

Generatoren für kleine Windkraftanlagen

Drehstrom-Synchrongeneratoren mit Permanenterregung (Graugussgehäuse)



Fabrik elektr. Maschinen GmbH

Siemensstr. 7, D-35394 Giessen

Tel. 0641 / 7969-(0)

Fax 0641 / 73645

Ansprechpartner/Email:

Ewald Ohl, Maik Will; Durchw.: -17
ewald.ohl@huebner-giessen.com
maik.will@huebner-giessen.com

Netzbetrieb

Allgemeine Kenndaten und Anwendungsfälle

Diese permanenterregten Generatoren wurden speziell für kleine Wind- bzw. Wasserkraftanlagen entwickelt und sind besonders geeignet zum Rückspeisen in das Netz.

Um bei niedrigen Windgeschwindigkeiten ein optimales Anlaufverhalten zu erreichen, werden die Generatoren annähernd rastmomentfrei ausgeführt, d. h. diese Maschinen liefern bereits bei sehr geringen Windgeschwindigkeiten Energie.

Vorteile:

- sehr kleines Rastmoment
- kleines Anlaufmoment
- keine Verschleißteile außer Kugellager
- hohe Lebensdauer
- (sehr) hoher Wirkungsgrad auch bei Teillast
- **Geeignet für Widerstandsbremung bzw. Kurzschlussbremung aus voller Drehzahl**



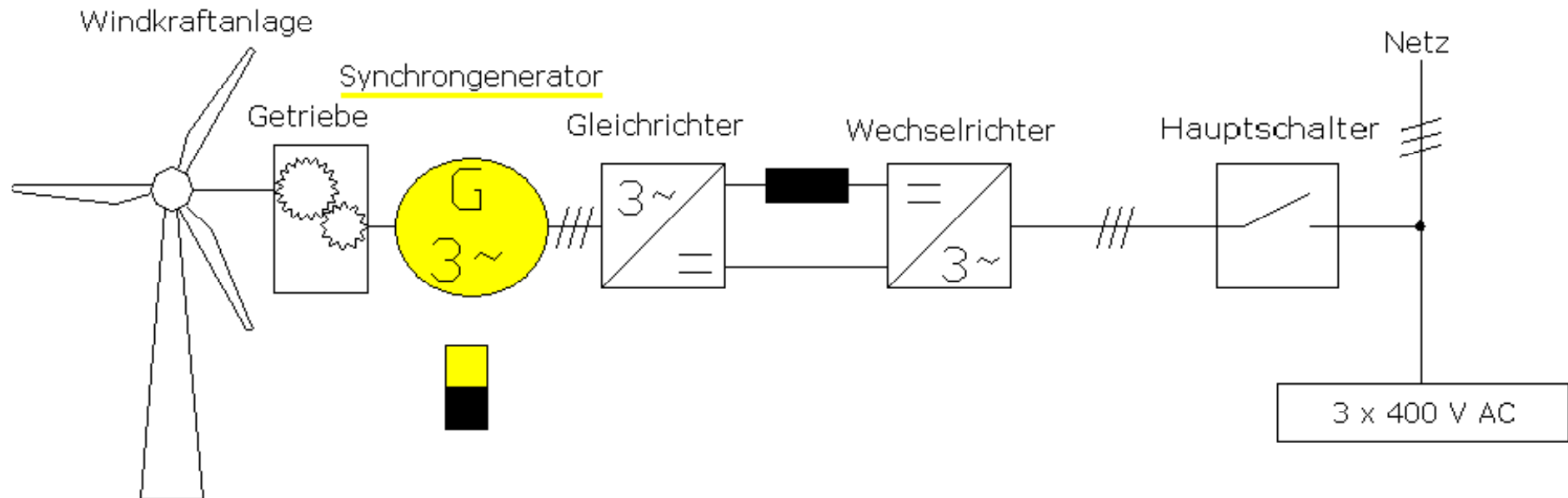
Anwendungsfälle:

1) Energierückspeisung in das Netz:

Die in den Tabellen aufgeführten Generatoren eignen sich sehr gut zur Netzzurückspeisung in Verbindung mit den SMA- Wechselrichtern, Einspeisenumrichter bzw. aecon 4600 von Sieb & Meyer, die auf Wunsch von uns geliefert werden können.

Diese Wechselrichter garantieren eine Rückspeisung über einen großen Spannungs- und Drehzahlbereich (bei $\cos \phi = 1,0$).

Die verschiedenen Ausgangsspannungen können von uns angepasst werden.



2) Gleichspannungsentnahme:

Über Gleichrichter (eingebaut im Klemmkasten). Lieferung des Gleichrichters auf Wunsch.

Mit der Gleichspannung kann z. B. ein Heizwiderstand betrieben werden. Damit ist es möglich, Wasser in einem Boiler zu erwärmen, der im Verbund mit einem bereits vorhandenen Heizsystem arbeitet.

I) Allgemeine Kenndaten:

Erregung:	Permanent (Magnete)
Spannung:	AC (DC mit Gleichrichter)
Bauform:	B3/B5
Betriebsart:	SI
Wärmeklasse:	F
Kühlung:	Oberfläche (vollkommen geschlossene Ausführung)
Schutzart:	IP 55
Farbton (Standard):	RAL 7030

Hinweis zur Kühlung:
 Bei verringerter Windgeschwindigkeit bzw. Auslastung verringert sich entsprechend die Drehzahl.
 Die Maschine muss bei geringer Drehzahl vom Wind umströmt werden (Kühlung).

2) Weitere typenbezogene Daten + Kennlinien:

DSG P - Baureihe

	71.07-8	80.10-8	112.14-10	112.17-10	112.16-10	132.15-10	132.20-10	160.20-10	200.25-10
Drehzahl	Abgegebene Leistung [W]								
200 I/min	55	120	340	420	500	850	1.092	3.200	9.000
600 I/min	380	670	1.800	2.200	2.700	4.500	5.781	11.920	32.500
1000 I/min	750	1.200	3.700	4.300	5.300	9.300	11.948	22.000	57.000
1500 I/min	1.225	2.000	5.800	7.000	8.400	15.600	20.042	35.000	87.600
2000 I/min	1.700	-	7.900	9.700	11.500	21.750	27.944	48.000	118.250
2500 I/min	-	-	-	-	-	27.850	35.781	61.000	150.000
3000 I/min	-	-	-	-	-	34.000	43.682	74.000	-

Angaben zur Leistungsfähigkeit mit Kennlinien finden Sie in der Datei:
Leistungsübersicht.pdf (Leistungsdaten - Kennlinien).
 Massbilder befinden sich in der Datei:
Massbildtabelle B3-B5.pdf (Massblätter B3/B5).
 Als Orientierungshilfe und zur Vereinfachung für eine Anfrage:
Angebots-Anfrageblatt.doc (Mit Hilfe dieser Datei können Sie unkompliziert per Fax oder Email ein Angebot anfragen).

