrichtung verwendbar. Die in der Tabelle angegebenen Werte $\frac{kW}{n}$ normal“ sind maßgebend für die Wahl des Kupplungsmodells, wobei die Nennleistung der Maschine in kW einzusetzen ist; bei nicht zu häufigem Anlassen sind hierbei Überlastungen bis zum 2,5-fachen Wert zulässig. Treten jedoch die Überlastungen häufiger auf, z. B. bei intermittierendem Betrieb, so darf der Wert nach der Spalte $\frac{kW}{n}$ intermitt.“ nicht überschritten werden.

Bei der Wahl der Kupplungen ist ferner die auftretende höchste Drehzahl zu beachten; Material der Kupplung: Gußeisen oder Stahlguß bzw. Wellenstahl. Die nach den REM verlangte vorübergehende Erhöhung der Drehzahl um 20% der normalen ist über die in den Tabellen angegebenen Grenzwerte hinaus zulässig. Die Befestigung der Kupplung auf der Welle erfolgt durch Keile, die wir nur bei Lieferung der zugehörigen Welle mitliefern.

Die Wellen haben bei Form D5 und D11 freies Wellenende. Sollen sie mit angeschmiedetem Kupplungsflansch geliefert werden, so kommt der auf Seite 35 angegebene Mehrpreis in Frage. Angeschmiedete Kupplungsflansche werden im allgemeinen bei Antrieb durch Kolbenmaschinen

verwendet. Bei Form D3 richten sich die Abmessungen des Kupplungsflansches des Generators in der Regel nach dem Flansch des Antriebsmotors, dessen Maße möglichst gleich bei der Bestellung anzugeben sind. Siehe auch Bemerkung 16. Welle, Lager, Stichmaße, Keile unter c) und d).

19. Riemenscheiben, Spannschienen, Seilscheiben

Riemenantrieb ist zulässig bei den in den Tabellen Seite 38—49 aufgeführten Modellen in Form C2 und D13 sowie bei denjenigen Modellen in Form D5, deren Preise zwischen starken Strichen stehen (vgl. Seite 45—51).

Spannschienen sind in der Tabelle Seite 88 aufgeführt. Die Preise der Spannschienen verstehen sich einschließlich Verankerung.

In nachstehender Tabelle sind für einige Riemenübersetzungsverhältnisse die für einen geordneten Betrieb nötigen kleinsten Achsenentfernungen angegeben.

Durchmesser der kleinen Riemenscheibe mm	Kleinste Riemenscheiben-Achsenentfernung bei einem Übersetzungsverhältnis von				
	1:2 mm	1:3 mm	1:4 mm	1:5 mm	1:6 mm
500	3500	4000	4500	5700	7100
600	3800	4400	5100	6800	8600
700	4100	4800	5800	7900	10000
800	4400	5200	6600	9100	—
900	4700	5600	7400	—	—
1000	5000	6000	8200	—	—
1200	5600	6800	10000	—	—
1400	6200	7600	11000	—	—
1600	6800	8400	—	—	—

Ist durch die örtlichen Verhältnisse eine wesentlich kürzere Achsenentfernung bedingt, so ist die Verwendung einer von einer Spezialfirma zu liefernden **Riemenspannrolle** zu empfehlen. Bei Verwendung einer Riemenrollen sind Spannschienen nicht erforderlich, siehe auch Seite 22.

Die **normalen Riemenscheiben** sind zugleich die **kleinstzulässigen**. Die Abmessungen derselben sowie diejenigen mit Riemenrollen bei Zwei- und Dreilager-Bauart sind in der Tabelle auf Seite 28—29 enthalten. Die darin angegebenen Breiten bei Ausführung der kleinstzulässigen Durchmesser dürfen auf keinen Fall bei fliegend angeordneter Riemenscheibe vergrößert werden. Alle Scheiben sind ausreichend für die normale Leistung bei $\cos \varphi = 0,8$; für dauerndes Arbeiten mit $\cos \varphi = 1$ sind die Durchmesser um 25% zu vergrößern. Für kleinere Werte als $\cos \varphi = 0,8$ können die Durchmesser oder die Breiten verhältnismäßig verkleinert werden.

