Drehzahlvariable Stromerzeuger mit konstanter Frequenz

Josef von Stackelberg

Notstromaggregate für Wechselstromversorgung laufen im Normalfall mit konstanter Drehzahl. Im Teillastbetrieb arbeiten die Verbrennungsmotore dabei nicht wirtschaftlich. Generatoren mit nachgeschalteten Konvertern hingegen laufen mit wechselnden Drehzahlen, sparen dabei Energie und schonen die Umwelt.

Mobile Stromerzeuger beinhalten in den meisten Fällen einen Verbrennungsmotor, welcher zumindest bei größeren Leistungen mit Dieselkraftstoff läuft und einen Synchron- oder Asynchrongenerator antreibt. Da sie Wechsel- bzw. Drehstrom erzeugen sollen und die Frequenz der Netzfrequenz entsprechen soll, müssen im konventionellen Fall die Verbrennungsmotore mit konstanter Drehzahl laufen. Eine Drehzahl- und bzw. oder Spannungsregelung steuert den Verbrennungsmotor entsprechend.

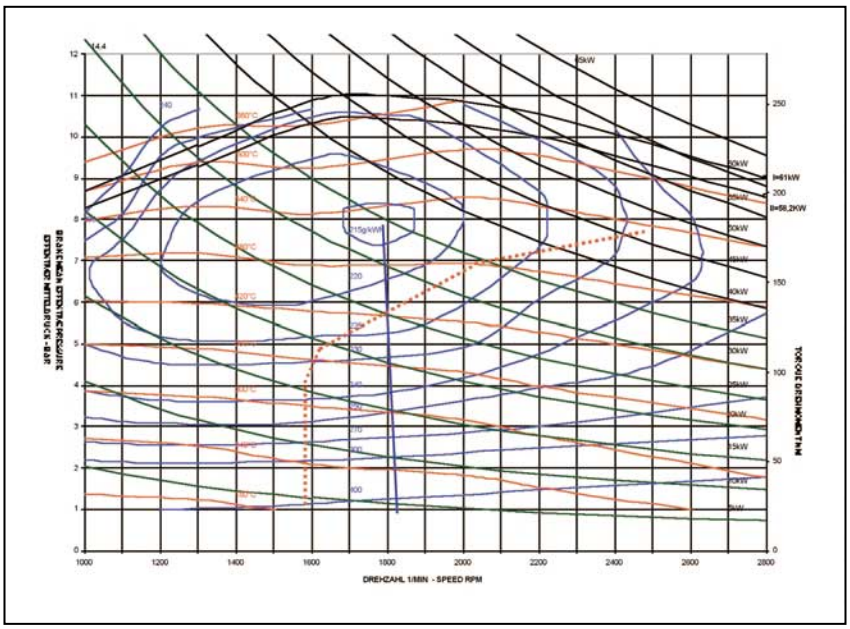

Bild 1: Das Muscheldiagramm eines modernen Dieselmotors: die fallenden grünen und schwarzen Linien zeigen die abgegebene Leistung, die roten Linien die Verbrennungstemperatur, die blauen, muschelförmigen Graphen stellen die jeweiligen Verbräuche in gr/kW dar; je geringer dieser Wert, desto höher der Wirkungsgrad des Motors, und je höher die Verbrennungstemperatur bei gleichzeitig möglichst niedrigem spezifischem Verbrauch, desto sauberer die Verbrennung; die dicke blaue Strichlinie hebt das Verhalten bei Konstantdrehzal 1500 U/min hervor, während die dicke rote Strichlinie das Motorverhalten bei abgabeleistungsangepasster Drehzahl kennzeichnet

Unwirtschaftlicher und umweltschädlicher Teillastbetrieb

Dabei hängt der Verbrauch des Motors neben der Drehzahl noch von einer Reihe weiterer Faktoren ab, wie das so genannte Muscheldiagramm des Verbrennungsmotors zeigt (**Bild 1**).

In den wenigsten Fällen arbeiten Stromerzeuger mit einer konstanten Leistungsabnahme. Die Dimensionierung muss nach der Maximallast erfolgen, jeder andere Betrieb stellt eine Teillast dar. Die Lastverteilung über einen ganzen Tag zeigt mittlere Auslastungen im Bereich von 20 % der Nennlast (**Bild 2**). Das bedeutet, dass der Motor die doppelte Menge an Treibstoff verbraucht und diesen nur unvollständig verbrennt. Als Folgen tritt neben der Unwirtschaftlichkeit und der hohen Schadstoffemission in Form von C und CO auch hoher Motorenverschleiß auf, was wiederum zu hohen Instandhaltungskosten und zu einer Verringerung der Lebensdauer des Motors führt.

Variable Drehzahl führt zu Lastanpassung

Wie in Bild 1 ersichtlich, liegt die Basis eines schonenden Motorbetriebs darin, die Drehzahl jeweils an die geforderte Last anzupassen. Für den Generator bedeutet dies, dass die abgegebene Frequenz mit der Drehzahl einen weiten Bereich überstreicht.

