

# Nicht Beachten rächt sich

## Oberschwingungen: Betrachtung als Kostenfaktor und Störquellen im Netz

**Energienetze sind die Hauptschlagadern der Industrie, doch ihre Zuverlässigkeit wird selten hinterfragt. Unternehmen wissen oft nur eines: Der Strom fließt oder er fließt nicht. Kaum jemand fragt, wie gut die Netzqualität wirklich ist. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, welche gravierenden Auswirkungen Störfaktoren, wie Oberschwingungen haben. Mit den Harmonic-Filter-Modulen hat das hier vorgestellte Unternehmen jetzt gegen die Oberschwingungen ein effizientes Gegenmittel entwickelt.**

Elektrische Energie steht im Prinzip in Deutschland überall und in jeder gewünschten Menge zur Verfügung. Nach einer jüngst veröffentlichten Statistik der Energieversorger gehören die Netze in Deutschland zu den ausfallsichersten in ganz Europa. Allerdings ist die Frage nach der Qualität der Energienetze damit noch nicht beantwortet. Leider versagen Geräte immer wieder kurzzeitig und ohne ersichtlichen Grund ihren Dienst oder sie überraschen mit Fehlfunktionen und Fehlauslösungen. Eine genaue Netzanalyse ist dann vielfach aufschlussreich.

### **Reine Sinusspannung: Selten**

Gleichmäßige, reine Sinusspannungen, für die die Geräte ausgelegt sind, haben in den von moderner Elektronik belasteten Wechsel- und Drehstromnetzen Seltenheitswert. Oberschwingungen verzerren die Sinuskurven. Sie treten in den Netzen der Energieversorger seit vielen Jahren auf und weisen eine stark steigende Tendenz auf. Dabei sind die Verursacher von Oberschwingungen sehr vielfältig. Einer der ersten waren Quecksilberdampfgleichrichter, die zur Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom für Elektroloks und für drehzahlverstellbare Gleichstrommotoren in der Industrie eingesetzt wurden. Heute sind es in den Industriebetrieben vor allem die drehzahlgeordneten Motoren, große USV-Anlagen, Computer, Entladungslampen und Leistungselektronik mit B 6 Gleichrichterbrücken, die die Netze mit Oberschwingungen belasten.

### **Schwachstellen erkennen**

Oberschwingungen machen sich in den Energienetzen auf ganz unterschiedliche Weise bemerkbar. Einige, wie z. B. Vibrationen und Geräuscheentwicklungen, nimmt man als unangenehme Erscheinungen wahr, sie beeinträchtigen aber die Funktion von Geräten und Maschinen nicht wesentlich. Eine andere Weise, wie sich Oberschwingungen bemerkbar machen, ist das Übersprechen. In Kommunikationsleitungen und in elektronischen Schaltkreisen kann es so zu Fehlfunktionen oder zu Ausfällen kommen. Überhitzte Transformatoren, Motoren und Kondensatoren gehen vielfach ebenso auf das Konto von Oberschwingungsströmen. Deutlich verkürzte Lebenserwartungen der Geräte sind die kostenträchtige Folge. Darüber hinaus treiben Oberschwingungsströme auch die Energiekosten in die Höhe. In stark belasteten Netzen können

### EXKLUSIV IN KEM



Der Autor Michael Klusmann ist Bereichsleiter Entwicklung Netzqualität bei Block Transformatoren-Elektronik GmbH & Co. KG, Verden

Harmonic-Filter sorgen für gute Netz-  
qualität durch Unterdrückung von Ober-  
schwingungsanteilen  
Bild: Block Transformatoren



sich in Neutralleitern die Oberschwingungsströme auf bis zu 300 % des Gesamtstroms aufsummieren. Rechnerisch lässt sich leicht der Beweis führen, dass Oberschwingungsströme einen deutlichen Wirkstromanteil haben. In der Praxis kann der Wirkstromanteil ebenso leicht nachgewiesen werden. Erste Anhaltspunkte liefert schon eine Temperaturmessung am Neutralleiter. Nach der Theorie dürften über den Neutralleiter nur minimale Ausgleichsströme fließen. In zahlreichen Industrieanlagen sind die Neutralleiter aber deutlich erwärmt, ein sicheres Indiz für hohe Oberschwingungsströme.