Die Riemenscheiben werden im allgemeinen aus Gußeisen geliefert. Übersteigt die Riemen Geschwindigkeit 30 m/s, so wird die **Riemenscheibe aus Schmiedeeisen** geliefert.

Preise für guß- und schmiedeeiserne Riemenscheiben siehe Seite 89.

Auf Wunsch werden statt der Riemenscheiben auch **Seilscheiben** geliefert; Abmessungen, Gewichte und Preise auf Anfrage. Der kleinstzulässige Durchmesser der Seilscheiben darf im allgemeinen nicht kleiner als der Durchmesser der **normalen** Riemenscheiben in der Tabelle Seite 28—29 und nicht kleiner als der 20-fache Seildurchmesser gewählt werden.

Normale Riemenscheiben¹⁾

ausreichend für die Nennleistung bei $\cos \varphi = 0,8$; vgl. Seite 8-9

Alle Riemenscheiben sind für Doppelriemen berechnet.

Modell FW, VFW	Form D5				Form C2 bzw. D13			
	ohne ²⁾		mit		ohne ²⁾		mit	
	Spannrolle				Spannrolle			
	∅ mm	Breite mm	∅ mm	Breite mm	∅ mm	Breite mm	∅ mm	Breite mm
Drehzahl 1000								
330 f	—	—	—	—	500	450 ³⁾	—	—
340 g	—	—	—	—	560	500 ³⁾	—	—
350 g	—	—	—	—	630	500 ^{3) 4)}	—	—
360 g	—	—	—	—	710	550 ^{3) 4)}	—	—
370 h	—	—	—	—	710	550 ⁴⁾	—	—
380 h	—	—	—	—	710	600 ⁴⁾	—	—
Drehzahl 750								
350 f	—	—	—	—	710	450 ³⁾	—	—
360 g	—	—	—	—	710	550 ³⁾	—	—
370 g	—	—	—	—	710	600 ³⁾	—	—
380 g	—	—	—	—	710	600	—	—
390 g	—	—	—	—	800	600 ⁴⁾	—	—
390 i	—	—	—	—	800	700 ⁴⁾	—	—
400 i	—	—	—	—	800	800 ⁴⁾	—	—
410 i	—	—	—	—	900	800 ⁴⁾	—	—
Drehzahl 600								
380 f	—	—	—	—	560	600	560	500
380 g	—	—	—	—	630	600	560	600
390 g	—	—	—	—	710	600	630	600
400 f	—	—	—	—	710	700	630	700
400 g	—	—	—	—	800	700	710	700
410 h	—	—	—	—	800	850	800	700
420 h	—	—	—	—	900	850	800	800
430 h	—	—	—	—	1000	900 ⁴⁾	900	850
440 h	—	—	—	—	1120	1000 ⁴⁾	1000	950 ⁴⁾
460 i	—	—	—	—	1250	1000 ⁴⁾	1120	1000 ⁴⁾
Drehzahl 500								
390 f	1000	500	900	500	710	600	630	600
400 f	1000	600	900	600	710	700	630	650
400 g	—	—	—	—	800	650	710	600
410 g	—	—	—	—	800	800	710	750
420 g	—	—	—	—	900	800	800	750
430 g	—	—	—	—	1000	850	900	800
440 g	—	—	—	—	1000	1050	1000	800
460 h	—	—	—	—	1120	1100	1000	1000
480 h	—	—	—	—	1250	1150 ⁴⁾	1120	1100