Weitere typenbezogene Angaben zu den einzelnen Maschinen stehen auf den nachfolgenden Seiten.

! Achtung: Die Nennspannungen können abweichend von den aufgeführten Werten angepasst werden !

Baugröße 71

Typ 71.07-8

Polzahl: **8**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **19 x 40**

3-Phasen Drehfeldspannung (66,7 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 84,3 V bei 1000 1/min
Nennspannung 3 x 68,13 V (6,39 A) bei 1000 1/min
bei Nennleistung 750 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 113,8 V bei 1000 1/min
Nennspannung 89,9 V (6,12 A) bei 1000 1/min
Energieumwandlung in Wärme **750 W**

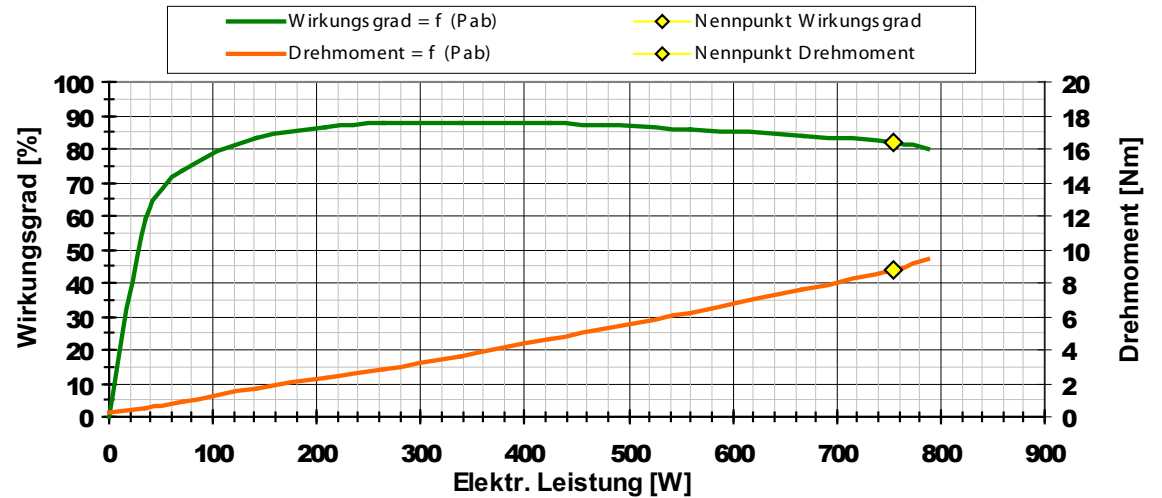
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 8,79 Nm
bei 0,75 kW / 1000 1/min

Wirkungsgrad:
Eta = 81,9 %
bei 0,75 kW / 1000 1/min

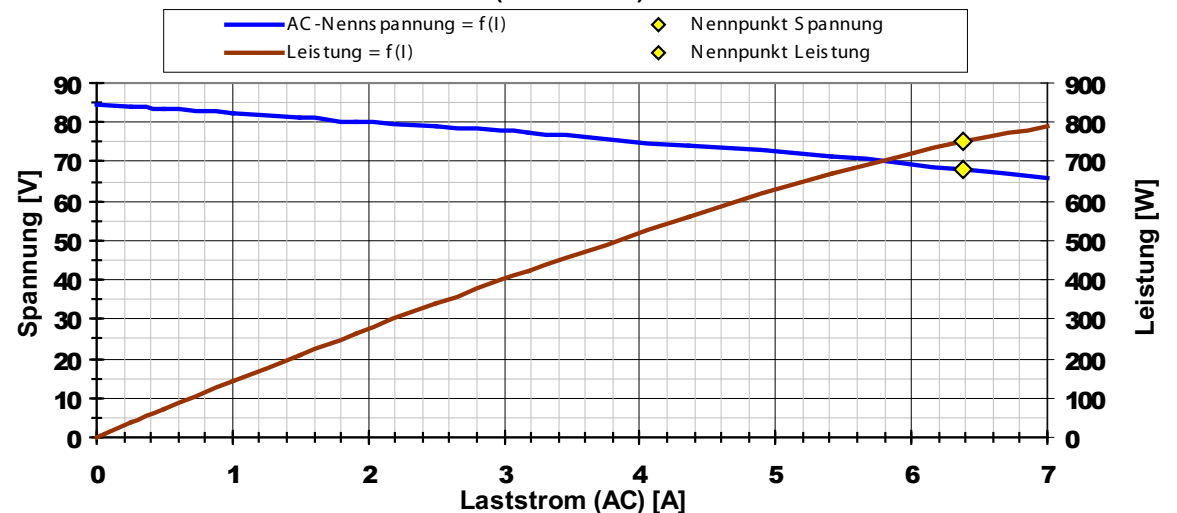


Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(1000 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(1000 1/min)



Baugröße 80

Typ 80.10-8

Polzahl: **8**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **22 x 50**

3-Phasen Drehfeldspannung (40 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 51,50 V bei 600 1/min
Nennspannung 3 x 41 V (9,65 A) bei 600 1/min
bei Nennleistung 670 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 69,5 V bei 600 1/min
Nennspannung 55,4 V (12,1 A) bei 600 1/min
Energieumwandlung in Wärme **670 W**