### So entstehen Oberschwingungen

Gleichrichter, Frequenzumrichter, USV-Anlagen und elektronische Netzteile finden sich in großer Anzahl heute als Verbraucher in allen Energienetzen. Der Strom, den sie entnehmen, ist aber nicht sinusförmig, sondern pulsformig. Eine der Ursachen dafür liegt in der stoßartigen Aufladung der Glättungskondensatoren in diesen Geräten. Als Rückwirkung sind Oberschwingungen ins Netz die zwangsläufige Folge. Zwar legen einschlägige, nationale wie internationale Vorschriften wie die DIN EN 61000-3-2, die DIN EN 61000-3-12 und die IEEE 519-1992, die Grenzwerte für Oberschwingungsströme fest, aber in der betrieblichen Praxis finden sie bisher allerdings nur unzureichende Beachtung.

Für eine zuverlässige Energieversorgung in der Industrie mit ihren überwiegend dreiphasigen Verbrauchern, ist besonders die energiereiche fünfte Oberschwingung mit 250 Hz und die siebte Oberschwingung mit 350 Hz von Bedeutung.

Dreiphasige Lasten wie drehzahlveränderliche Antriebe und größere USV-Anlagen verfügen über dreiphasige Brückenschaltungen (sechspulsige Brücke). Die Ordnung der Oberschwingungen ist abhängig von der Pulszahl des Gleichrichters. Bei einer B6-Brückenschaltung bedeutet das, dass die resultierenden Ober-

schwingungsordnungen  $v = k \cdot p \pm 1$  betragen. Das heißt, es treten bei einer dreiphasigen Brückenschaltung Oberschwingungen der fünften, siebten, elften, dreizehnten etc. Ordnung auf. Die dritte Oberschwingung wird in der Regel nur von einphasigen Verbrauchern wie PC und Monitore in Verwaltungsgebäuden erzeugt und spielt in Industrieanwendungen eine untergeordnete Rolle.

verluste in Trafos und erhöhte Leitungsverluste. Addiert man diese Verluste in einem Unternehmen auf, ergeben sich daraus Kosten, die einen Aufschlag von 5 % der jährlichen Stromrechnung ausmachen können. Bisher hat man diesen Energiekosten wenig Beachtung geschenkt. Mangelnde Kenntnisse und unzureichende Messtechnik sind als Hauptgründe zu sehen. Moderne Netzanalysatoren sor-

dig eliminieren, nur sind der technische Aufwand und der Preis, mit dem diese Wirkung erzielt wird, sehr hoch.

Block hat mit den Harmonic-Filter-Modulen einen effektiven dritten Weg zwischen Verdrosselung und aktiven Filtern beschritten. Bei der Entwicklung der Module hat sich das Unternehmen erst einmal auf Filter für die in industriellen Anwendungen hauptsächlich auftretende fünfte



Harmonic Filter finden ihren Einsatz überall dort, wo Oberschwingungen auf definierte Anteile reduziert werden müssen, z. B. bei Selbstversorgern wie auf Kreuzfahrtschiffen



Harmonic-Filter-Modul  
Typ HFM-FB 70-400

### Verluste sind versteckte Kosten

In jeder elektrischen Anlage entstehen durch Stromfluss und Ummagnetisierungsprozesse Verluste. Bei der Dimensionierung von Leitungen, Transformatoren und Antrieben werden sie berücksichtigt, die Komponenten entsprechend ausgelegt. Die Energiekosten für diese Verluste müssen akzeptiert werden, denn sie lassen sich auch mit moderner Technik nicht ganz vermeiden. Oberschwingungen erzeugen jedoch zusätzliche Verluste, wie erhöhte Kupfer- und Eisen-

gen für die notwendige Transparenz. Mit ihrer Hilfe lassen sich Störquellen leicht identifizieren, Ausbreitungswege der Ströme aufzeigen und die Basis für eine optimierte Harmonic-Filter- (Oberschwingungsfilter) Dimensionierung schaffen. Die Block-Transformatoren-Elektronik GmbH unterstützt ihre Kunden mit einer qualifizierten Netzanalyse und bei der Dimensionierung von Harmonic-Filter-Modulen.