Modell FW, VFW	Form D5				Form D13			
	ohne ²⁾		mit		ohne ²⁾		mit	
	Spannrolle				Spannrolle			
	∅ mm	Breite mm	∅ mm	Breite mm	∅ mm	Breite mm	∅ mm	Breite mm
Drehzahl 428								
390 d	800	500	710	500	630	600	560	500
400 d	900	600	800	600	710	600	630	600
400 f	1000	600	900	600	710	700	630	600
410 f	1120	600	1000	600	800	700	710	600
420 f	—	—	—	—	800	800	710	700
420 g	—	—	—	—	900	800	800	700
430 g	—	—	—	—	900	900	900	700
440 g	—	—	—	—	1000	1000	900	900
460 h	—	—	—	—	1120	1000	1000	900
480 h	—	—	—	—	1250	1100	1120	1000
500 i	—	—	—	—	1400	1100 ⁴⁾	1250	1000
Drehzahl 375								
400 c	800	600	710	600	630	600	560	600
400 f	900	600	800	600	710	600	630	600
410 d	1120	600	1000	600	710	750	710	550
420 d	—	—	—	—	800	700	710	650
420 f	—	—	—	—	800	800	800	650
430 f	—	—	—	—	900	850	800	800
440 g	—	—	—	—	1000	850	900	750
460 g	—	—	—	—	1000	1000	900	900
480 g	—	—	—	—	1120	1050	1000	950
500 g	—	—	—	—	1250	1100	1120	1000
520 h	—	—	—	—	1400	1200	1250	1100
530 i	—	—	—	—	1600	1200 ⁴⁾	1400	1100
Drehzahl 300								
420 b	900	600	800	600	—	—	—	—

1) Die normalen Riemenscheiben sind zugleich die kleinstzulässigen.

2) Bei Verwendung einer Riemen Spannrolle und Beibehaltung des Durchmessers kann die Scheibenbreite im Verhältnis des Durchmessers der in der nebenstehenden Spalte für Riemen Spannrolle angegebenen Scheibe zum Durchmesser der Scheibe ohne Spannrolle verkleinert werden, z. B. für FW 440 g-375 Form D13: ohne Spannrolle 1000 ∅ · 850 mm, mit Spannrolle 900 ∅ · 750 mm, also auch mit Spannrolle 1000 ∅ · $\left(750 \cdot \frac{900}{1000}\right) = 1000 \text{ ∅} \cdot 675 \text{ mm}$ zulässig.

3) Für Einfachriemen.

4) Schmiedeeiserne Riemenscheibe.

20. Schraubenschlüssel

Schrauben- und Bürstenschlüssel werden nur auf besondere Bestellung geliefert und auch besonders berechnet.

21. Gewichte

Die in den Tabellen Seite 38—67 aufgeführten Gewichte wurden rechnerisch und als Durchschnittswerte von ausgeführten Maschinen ermittelt. Nach unseren Erfahrungen sind bei Ausführung der Maschinen Gußgenauigkeiten möglich, die eine Gewichtserhöhung bis zu 10% der aufgeführten Werte verursachen können.

Aus den in den Tabellen Seite 38—67 aufgeführten Gewichten kann aus den Angaben für die Läufer und die Form A3 das Gewicht von Läufer sowie von Läufer und Ständer entnommen und somit für die Formen D3, D5, D11 und D13 auch das Gewicht von Grundplatte, Welle, Lager bzw. das Gewicht von Welle und Lager ermittelt werden, z. B.:

Gewicht Form D3 abzüglich Form A3 = Gewicht von Lager und Welle der Form D3;

Gewicht Form D5 abzüglich Form A3 = Gewicht von 2 Lagern, Welle und Grundplatte der Form D5.

Für Form D5, C2 und D13 sind außerdem auf Seite 82—85 die Gewichte der Grundplatten allein angegeben.

Unter Berücksichtigung der Angaben über Teilung von Ständer, Seite 23, und Läufer, Seite 23 und Tabellen Seite 38—85, ergibt sich aus diesen Gewichten der schwerste zu hebende und zu transportierende Teil.

22. Schwungmoment

Das Schwungmoment GD^2 ist in den Tabellen in tm^2 angegeben.

G bedeutet das Gewicht des Läufers in Tonnen (t), D den Trägheitsdurchmesser in Metern (m) und $g = 9,81 m/s^2$ die Erdbeschleunigung. Da das Trägheitsmoment $J = \text{Masse} \times \text{Trägheitsradius}^2$, so ist

$$J = \frac{G}{g} \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{1}{4g} GD^2 = \sim \frac{1}{40} GD^2 \text{ (in } tm^2\text{)}$$

Die Modelle für die Drehzahlen 375 und weniger, bezogen auf Frequenz 50 Per/s, werden auch mit einem größeren Schwungmoment als dem normalen, auf das sich die Gewichts- und Preisangaben in den Tabellen Seite 38—67 beziehen, geliefert. Größere Schwungmomente sind in den Tabellen Seite 68—81 angegeben. In diesen Tabellen sind weiterhin zusammengestellt:

