

# MÖGLICHKEITEN ZUR ONLINE WIRKUNGSGRADBESTIMMUNG FÜR DEN ENERGIEOPTIMIERTEN BETRIEB VON DREHSTROMASYNCHRONMASCHINEN

Florian Waldhart, Johann Bacher<sup>1</sup>

## Einleitung

Durch Schlagworte wie *CO<sub>2</sub> Emission*, *erneuerbarer Energie* und *Energiemanagement*, wird das Thema *Energiesparen* von Politikern und Medien gerne als medialer Aufhänger benutzt. Es werden Studien in Auftrag gegeben, um neue Energieträger zu erforschen und Energieeinsparungspotenziale bei der Umwandlung aufzuzeigen.

In elektrischen Maschinen wird elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt und dies sehr effektiv. In der Industrie werden ca. 70 % der verbrauchten elektrischen Energie in mechanische Energie umgewandelt. Die Drehstromasynchronmaschine ist die mit 95 % am weitest verbreiteste Maschine. Neue Entwicklungen im Bereich Konstruktion und Materialien ermöglichen, dass immer bessere Wirkungsgrade erzielt werden.

## Energieeffizienzklassen

Die Einteilung der Motoren in Energieeffizienzklassen erfolgt in Abhängigkeit von Leistung und Polpaarzahl (Abbildung 1).

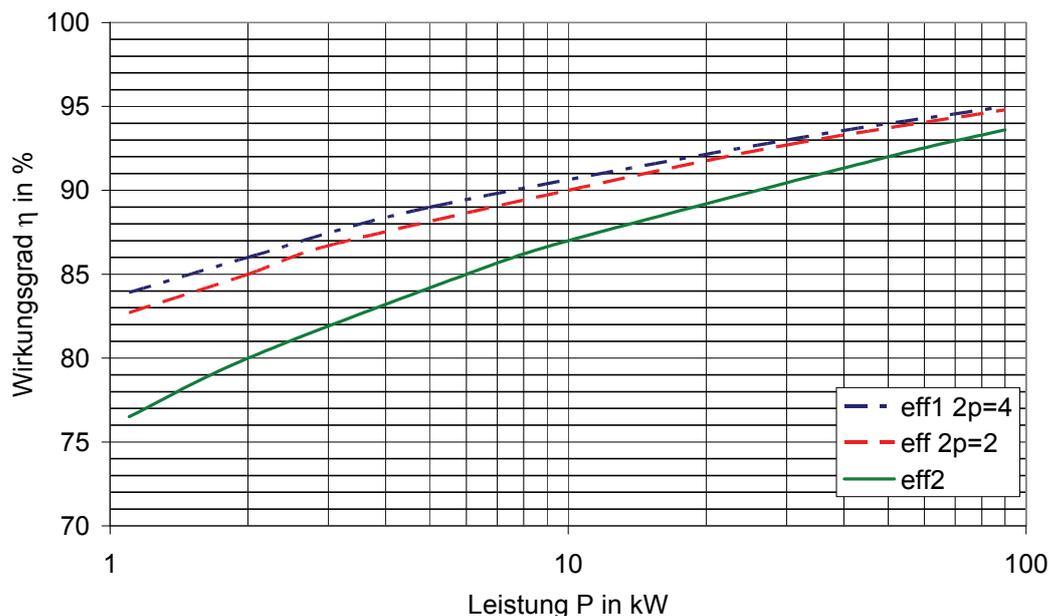


Abbildung 1: Energieeffizienzklassen

Motoren der Energieeffizienzkategorie eff2 werden auch als sogenannte Standardmotoren bezeichnet. Die Energieeffizienzkategorie eff1 umfasst die Energiesparmotoren. Die Energieeffizienzkategorie eff3 ist in Europa in der Regel nicht mehr im Einsatz. Energieeffizienzklassen geben aber nur den Wirkungsgrad für den Nennpunkt an. Für den optimalen Einsatz eines Elektromotors muss der Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Belastung bekannt sein (Abbildung 2).

<sup>1</sup> Technische Universität Graz Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen, Kopernikusgasse 24 8010 Graz, johann.bacher@tugraz.at, Tel. +43 316 873 8601, Fax +43 316 873 7244, [www.ema.tugraz.at](http://www.ema.tugraz.at)

Der Wirkungsgrad verschlechtert sich im Laufe der Jahre, z.B. durch Reparaturen. Die Online Wirkungsgradmessung gibt dem Betreiber eine effiziente Möglichkeit, nicht mehr wirtschaftliche Motoren zu erkennen und diese gegen neue zu ersetzen und durch diese Maßnahme einen optimalen Betrieb zu gewährleisten.

