

Tafel 1 Messwerte

| | Normale einphasige Speisung | Zweiphasige Speisung über Transformator 400 V/230 V |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|
| Eingangs-Wirkleistung | 49 W | 52 W |
| Eingangs-Scheinleistung | 74 VA | 127 VA |
| Eingangsstrom gesamt effektiv | 321 mA | 545 mA |
| 3. Harmonische Eingangsstrom absolut | 177 mA | 216 mA |
| 3. Harmonische Eingangsstrom relativ | 55,3 % | 39,7 % |

Glättungs-Kapazität im eingangsseitigen Gleichrichterkreis ausgestattet sein (stellt einen entscheidenden Faktor für den Verzerrungsgrad dar).

- Zudem war dieses Gerät, wie die meisten seiner Art, auch ohne Umschalten zum Betrieb an einer Netzspannung von 115 V geeignet. Dies erzwingt eine Auslegung der Kapazität mit vierfacher Reserve.
- Einrichtungen zur Dämpfung der Oberschwingungs-Emission, wie die „aktive“ elektronische Leistungsfaktor-Korrektur bei elektronischen Vorschaltgeräten für Leuchtstofflampen über 25 W, waren nicht eingebaut. Auch keine passiven Mittel wie die in großen PC-Netzteilen neuerdings anzutreffende Drossel [2].

Die Stromverzerrung ist somit entsprechend hoch.

Milderungseffekt. Die Stromverzerrung wurde allerdings dadurch gemildert, dass zum Zeitpunkt der Messung gerade viele andere ähnliche Verbraucher (Fernsehgeräte) am Netz waren. Die Netzspannung „dank“ dieses durch eine verflachte Kurvenform, was die Strom-Anstiegssteilheit der Ladeströme in den vielen, vielen Glättungs-Kondensatoren mindert. So werden beispielsweise 10 gleiche Geräte niemals den zehnfachen Strom der dritten Oberschwingung aufnehmen wie ein einzelnes Gerät, sondern – je nach Beschaffenheit des Netzes und Leistung der Geräte – den 9,5-fachen oder auch nur den siebenfachen Strom der dritten Oberschwingung.

Umkehrung dieses Milderungseffekts in sein Gegenteil. Der Prüfling wird nicht einphasig aus einem Außen- und dem Neutralleiter gespeist, sondern über einen Transformator wird die Spannung zwischen zwei Außenleitern von

400 V auf 230 V heruntertransformiert. Die so gewonnene Spannung ist um gerade so viel zu spitz, wie die „echte“ 230-V-Versorgung zwischen Außen- und Neutralleiter zu flach ist. Das Oberschwingungsspektrum des Eingangsstroms reagiert entsprechend. In Tafel 1 sind die Messwerte zusammengefasst.

Der Betrieb des Prüflings an einer sauberen Sinusspannung wird also Messwerte zwischen diesen beiden Messreihen liefern. Die relativen Werte der dritten Harmonischen beziehen sich dabei auf die jeweiligen Gesamt-Eingangsströme (Echt-Effektiv-Werte), nicht nur auf deren Grundschwingungen. Sie sollten zur Sicherheit von den höheren Messwerten ausgehen, denn die Spannung im Netz kann auch einmal diese überspitzte Form aufweisen. Beispielsweise dann, wenn alle Verteil-Transformatoren in der Schaltgruppe Dyn5 ausgeführt sind, Ihr Verteilnetz jedoch an einen Transformator der Gruppe Dzn6 angeschlossen ist [3].

Situation in der Praxis

Die **einphasigen Gleichrichtergeräte** mit kapazitiver Glättung (ohne Gegen-Maßnahmen) machen die Gruppe der größten „Verzerrer“ und in Bürobauten auch die größte Gruppe aus.

Bei **Dimmern** ist die Verzerrung etwas geringer. Nur im sehr weit herab gedimmten Zustand nehmen die Stromkurven ähnliche Formen an und weisen also ähnliche Oberschwingungsspektren auf wie die Gleichrichtergeräte – dann allerdings nur relativ zum aktuellen Strom gesehen. Der absolute Strom liegt in diesem Betriebspunkt entsprechend weit unter dem Nennstrom des jeweiligen Geräts. Bei **dreiphasig** angeschlossenen, gewöhnlich mindestens sechspulsigen **Umrichtern** ist die Verzerrung ebenfalls geringer – umso geringer, je höher die Pulszahl ist. Für den Neutralleiter besteht meist keine Gefahr, da er gar nicht angeschlossen ist, anders als bei den einphasigen, zweipulsigen Gleichrichtergeräten, um die es Ihnen vermutlich ging.

Neutralleiter. Verzerrte Außenleiterströme „neutralisieren“ sich jedoch nicht unbedingt im Neutralleiter. Die Anteile der Oberschwingungen durch drei teilbarer Ordnung addieren sich im Neutralleiter statt sich auszulöschen – also die dritte, die neunte, die fünfzehnte usw. Auch die sechste und zwölfte zählen im Prinzip dazu, doch geradzahlige Oberschwingungen sind in den meisten technisch vorkommenden Strömen nicht enthalten (eine Ausnahme stellen z. B. Einweg- bzw. M3-