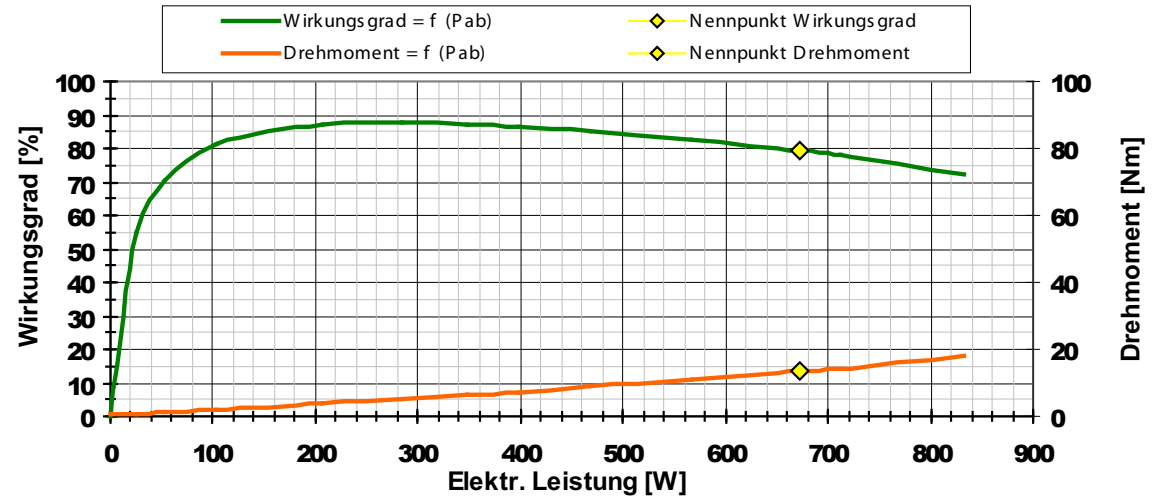
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 13,5 Nm
bei 670 W / 600 1/min

Wirkungsgrad:
Eta = 79,3 %
bei 670 W / 600 1/min

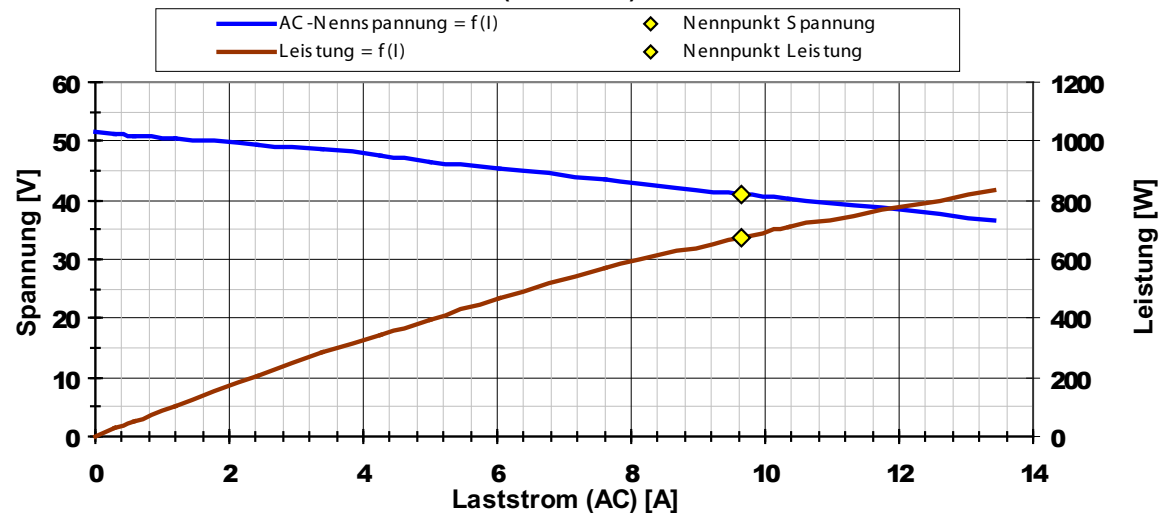
**JOHANNES
HÜBNER
GIESSEN**

Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 1/min)



Baugröße I12

Typ I12.14-10

Polzahl: **10**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **28 x 60**

3-Phasen Drehfeldspannung (50 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 188 V bei 600 1/min
Nennspannung 3 x 149 V (7,1 A) bei 600 1/min
bei Nennleistung 1800 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 254 V bei 600 1/min
Nennspannung 200 V (9,0 A) bei 600 1/min
Energieumwandlung in Wärme **1800 W**

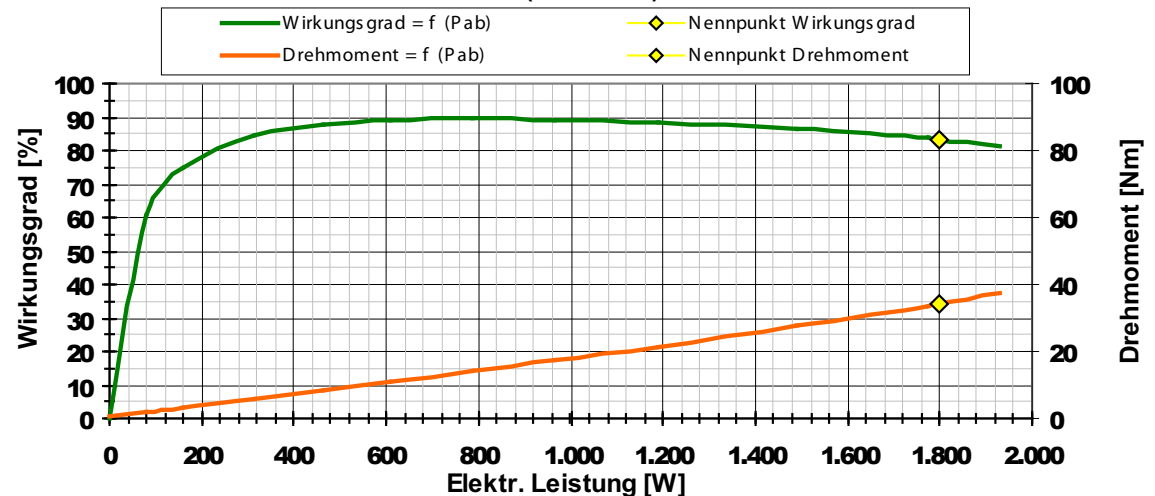
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 34,2 Nm
bei 1,8 kW / 600 1/min