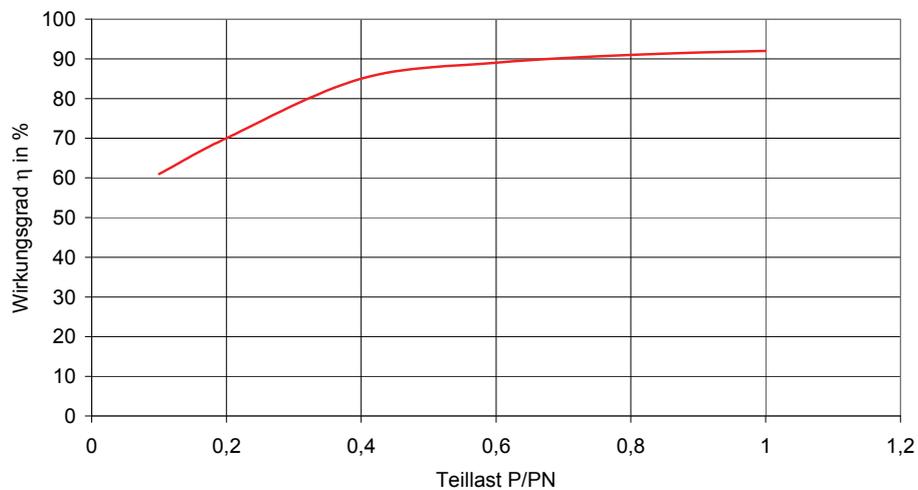


Abbildung 2: Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Auslastung der Maschine

## Wirkungsgradbestimmung im Betrieb

Der Wirkungsgrad von elektrischen Maschinen kann in der Regel recht einfach und genau mit Hilfe einer Drehmomentmesswelle bestimmt werden. Für den Einsatz von mehreren hundert Motoren in der Papierindustrie oder anderen Industriebetrieben versagt diese Methode jedoch auf Grund der zu hohen Kosten. Hier muss eine stichprobenartige Messung der Motoren, nach einem genau vorgeschriebenen Plan zum Erfolg führen. Für die Bestimmung gibt es sehr viele Ansätze, die mehr oder weniger genau durch Kombination von Schätzungen und Messungen zu einem Ergebnis kommen. In Tabelle 1 sind einige dieser Methoden aufgelistet.

Tabelle 1: Methoden zur Wirkungsgradbestimmung

Methoden zur Wirkungsgradbestimmung	Benötigte Daten und Messungen							Ergebnis
	Leerlauf	Belastungsversuch	Messung ohne Versorgung	Drehzahl	Moment	Typenschild	Statorwiderstand	Genauigkeit
Standard Typenschildmethode	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	10%
Standard Schlupf Methode	Nein	Nein	Ja	messen	Nein	Ja	messen	7%
Standard Strom Methode	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	6%
Luftspaltleistungsmethode	Ja	Nein	Nein	messen	Bestimmt	Nein	messen	0,50%
Wellenleistungsmethode	Nein	Nein	Nein	messen	messen	Nein	Nein	< 0,50%

Da die Motoren im Allgemeinen unter Last laufen, nur an den Anschlussklemmen zugänglich sind und meist keine veränderbare Versorgungsspannung vorhanden ist, scheidet viele der aufgezählten Möglichkeiten aus. Weiters sind Methoden die Fehler von über 2 % aufweisen nicht sinnvoll, da sich Motoren der Klasse eff1 und eff2 gerade einmal um diesen Prozentsatz unterscheiden. Der Hochlaufversuch der Maschine ermöglicht die Aufnahme sehr vieler Betriebspunkte, die aber im Betrieb nicht dauerhaft für Messzwecke vorhanden sein müssen. Dadurch kann dieser Versuch zur quasi online Wirkungsgradbestimmung in einer einfachen und ausreichend genauen Weise verwendet werden.

Die Art der Messung und Auswertung der Ergebnisse an einer Reihe von Drehstrommotoren unterschiedlicher Leistungsklassen, sowie die dadurch entstehenden Möglichkeiten und Auswirkungen in der Betriebsführung sind Schwerpunkte in dieser Veröffentlichung.