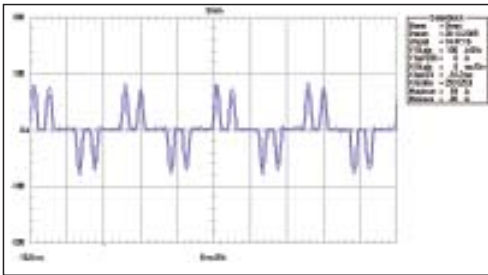
### Wirksamer Netzschutz durch Filter

Um Netze wirksam vor Oberschwingungen zu schützen, hat die Industrie bisher Drosseln oder aktive Filter angeboten. Mit beiden Methoden lassen sich Oberschwingungen in Netzen reduzieren. Allerdings haben beide Methoden deutliche Nachteile. Die Erfolge einer Verdrosselung sind nicht immer befriedigend. Daher kommen Drosseln nur begrenzt zur Anwendung. Mit aktiven Filtern lassen sich Oberschwingungen nahezu vollstän-

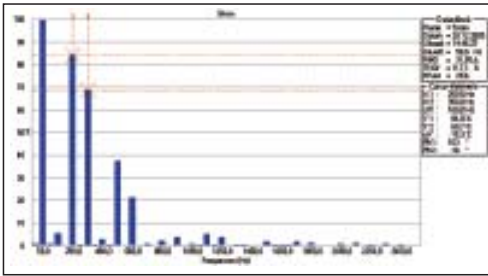
und siebte Oberschwingung konzentriert. Mit den Harmonic-Filter-Modulen lassen sich die Oberschwingungsanteile, beschrieben durch den THD Wert (Total Harmonic Distortion, Oberschwingungsgehalt), für alle Frequenzumrichter und Zwischenkreisschaltungen mit B6-Eingangsbücke sehr deutlich reduzieren.

### Filter Module: Frei dimensionierbar

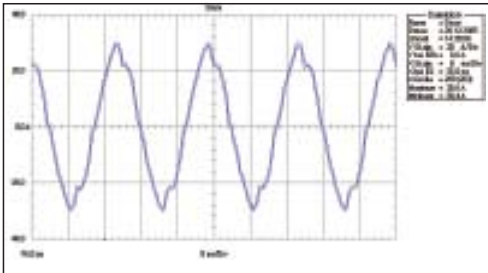
Je nach Auslegung können die Filter entweder direkt am Oberschwingungserzeuger oder als Sammelfilter in Niederspannungsverteilungen installiert werden. Typischer Weise werden sie direkt einem Gerät zugeordnet und auf dessen Oberschwingungsverhalten abgestimmt. Dabei ist die Auslegung der Filter direkt an der Störquelle recht einfach. Überschlägig können die Harmonic-Filter-Module nach der Leistung der Störquelle bemessen werden. Für die optimierte Auslegung von Filtermodulen bietet Block spezielle Netz-



Eingangstrom und Oberwellenspektrum eines Frequenzumrichters ohne Harmonic-Filter-Modul



Oberwellenspektrum eines Frequenzumrichters ohne Harmonic-Filter-Modul



Eingangstrom eines Frequenzumrichters mit Harmonic-Filter-Modul



Oberwellenspektrum eines Frequenzumrichters mit Harmonic-Filter-Modul

analysen an. Darüber lassen sich die Filter auch nach Vorgabe von THD I-Werten frei dimensionieren.

Das abgestufte Programm umfasst Harmonic-Filter-Module von 4 bis 800 kW. Größere Filterleistungen lassen sich einfach durch eine Parallelschaltung realisieren.

Aufgrund der präzisen Fertigung und dem Einsatz von hochwertigen Komponenten sind die Systemverluste bei den Filtern minimal. Bei Vergleichen von gefilterten und ungefilterten Industrienetzen zeigen sich schnell die Vorteile von Harmonic Filter Modulen. Die wartungsfreien Filter sind einfach und kostengünstig in der Installation. Sie schaffen ein deutliches Plus an Betriebssicherheit. Praxiserfahrungen be-

stätigen geringe Anlagen- bzw. Geräteausfälle und Fehlabschaltungen aufgrund von Oberschwingungen. Die zusätzliche thermische Belastung von Transformatoren und Leitungen werden von den Block-Filter-Modulen sicher minimiert. Einer vorzeitigen Alterung elektrischer und elektronischer Bauteile und Anlagen wird damit zuverlässig vorgebeugt. Neue Installationen benötigen zudem keine kostenintensive Überdimensionierung.

[www.kem.de](http://www.kem.de)

**Online-Info**

Transformatoren **KEM 441**  
Stromversorgung **KEM 442**