Wirkungsgrad:
Eta = 83,4 %
bei 1,8 kW / 600 1/min

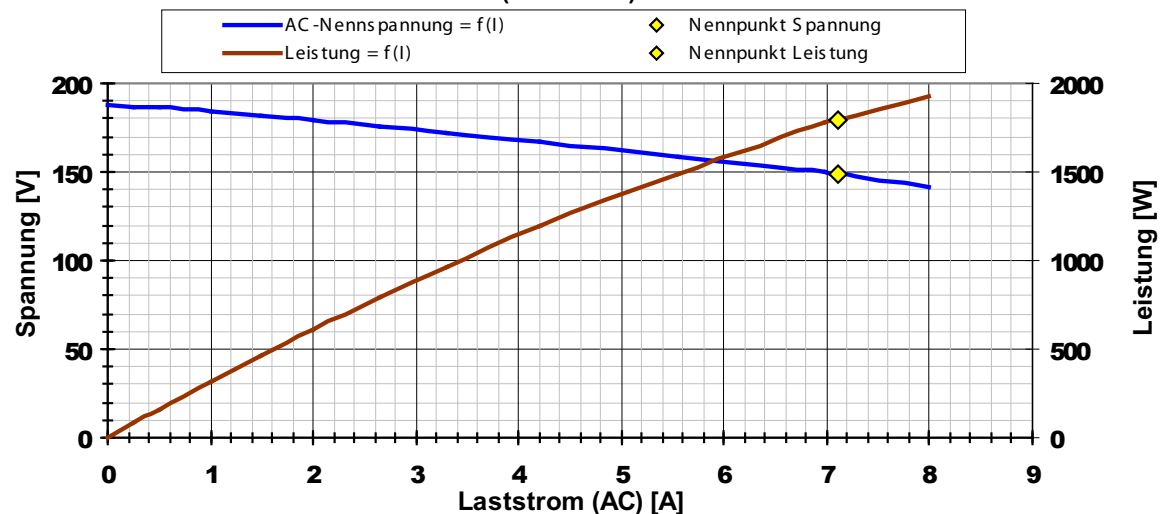
**JOHANNES
HÜBNER
GIESSEN**

Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 1/min)



Baugröße I12

Typ I12.17-10

Polzahl: **10**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **28 x 60**

3-Phasen Drehfeldspannung (50 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 306 V bei 600 I/min
Nennspannung 3 x 240 V (5,30 A) bei 600 I/min
bei Nennleistung 2200 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 413 V bei 600 I/min
Nennspannung 324 V (6,79 A) bei 600 I/min
Energieumwandlung in Wärme **2200 W**

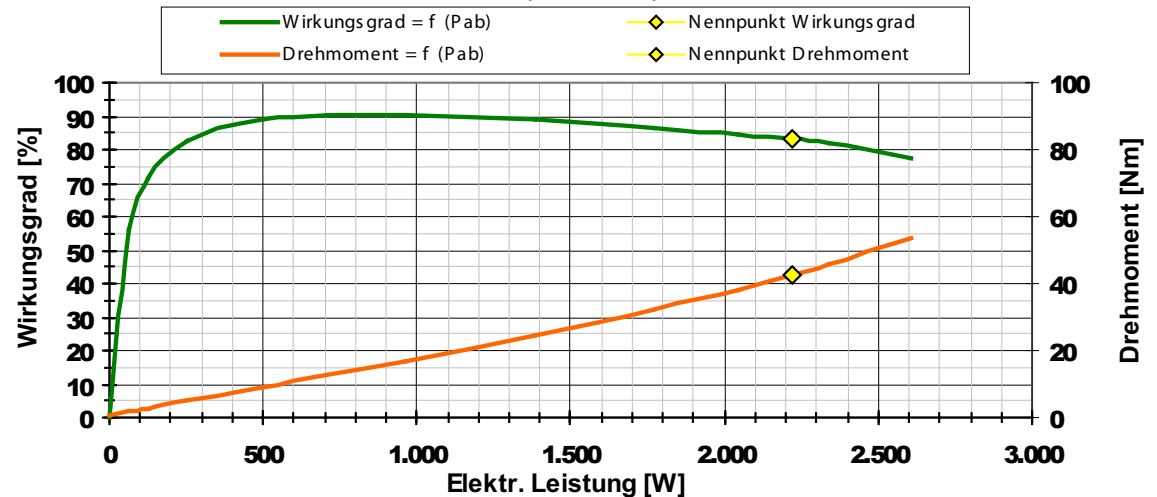
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 42,7 Nm
bei 2,2 kW / 600 I/min

Wirkungsgrad:
Eta = 83 %
bei 2,2 kW / 600 I/min

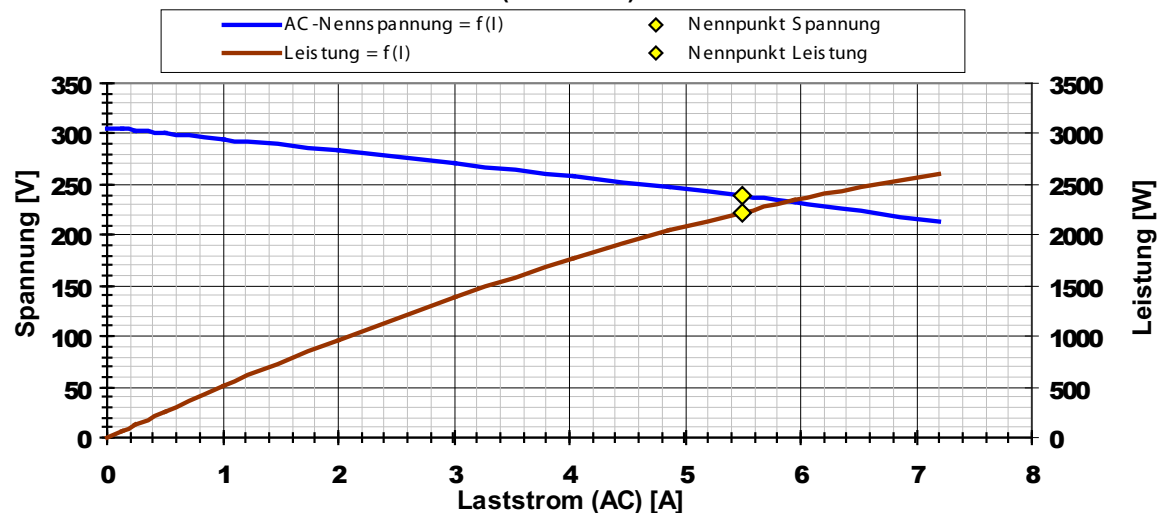


Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 I/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 I/min)



Baugröße I12

Typ I12.16-10

Polzahl: **10**
Spannung: **DC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **32 x 80**

3-Phasen Drehfeldspannung (50 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 308 V bei 600 1/min
Nennspannung 3 x 247,7 V (6,4 A) bei 600 1/min
bei Nennleistung 2700 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 416 V bei 600 1/min
Nennspannung 334 V (8,1 A) bei 600 1/min
Energieumwandlung in Wärme **2700 W**