- die normalen GD^2 und die Läufergewichte hierfür,
- die größeren GD^2 und die Läufergewichte hierfür,
- die Mehrpreise der Maschinen in Form A3 bei Einbau der größeren GD^2 ,
- die Radbreiten¹⁾ bei normalem und bei größerem GD^2 ,
- das Material des Rades, Gußeisen bzw. durch Anmerkung Stahlguß,
- die Teilung der Räder, 1-, 2-, 4-teilig.

Mit Rücksicht auf das Stückgewicht muß bei einer Anzahl Maschinen bei höherem GD^2 von 1-teiligen Rädern auf 2- bzw. von 2-teiligen auf 4-teilige übergegangen werden. In diesen Fällen ist an der Grenze für ein und dasselbe GD^2 sowohl Gewicht als Mehrpreis und Radbreite für das 1- und 2-teilige bzw. 2- und 4-teilige Rad angegeben.

¹⁾ Die Nabenbreiten betragen etwa das 1,5-fache der Radbreite bei normalem GD^2 , das 1-fache bei größtem GD^2 . Das Magnetrad ist von FW 430 ab symmetrisch zur Mittelebene der Maschine ausgebildet.

Für einen zwischen den angegebenen Werten liegenden Wert des einzubauenden GD^2 wird das Mehrgewicht, der Mehrpreis und die Breite des Magnetrades (sowie die Nabenbreite) durch verhältnismäßige Interpolation gefunden, wobei zu beachten ist, ob die Ausführung des Rades mit Rücksicht auf das Stückgewicht 1-, 2- oder 4-teilig wird. Zur Interpolation sind bei den Drehzahlen 166 bis 94 die Angaben der Spalten „ohne Pole“ zu nehmen, nachdem von dem verlangten Schwungmoment bzw. Gewicht das unveränderliche Schwungmoment bzw. Gewicht der Pole abgezogen ist.

Wegen der Unterbringung der Verbindungsglieder, Schrauben usw., ist eine gewisse Mindestbreite bei Teilung eines Rades erforderlich; der Preisunterschied zwischen 1- und 2-teiligem Rad bei einem bestimmten in der Tabelle angegebenen GD^2 bleibt deshalb nicht der gleiche bei einem geringeren GD^2 , für das der Preis nur für 1-teiliges Rad angegeben ist, da wegen Unterbringung der Verbindungsglieder unter Umständen eine andere Konstruktion zu nehmen ist, die Gewichte und Preis verändert. Näheres auf Anfrage.

Weiter ist zu beachten, daß bei einer Anzahl Modelle die Räder mit niedrigem GD^2 aus Festigkeitsrücksichten aus Stahlguß ausgeführt werden müssen, während von einem bestimmten Grenzwert an der Kranzquerschnitt zur Unterbringung des GD^2 solche Abmessungen erhält, daß die zusätzliche Beanspruchung durch die Zentrifugalkraft und den Magnetzug der Pole sowie die Beanspruchung des Rades durch die eigene Zentrifugalkraft und das Drehmoment zusammen noch für Gußeisen zulässige Werte ergeben. An der Grenze des Übergangs von Stahlguß auf Gußeisen tritt dann ein Preissprung ein, indem das Rad und somit die Maschine mit höherem GD^2 billiger wird, als die mit kleinerem GD^2 . Der mit dem höheren GD^2 sich ergebende geringere und unter Umständen vorzuziehende Ungleichförmigkeitsgrad sowie der niedrigere Maschinenpreis lassen dann das Rad mit höherem GD^2 vorteilhafter erscheinen. Dem stehen aber als Nachteil gegenüber: die durch das höhere Gewicht entstehenden höheren Fracht- und Zollkosten, unter Umständen eine Erhöhung der Tragfähigkeit des Laufkrans im Maschinenhaus und die dadurch bedingten Mehrkosten für Laufbahn, Laufkran und Unterstützungs konstruktion, eine Verstärkung der Welle und Lager und etwas höhere Luft- und Lagerreibungsverluste. Es ist unter Berücksichtigung dieser Punkte in jedem Falle zu erwägen, ob Stahlguß- oder Gußeisenrad zu bevorzugen ist.

