

# Der Motorerwärmung den Kampf angesagt

Dank der Drei-Level-Technologie reduzieren Frequenzumrichter von Sieb & Meyer umrichterbedingte Motorverluste und verhindern so schädliche Motorerwärmung.

Mit einer Kombination aus einer Schaltfrequenz-erhöhung und der Drei-Level-Technologie, auf der der SD2M basiert, lassen sich die im Rotor entstehenden Verluste um bis zu 90 % senken.

Ca. 90 % aller durch den Umrichter verursachten Verluste treten im Rotor auf und können für den Motor schädliche Erwärmung erzeugen“, erläutert Torsten Blankenburg, Vorstand Technik der Sieb & Meyer AG. „Hinzu kommt, dass das typbedingt geringe Rotorvolumen eines Hochgeschwindigkeitsmotors zusätzliche Temperaturprobleme erzeugt.“ Problem erkannt, Problem gebannt: Die Regelungsverfahren der SD2x-Frequenzumrichter von Sieb & Meyer führen zu einem geringen Anteil an harmonischen Frequenzen im Motorstrom. Die Verluste fallen im Vergleich zu Wettbewerbsprodukten um bis zu 90 % geringer aus; die Erwärmung des Motors wird entsprechend reduziert. Weitere Vorteile sind eine höhere Lebensdauer der Kugellager sowie positive Auswirkungen auf die Bearbeitungsqualität. Doch was sind die Hintergründe und wie lässt sich die Qualität der Motorströme verbessern?

„Dazu muss man wissen, dass alle Ströme, die von der idealen Sinusform abweichen, Verluste im Motor erzeugen“, so Blankenburg. „Dieser Motorstromanteil wird durch den Umrichter erzeugt und stellt sich als sogenannter Ripple-Strom dar, der den sinusförmigen Motorstrom überlagert.“ Der sich einstellende Ripple-Strom ist abhängig von der Schaltfrequenz, der Umrichter-DC-Spannung und – ganz entscheidend – von der Motorinduktivität. Kleine Induktivitäten führen zu großen Ripple-Strömen, was insbesondere bei schnelllaufenden Synchronmotoren sehr ungünstig ist, da diese physikalisch bedingt sehr kleine Induktivitäten haben. Die entstehende Motorerwärmung kann extreme Auswirkungen auf die Rotorstabilität, die Perma-

nentmagnete und die Lagerung haben. Die Probleme treten vor allem bei hohen Nenndrehzahlen des Motors auf.

## LC-Filter entschärfen Pulsmuster

Um dies zu vermeiden, werden bei Standard-Umrichtern mit Zwei-Level-Puls-Weiten-Modulation (PWM) und niedriger Schaltfrequenz häufig LC-Filter eingesetzt. Diese aus passiven elektronischen Komponenten individuell zusammengesetzten Lösungen ermöglichen es, entweder nur die Schaltflanken des vom Umrichter ausgegebenen Pulsmusters zu entschärfen oder sogar annäherungsweise sinusförmige Motorspannungen und Ströme zu erreichen. Wer LC-Filter einsetzt, muss jedoch mit zusätzlichen Kosten, zusätzlichem Platzbedarf und Gewicht sowie Einbußen im Wirkungsgrad rechnen. Auch gilt es, LC-Filter vorab für die jeweilige Applikation auszulegen – das kostet Zeit und Flexibilität.

## Hohe Frequenz reduziert Ripple-Strom

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Schaltfrequenz für die PWM zu erhöhen. Wird sie verdoppelt, reduziert sich der Ripple-Strom in der Regel um die Hälfte. Technisch wie wirtschaftlich hat dies allerdings Grenzen. Zum einen sind schnell schaltende Leistungstransistoren teurer. Aber auch die Schaltverluste in der Endstufe nehmen extrem zu, was sich ungünstig auf den Wirkungsgrad und damit auch den Kühlaufwand auswirkt. Außerdem reagieren nicht alle Motoren positiv auf eine Schaltfrequenzerhöhung. Baubedingt kommt es vor, dass eine Erhöhung der Frequenz nur wenig Verbesserungen in den Motorverlusten bringt – hauptsächlich bei Synchronmotoren ohne Segmentierung der Permanentmagnete.