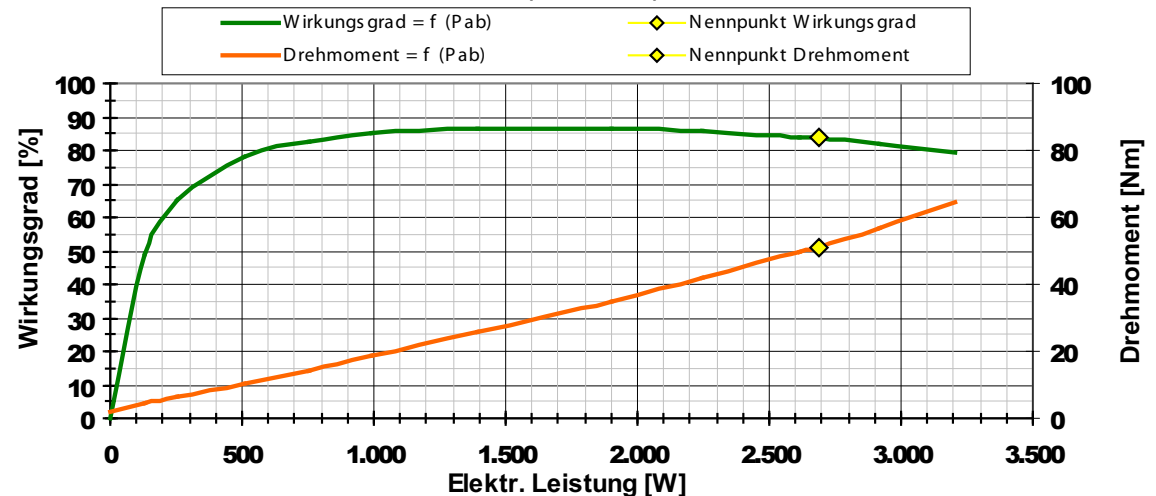
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 51 Nm
bei 2,7 kW / 600 1/min

Wirkungsgrad:
Eta = 83,6 %
bei 2,7 kW / 600 1/min

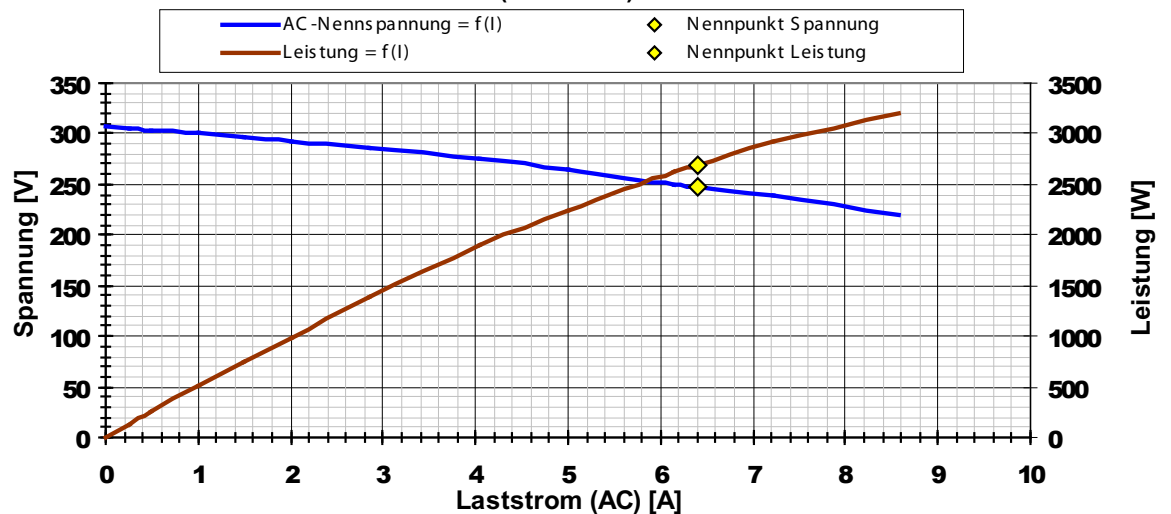
**JOHANNES
HÜBNER
GIESSEN**

Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 1/min)



Baugröße I32

Typ I32.15-10

Polzahl: **10**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **38 x 80**

3-Phasen Drehfeldspannung (50 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 102 V bei 600 I/min
Nennspannung 3 x 85 V (30,5 A) bei 600 I/min
bei Nennleistung 4500 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 138 V bei 600 I/min
Nennspannung 115 V (39 A) bei 600 I/min
Energieumwandlung in Wärme **4500 W**

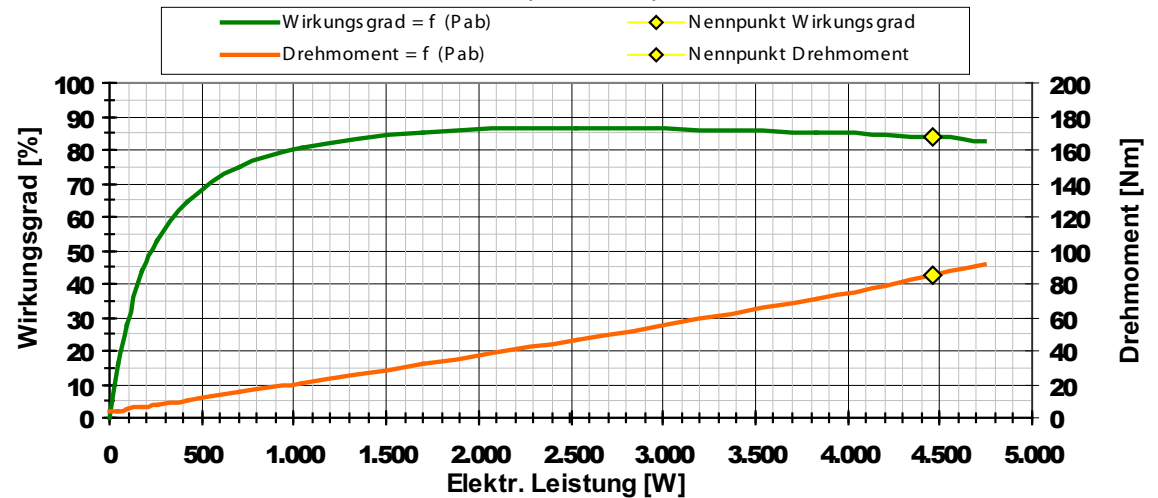
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 84,9 Nm
bei 4,5 kW / 600 I/min