Maschinen mit erhöhtem GD^2 in anderer Ausführung als nach Form A3 sind anzufragen, da nicht nur infolge des höheren Radgewichts, sondern auch infolge zusätzlicher Beanspruchung durch die Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte der Schwungmassen des Rades, insbesondere auch durch das z. B. bei Dieselmotoren sehr hohe Anlaufmoment und durch Auftreten von Torsionsschwingungen, vgl. Seite 17, eine Verstärkung von Welle und Lagern in Frage kommt.

Über die Ausführung der Maschinen Form A3 vgl. auch die Angaben auf Seite 24—25.

23. Synchron-Motoren

Für die in den Tabellen Seite 38—48 aufgeführten Modelle ist in der Motorspalte die Nennleistung als Synchron-Motor in kW bzw. PS in der Ausführung für $\cos \varphi = 1$ enthalten. Der erforderliche Dämpferkäfing wird in dieser Ausführung kostenlos geliefert. Die Wirkungsgrade sind für diese Modelle nach den auf Seite 13 angegebenen Umrechnungsformeln

zu ermitteln. Sollen Synchron-Motoren außer mechanischer Leistung noch durch Übererregen einen Teil des Blindstromes des Netzes decken, so können hierzu die Modelle in der Generatorausführung ohne weiteres verwendet werden, wenn sie gegen den Mehrpreis auf Seite 36 einen Dämpferkäfing erhalten. Diese Motoren, die dann im Ständer die gleiche kVA-Leistung aufnehmen wie sie als Generatoren nach Spalte 2 der Tabellen Seite 38—67 leisten, können dann bei Nennleistung die folgenden Motor- und Blindleistungen in % der kVA-Aufnahme abgeben:

bei Übererregung auf $\cos \varphi = 0,8$:	etwa 74% Wirkleistung in kW		
	" 60% Blind- "	" BkVA	
" " " " = 0,7:	" 64% Wirk- "	" kW	
	" 70% Blind- "	" BkVA	

Motoren, die mit einem geringeren Leistungsfaktor als $\cos \varphi = 0,7$ arbeiten sollen, müssen besonders angefragt werden.

Zur Bestimmung der kVA-Leistung von übererregten Synchron-Motoren sind folgende Angaben erwünscht:

- Wirk- und Blindleistung des Synchron-Motors,
- Netzleistung in kVA,
- mittlerer Netzleistungsfaktor,
- auf welchen Betrag soll der Netzleistungsfaktor bei Nennleistung des Synchron-Motors verbessert werden?

Der Anlauf von Synchron-Motoren wird im allgemeinen durch einen Anwurfmotor bewirkt, der auf Anfrage angeboten wird. Um diesen klein zu halten, empfiehlt sich der Einbau einer im Betriebe einrückbaren Kupplung für den Synchron-Motor, so daß dieser leer anlaufen kann. Ist der Einbau einer derartigen Kupplung nicht möglich, so ist bei Anfragen und Bestellungen das Anwurfmoment aller mitanzuwerfenden Teile anzugeben.

Für Selbstanlauf sind die FW-Modelle wegen ihres hohen Schwungmomentes nicht immer geeignet, so daß besondere Anfrage notwendig ist. Als Zubehör für den Selbstanlauf sind ein Anlaßtransformator in Sparschaltung mit Anzapfungen sowie ein Stufenschalter mit einer Anlauf- und einer Betriebsstufe erforderlich. An Stelle des besonderen Anlaßtransformators kann auch gegebenenfalls der zum Synchron-Motor gehörige Haupttransformator mit Anzapfungen versehen werden. Bei einem Anlaßstrom im Netz von etwa dem 1,5- bis 2-fachen Nennstrom des Synchron-Motors beträgt das hierbei erreichbare größte Anlaufmoment etwa 30% des Nenn Drehmoments. Beim Selbstanlauf ist möglichst Eigenerrregung vorzusehen, damit beim Anlauf die Läuferwicklung stets über den Anker der Gleichstromerregemaschine geschlossen ist und hohe transformatorische Spannungen im Erregerkreis nicht auftreten können. Wird Fremderregung gewählt, so ist der Hauptstromregler für eine um 10% höhere Erregerleistung zu bemessen, damit der Erregerstrom auf einen geringen Betrag herabgeregelt werden kann. Bei Bestellung des Hauptstromreglers ist anzugeben: „Regler geeignet für Selbstanlauf mit Fremderregung.“