Kirsch, Trier, wandelt daher die Ausgangsspannung des Generators mittels Gleichrichter in eine Gleichspannung um. Diese speist einen Frequenzkonverter. Am Ausgang des Notstromaggregates steht dann wieder last- und drehzahlunabhängig Wechsel- bzw. Drehstrom konstanter Spannung und Frequenz zur Verfügung (**Bild 3**).

Auf diese Weise lässt sich der Kraftstoffverbrauch um bis zu 50 % reduzieren, die Motoren verschleißen weniger und der Schadstoffausstoß verringert sich (**Bild 4**).

Durch den Einsatz mehrerer Konverter besteht die Möglichkeit, auf einem Kreis sogar einen Drehstrommotor mit Umrichtersteuerung zu betreiben, ohne dass sonstige Verbraucher davon beeinflusst würden. Dieses Merkmal führt so-

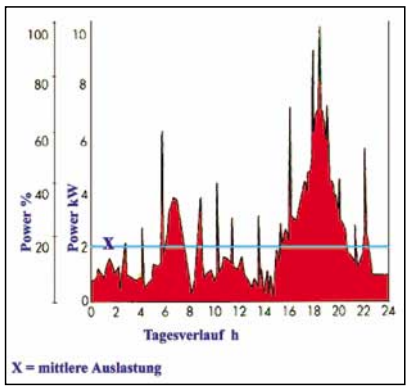

Bild 2: Typisches Belastungsspektrum eines Notstromaggregates, die mittlere Auslastung über einen 24-Stunden-Tag liegt bei 20 % der Nennleistung

Josef von Stackelberg, Redaktion »de«; nach Unterlagen von Kirsch, Trier

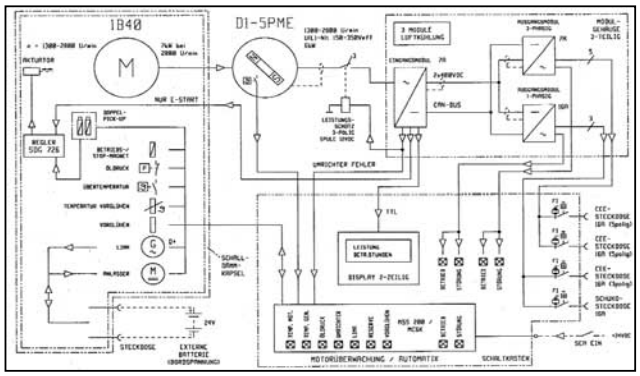

Bild 3: Prinzipschaltbild des VSCF-Generators (Variable Speed Constant Frequency = Veränderliche Drehzahl Gleichbleibende Frequenz) von Kirsch, Trier: Am Ausgang wandeln mehrere Konverter die erzeugte Gleichspannung in Wechsel- oder Drehstrom gewünschter Frequenz um

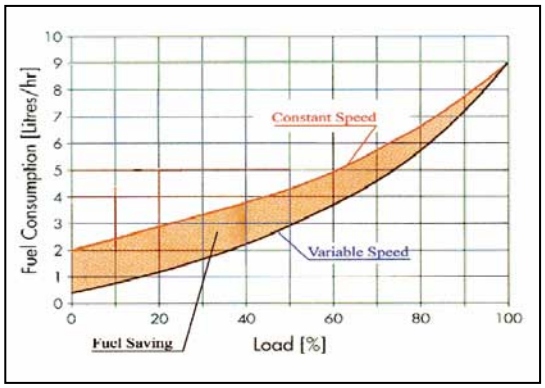

Bild 4: Verbrauch in Abhängigkeit von der Last (Load). Der VSCF-Generator verbraucht im Mittel bis zu 50 % weniger Treibstoff

gar dazu, das Aggregat im Bedarfsfall kleiner zu dimensionieren, wenn Anlaufströme von Motoren zu berücksichtigen sind.

Schließlich lassen die von Kirsch eingesetzten Konverter den Netzbetrieb zu, da die Konvertertechnik die gleiche ist wie in den Umrichtern für netzgekoppelte PV-Anlagen. Daher könnten Notstromaggregate dieser Bauform auch zum Abfahren von Spitzenlasten zum Einsatz kommen, ohne in zusätzliche Synchronisiertechnik investieren zu müssen.

Um die Aggregate möglichst kompakt bauen zu können und eine Schutzart bis IP55 zu erlangen, setzt Kirsch wassergekühlte PME-Generatoren (Permanentmagneterregte Generatoren) ein.

Fazit

Aggregate mit VSCF-Technik (Variable Speed Constant Frequency) sind teuer in der Anschaffung, da der Motor einen höheren Regelaufwand erfordert, der PME-Generator sich aufwändiger gestaltet als ein konventionelles Asynchrongerät und die Konverter ihren Preis haben. Angesichts sich verschärfender EU-Richtlinien bzgl. Schadstoffemissionen sowie den nicht unerheblichen Anteil an Wartungskosten für einen Verbrennungsmotor sollte in die Entscheidung nicht nur der Anschaffungspreis Eingang finden.