Wirkungsgrad:
Eta = 83,7 %
bei 4,5 kW / 600 I/min

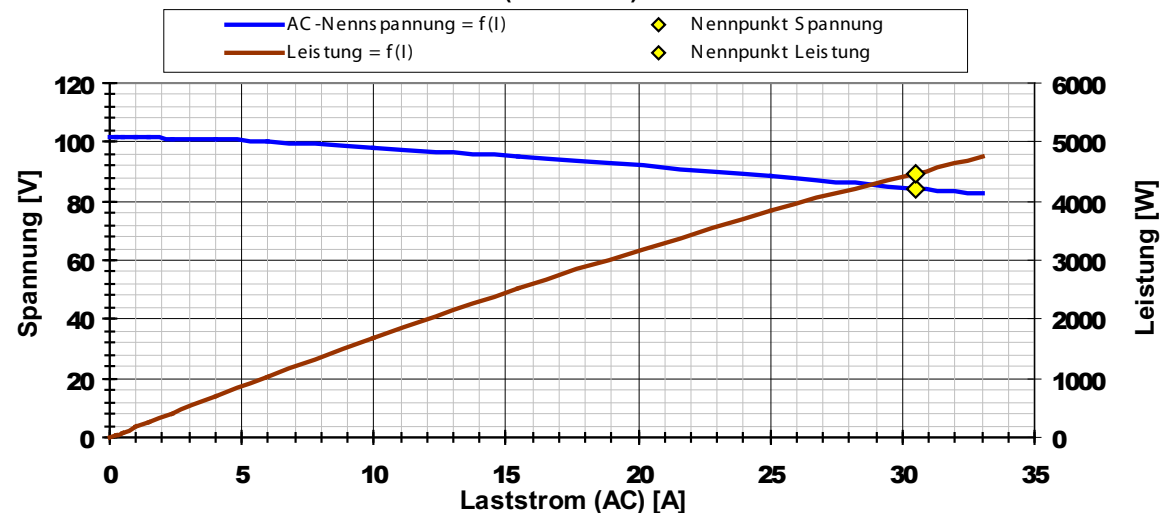
**JOHANNES
HÜBNER
GIESSEN**

Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 1/min)



Baugröße I32

Typ I32.20-10

Polzahl: **10**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **38 x 80**

3-Phasen Drehfeldspannung (50 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 131 V bei 600 I/min
Nennspannung 3 x 109 V (30,5 A) bei 600 I/min
bei Nennleistung 5781 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 177 V bei 600 I/min
Nennspannung 144 V (40,1 A) bei 600 I/min
Energieumwandlung in Wärme **5781 W**

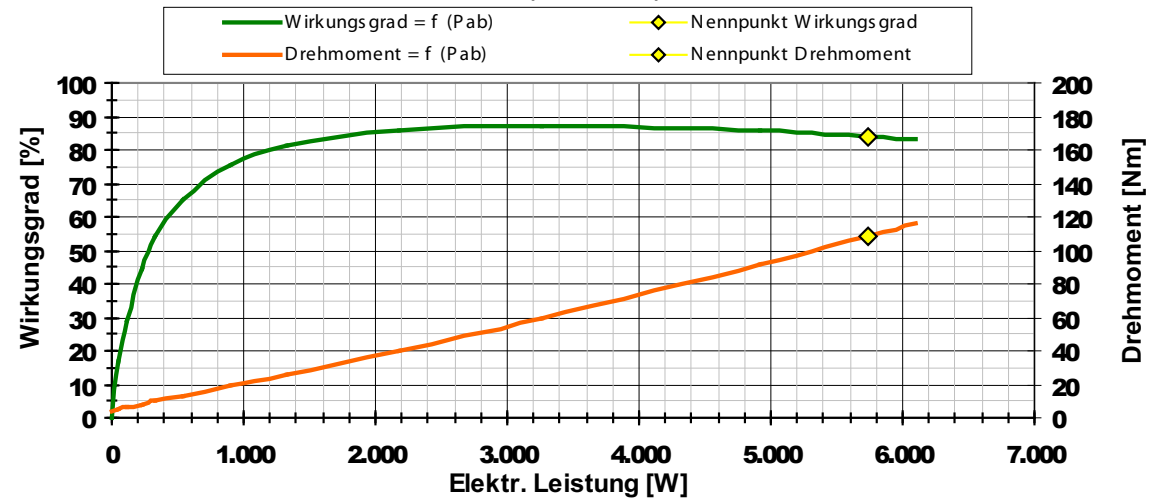
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 109 Nm
bei 5,8 kW / 600 I/min

Wirkungsgrad:
Eta = 83,9 %
bei 5,8 kW / 600 I/min

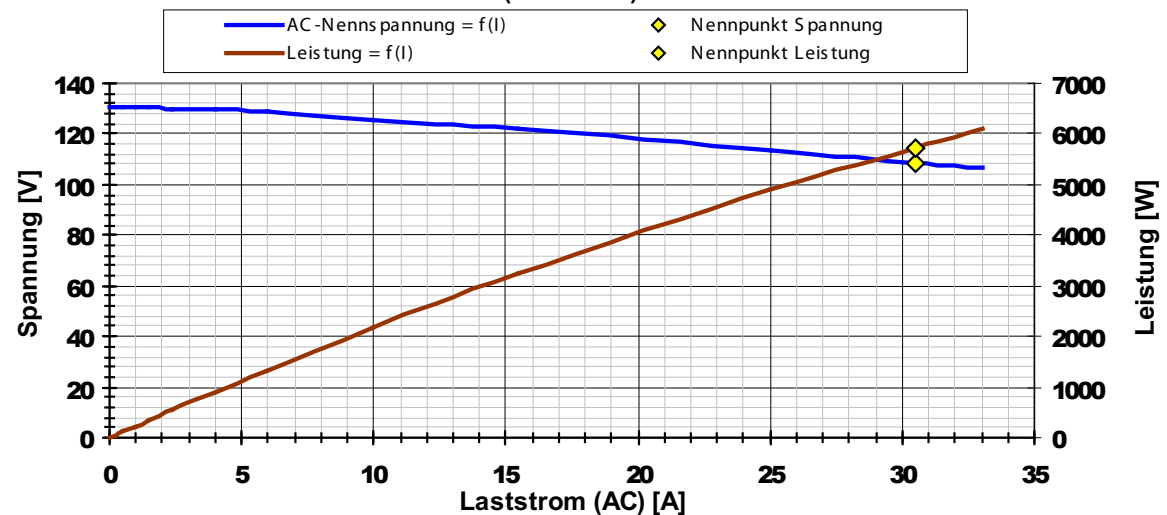
**JOHANNES
HÜBNER
GIESSEN**

Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 1/min)