## Drei-Level-PWM senkt Verluste

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Drei-Level-Technologie einzusetzen, auf der zum Beispiel der Frequenzumrichter SD2M basiert. Dabei werden die Leistungshalbleiter der Endstufen technologiebedingt nur mit der Hälfte der Spannung

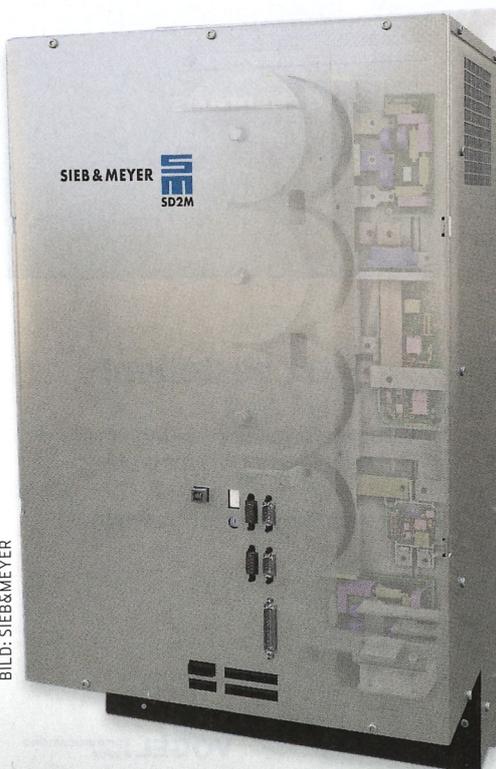
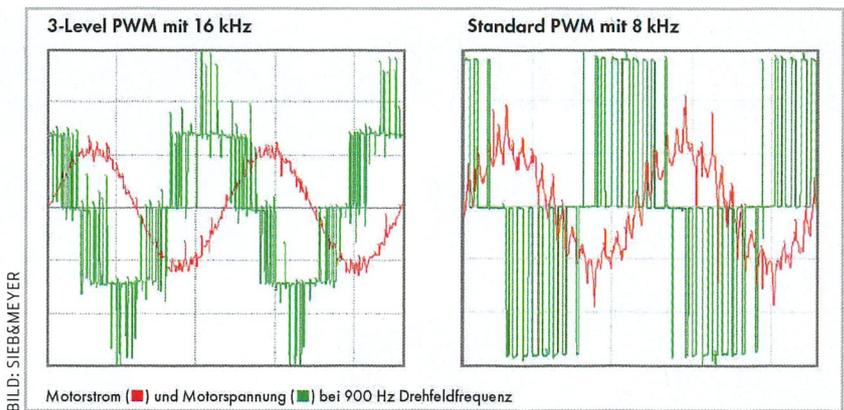


BILD: SIEB&MEYER

beaufschlagt, wie sie bei der Zwei-Level-Technologie vorkommen. Somit ist es möglich, mit Leistungshalbleitern zu arbeiten, die für wesentlich geringere Spannungen ausgelegt sind und damit (technologiebedingt) auch noch schneller schalten. Das Resultat: In der Endstufe entstehen weniger Schaltverluste und die Schaltfrequenz lässt sich deutlich erhöhen. Gleichzeitig wird der Motor im Vergleich zur Zwei-Level-Technologie nur mit 50% der Spannungssprünge belastet. Durch den Einsatz dieser Technologie lassen sich die Verluste um ca. 75% reduzieren. Nutzt man Drei-Level-Technologie und Schaltfrequenzerhöhung lassen sich die im Rotor entstehenden Verluste um bis zu 90% senken. LC-Filter können dann häufig komplett entfallen.

### Neue Serie mit weniger Verlustleistung

Sieb & Meyer hat kürzlich die Entwicklungsplattform SD4x vorgestellt, auf deren Basis das Unternehmen eine neue Geräteserie entwickelt. Anwender werden von höheren Drehzahlen und einer deutlich verbesserten Performance profitieren. SD4x-Geräte können dank eines integrierten Lage-reglers auch eigenständige hochgenaue Positionierungen durchführen; Drehzahl- und Stromregler bleiben gegenüber



der SD2x-Reihe konstant. „Unser Ziel bei diesen Geräten ist es, hochdrehende Motoren dynamisch und mit noch weniger Verlustleistung anzutreiben“, so Blankenburg. „Deshalb unterstützen wir nun auch PWM-Schaltfrequenzen von 24 kHz und 32 kHz.“

**Die gemessenen Qualitätsunterschiede im Motorstrom sind deutlich zu erkennen. Es handelt sich hier um einen vierpoligen Synchronmotor mit einer max. Drehzahl von 27.000 1/min.**

[www.sieb-meyer.de](http://www.sieb-meyer.de)