Für Kolben-Kompressoren, welche mit Synchron-Motoren direkt zusammengebaut werden, ist das einem Ungleichförmigkeitsgrad von 1:100 entsprechende Schwungmoment anzugeben. Außerdem sind über die im Kraftwerk vorhandenen Stromerzeuger Angaben nach Fragebogen DM 408, welcher auf Wunsch zugesandt wird, zu machen.

B. Zweiphasenstrom-Schwungrad-Generatoren Modell FWZ

Das über Drehstrom-Synchron-Maschinen Modell FW Gesagte gilt auch sinngemäß für Zweiphasenstrom-Synchron-Maschinen Modell FWZ. Leistungen, Drehzahlen, Abmessungen, Wirkungsgrade, Erregung und Preise sind die gleichen wie bei Modell FW. Die höchstzulässige Spannung, unverkettete Phasenspannung E, einer Zweiphasenstrom-Synchron-Maschine ist $\frac{3}{4}$ der höchstzulässigen Spannung des Dreiphasen-Modells. **Bei Bestellung ist stets die unverkettete Phasenspannung anzugeben.** Der Strom jeder Phase in Ampere ist dann

bei Generatoren:

$$J = \frac{1000 \cdot N_g}{2 \cdot E}$$

bei Synchron-Motoren:

$$J = \frac{1000 \cdot N_m}{2 \cdot E \cdot \eta}$$

Der Strom im Mittelleiter beträgt bei Verkettung das 1,4-fache der vorstehenden Werte.

Die Spannung ist bei Verkettung das 1,4-fache der unverketteten Phasenspannung.

C. Einphasenstrom-Schwungrad-Generatoren Modell FWE

Das über Drehstrom-Synchron-Maschinen Modell FW Gesagte gilt auch sinngemäß für Einphasenstrom-Synchron-Maschinen Modell FWE. Drehzahlen, Abmessungen und Erregung sind die gleichen wie bei Modell FW. FWE-Modelle erhalten stets einen Dämpferkäfing.

Der Preis der Einphasenstrom-Maschinen errechnet sich wie folgt: Der Grundpreis des FW-Modells der gewünschten Spannung und Ausführung ist um 5% vom Preise des gleichen Modells in Ausführung für 3000 Volt und Form B3 für die Drehzahlen 1000 und 750 U/min und Form A3 für die Drehzahlen 600 bis 94 U/min zu vermindern. Hierzu kommt der Preis für den Dämpferkäfing nach Seite 36.

Die Maschinen können nur mit 60% der dreiphasigen Nennleistung belastet werden. Dabei können die auf Seite 28—29 angegebenen kleinstzulässigen Riemenscheibendurchmesser oder die Breiten um 20% verkleinert werden.

Die Wirkungsgrade als Generator für die Nennleistung bei $\cos \varphi = 0,8$ werden für Fremderregung erhalten, indem von den in den Tabellen Seite 38—67 angegebenen Wirkungsgraden η_L ein Abzug von 5% gemacht wird.

Aus diesen ermittelten Wirkungsgraden können die Wirkungsgrade als Generator bei Fremderregung für Nennleistung bei $\cos \varphi = 1$ sowie diejenigen bei Ausführung mit Eigenerreger für $\cos \varphi = 1$ und $\cos \varphi = 0,8$ aus den Formeln Seite 13 errechnet werden.

Hat man so den Wirkungsgrad für Nennleistung ermittelt, so ist derjenige für Teilbelastung der Teilbelastungstabelle Seite 13 zu entnehmen, jedoch sind von den erhaltenen Wirkungsgraden bei Teilbelastung noch die aus nachstehender Korrekturtabelle zu entnehmenden **Abzüge** zu machen.