Baugröße I60

Typ 160.20-10

Polzahl: **10**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **48 x I10**

3-Phasen Drehfeldspannung (50 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 517,8 V bei 600 I/min
Nennspannung 3 x 350 V (20 A) bei 600 I/min
bei Nennleistung 11900 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 699 V bei 600 I/min
Nennspannung 454 V (26,12 A) bei 600 I/min
Energieumwandlung in Wärme **11900 W**

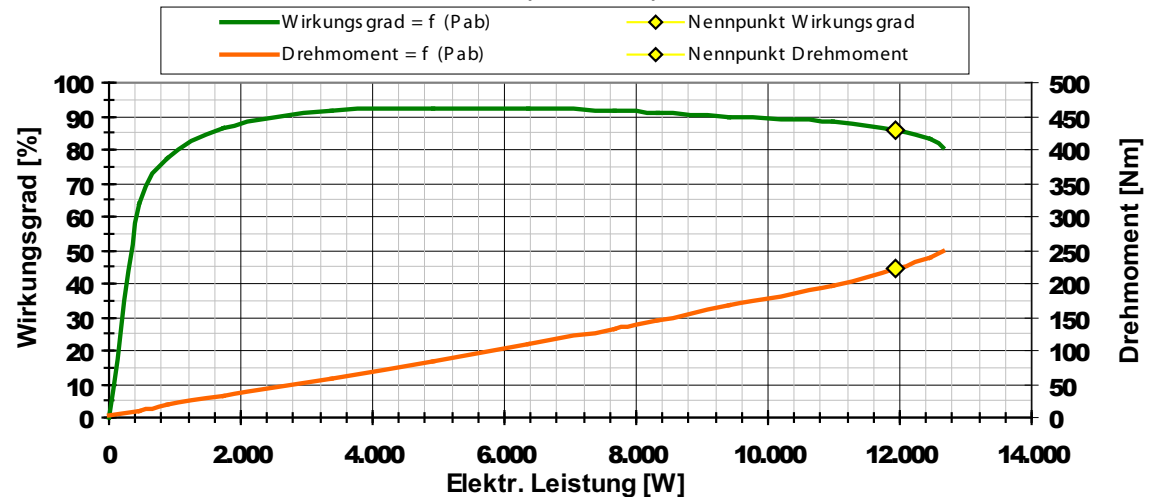
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 222 Nm
bei 11,9 kW / 600 I/min

Wirkungsgrad:
Eta = 86 %
bei 11,9 kW / 600 I/min

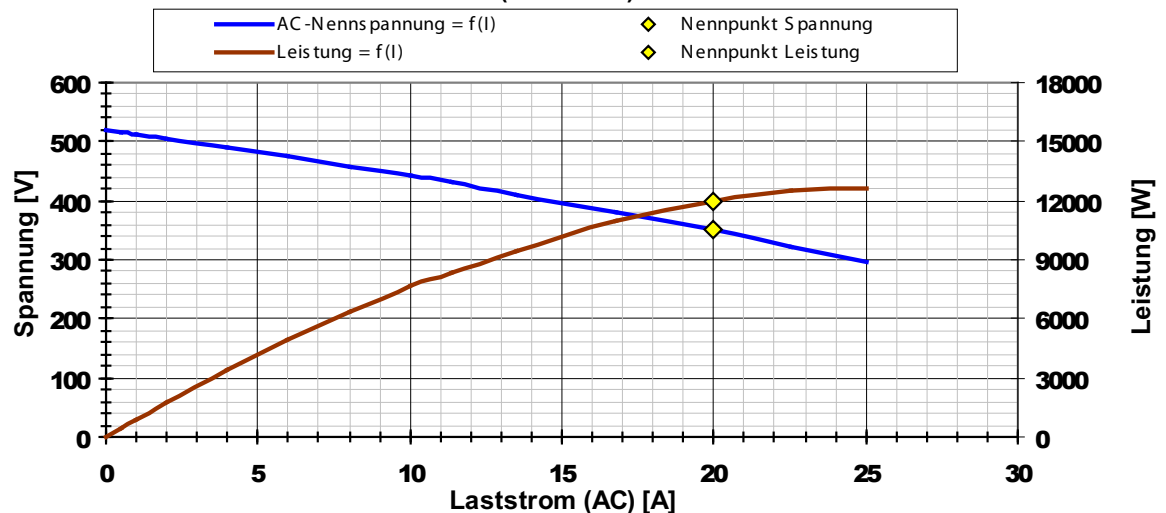
**JOHANNES
HÜBNER
GIESSEN**

Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 1/min)



Baugröße 200

Typ 200.25-10

Polzahl: **10**
Spannung: **AC**
Erregung: **Nd. Fe. B.**
Wellenende: **60 x 140**

3-Phasen Drehfeldspannung (50 Hz):
Leerlaufspannung 3 x 495 V bei 600 I/min
Nennspannung 3 x 427 V (44 A) bei 600 I/min
bei Nennleistung 32500 W

Gleichspannung (auf Heizwiderstand):
Leerlaufspannung 667 V bei 600 I/min
Nennspannung 564 V (57,6 A) bei 600 I/min
Energieumwandlung in Wärme **32500 W**

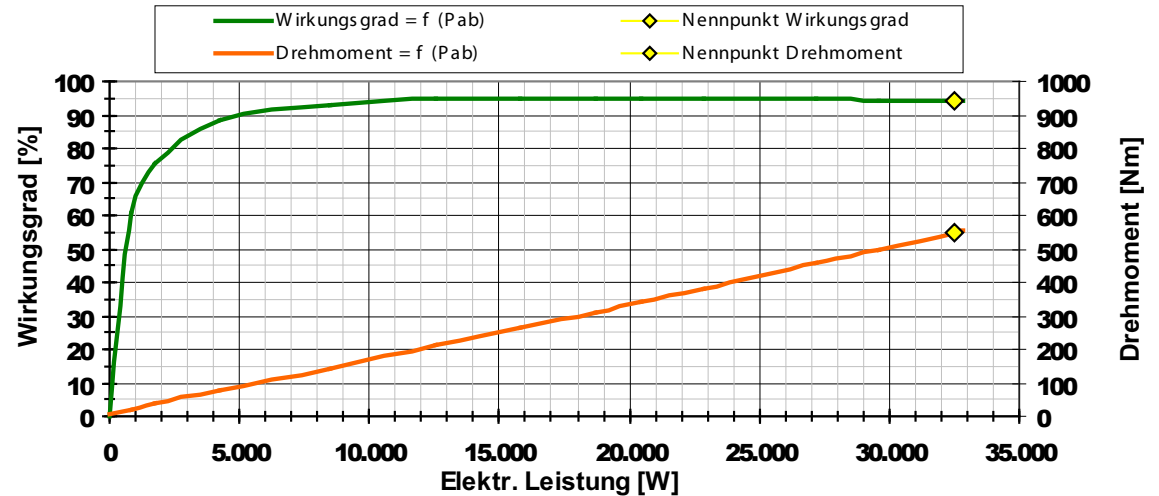
Zugeführtes Drehmoment an der Welle:
M = 550 Nm
bei 32,5 kW / 600 I/min

Wirkungsgrad:
Eta = 94 %
bei 32,5 kW / 600 I/min

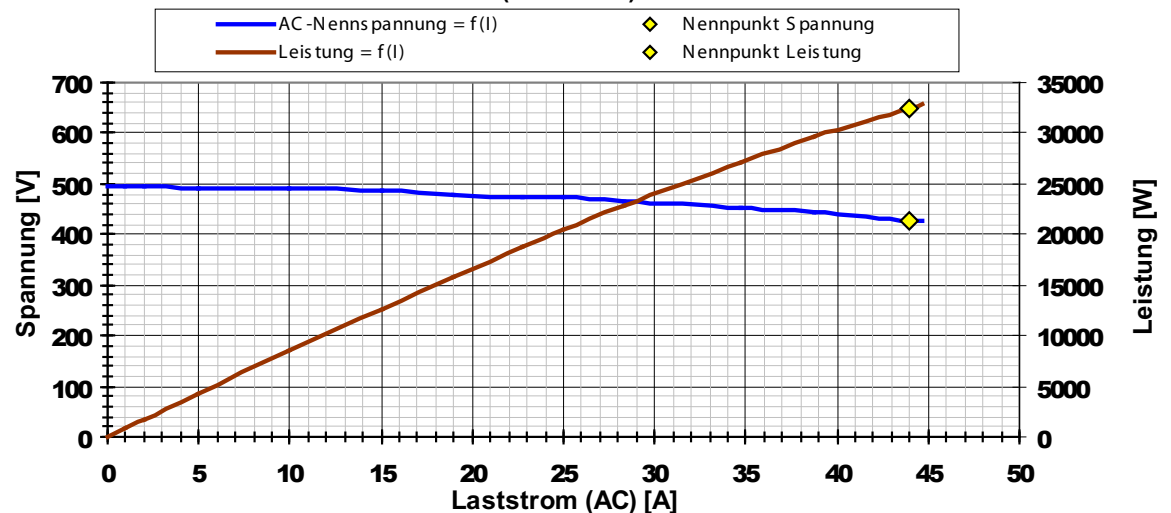
**JOHANNES
HÜBNER
GIESSEN**

Fabrik elektr. Maschinen GmbH
Siemensstr. 7, D-35394 Giessen
Tel. 0641 / 7969-(0)
Fax 0641 / 73645

Wirkungsgrad / Drehmoment als Funktion der abgegebenen elektr. Leistung
(600 1/min)



Spannung / Leistung als Funktion des abgegebenen Stromes
(600 1/min)



Im Zeitalter der Energieknappheit sind Windräder wieder gefragt. Besonders dann, wenn man mit vertretbarem Aufwand einen effektiven Nutzen erzielt, nämlich die Windenergie in elektrische Energie (in umweltfreundliche Art und Weise) zu wandeln. In windreichen Gebieten kann eine solche Anlage, deren abgegebene Generatorleistung sich in dem Bereich von 1 bis ca. 10 kW bei 1500 U/min bewegt, schon sehr wirtschaftlich arbeiten. Bei diesem Leistungsbereich befinden sich Mast und Windrad noch in einer Größenordnung, die oft vom Betreiber selbst erstellt werden können. Auch Genehmigungsverfahren werden mit solchen kleinen Anlagen meist umgangen.

Netzurückspeisung und Energiewandlung in Wärme

Für die Einspeisung der Windenergie in ein vorhandenes Netz wird ein Wechselrichter benötigt, der die gleichgerichtete Spannung des Generators mit der richtigen Frequenz und Größe in das Netz einspeist.

Soll ein Inselnetz mit konstanter Spannung und Frequenz mit einer kleinen Windkraftanlage betrieben werden, ist dies mit einer zusätzlichen Regelung und einem Energiespeicher (Batterie) möglich, da die Windgeschwindigkeit nie konstant über längere Zeit auftritt.

Weniger aufwändig ist es die gewonnene Energie in Wärme umzuwandeln. Dies unabhängig von der Drehzahl des Windrades und somit auch unabhängig von der Spannung und der Frequenz. Der Generator kann entweder direkt mit 3 gleichgroßen Heizwiderständen pro Phase belastet werden oder über einen Gleichstrom-Zwischenkreis mit nur einem Heizwiderstand. In einem Heizwiderstand wird die elektr. Leistung ($P = U \cdot I$) umgewandelt in Wärme, die gespeichert werden kann, z.B. in einem Heisswasser-Boiler. In der Praxis wird häufig eine Verbundlösung mit einem bestehenden Heizsystem (z. B. Ölheizung) angestrebt.

Einsatz von permanenterregten Synchron-Generatoren

Verwendet man als Generator eine permanenterregte Synchronmaschine, so ist diese in der Lage, bei der geringsten Bewegung eine Spannung zu induzieren (kein Rastmoment). Der Generator besteht aus einem Drehstrom-Ständer, wie er von der klassischen Asynchronmaschine bekannt ist. Der Läufer (oder hier Polrad) ist jedoch mit Dauermagnet-Segmenten bestückt, die den magnetischen Fluß bereitstellen. Der Vorteil dieser besonderen Bauweise liegt darin, dass sie über einen besonders großen Drehzahlbereich Leistung abgeben kann, eine hohe Lebensdauer hat, da sich die Verschleißteile nur auf die Kugellager beschränken. Der Wirkungsgrad ist deshalb besonders hoch.

Durch eine Überdimensionierung des Generators kann sogar das Windrad gegen Sturm geschützt werden, indem das größere angreifende Drehmoment (bei Sturm) ein gleichgroßes Gegenmoment im Generator erzeugt, wenn eine entsprechend größere Leistungsabgabe erfolgt. Erhöhte Drehzahlen, die dem Windrad schaden könnten, werden unter dieser Voraussetzung nicht erreicht.