Gleichrichterschaltungen dar.) Zum Abschätzen der Neutralleiter-Belastung ist aber die Betrachtung der Gesamt-Effektivwerte angebrachter. Hier gibt es eine exakte theoretische Regel, die sich 1:1 auf die Praxis anwenden lässt: Der Neutralleiterstrom kann höchstensfalls $\sqrt{3}$ -mal so groß werden wie der Außenleiterstrom. Dies gilt für symmetrische Belastung (während Ihr Lehrling in der Berufsschule möglicherweise immer noch lernt, bei symmetrischer Last träte kein Betriebsstrom im Neutralleiter auf). Für unsymmetrische Belastung mit linearen (oberschwingungsfreien) Lasten ist ein wiederum sehr theoretischer Fall denkbar, der es noch weiter bringt: Werden zwei Außenleiter voll belastet – der eine 60° induktiv und der andere 60° kapazitiv – und der dritte überhaupt nicht, so liegen die beiden Lastströme zueinander in Phase. Sie addieren sich im Neutralleiter linear auf das Doppelte des Außenleiterstroms. Im Gegensatz zu diesem theoretischen Fall kommt aber die (weitgehend) symmetrische und ausschließliche Belastung mit Einphasen-Gleichrichterlasten mit ihrem Faktor $\sqrt{3} \approx 1,73$ in der Praxis wirklich vor, z. B. bei der Versorgung eines Rechenzentrums. Dieses ist für den oftmals auf die Hälfte reduzierten Neutralleiterquerschnitt eine ganze Menge!

Kein Trost ist in diesem Fall der Ausspruch eines Zynikers: „Na und? Macht doch nichts! Der Neutralleiter ist ja nicht gesichert.“

Literatur

- [1] *Faßbinder*, S.: Netzstörungen durch passive und aktive Bauelemente. Offenbach/Berlin: VDE Verlag 2002.
- [2] *Faßbinder*, S.: Blick in die Praxis: DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838) ist in Kraft. etz 21 (2003) S. 86.
- [3] *Fender*, M.: Vergleichende Untersuchungen der Netzurückwirkungen von Umrichtern mit Zwischenkreis bei Beachtung realer industrieller Anschlussstrukturen. Wiesbaden: Fachhochschule Promotionsschrift 1997. S. *Faßbinder*

Wechseln einer Unterverteilung

? Beim Auswechseln einer Unterverteilung wurde auf Wunsch des Kunden an den bestehenden „alten“ Leitungen eine Isolationsmessung nach VDE 0100 Teil 610 durchgeführt. Alle gemessenen Werte waren größer 20 M Ω (ermittelt mit BEHA Unitest 100). Einige Leitungen entsprechen aber nicht mehr den heute geltenden Normen bez. Querschnitt und Leitungsaufbau bei fester Verlegung.

Nun möchte der Kunde für den neu installierten Unterverteiler (bestückt mit 125-A-Hauptschalter, LS-Automaten und Motorschutzschaltern) eine Konformitätsbescheinigung von mir haben. Kann und darf ich diese Bescheinigung ausfertigen?

- ! Zunächst setze ich voraus, dass Sie bzw. ■ der mit der Arbeit beauftragte Elektrofach-

NORMENAUSZÜGE

Auszüge aus DIN-VDE-Normen sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 042.002 des DIN und des VDE. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich.

Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarkstr. 33, 10625 Berlin und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

betrieb in das Installateurverzeichnis des zuständigen Verteilungsnetzbetreibers eingetragen und somit berechtigt sind, die angegebene Arbeit auszuführen. Ich betone das ausdrücklich, da mich Ihre Aussage „Auf Wunsch des Kunden habe ich ... eine Isolationsmessung nach VDE 0100 Teil 610 durchgeführt“ sehr verwundert. Sowohl die Prüfung der geänderten Anlage nach DIN VDE 0100 Teil 610 als auch das Ausfertigen eines Prüfprotokolls (Konformitätserklärung) sind für einen Elektrofachbetrieb und für jede Elektrofachkraft Selbstverständlichkeiten. Dass diese Pflicht vom Elektrofachbetrieb erst nach der Aufforderung durch den Auftraggeber erfüllt wird, ist ungewöhnlich und unverständlich.

Leitungen. Die alten Leitungen können verbleiben, wenn sie sich in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden und ihre Zuordnung (Querschnitt, Legungsart) zu den nunmehr vorhandenen neuen LS-Schaltern den aktuellen Normen (DIN VDE 0100 Teil 410/430 usw.) entspricht.

Prüfdokumentation. Dem Auftraggeber haben Sie zu bestätigen, dass sich der von Ihnen errichtete Verteiler in einem normgerechten Zustand befindet. Dies erfolgt am besten und vollständigsten, wenn Sie dazu die Prüfdokumentation 7000 für elektrische Anlagen des Pflaum-Verlags verwenden.

Die Bestätigung des normgerechten Zustands kann aber nur dann erfolgen, wenn Sie durch eine entsprechende Prüfung nach DIN VDE 0100 Teil 610 den Nachweis angetreten haben, dass die von Ihnen veränderte Anlage, also der Verteiler mit den von diesem versorgten Stromkreisen, der Norm DIN VDE 0100 entspricht sowie ordnungsgemäß und sicher funktioniert. Dazu sollten Sie z. B. auch nachweisen, dass

- der Wiederanschluss der alten Leitungen (einschließlich Schutzleiter) richtig erfolgt ist (Kontrolle des richtigen Anschlusses durch Messungen an den Steckdosen),
- die alten Stromkreise einen ausreichenden Isolationswiderstand aufweisen,
- eine ordnungsgemäße Abschottung des Verteilers gegenüber etwaigen Leitungskanälen vorhanden ist,
- die Abschaltbedingungen für die alte Anlage durch die Schutzeinrichtungen des neuen Verteilers gesichert werden,
- die Zuordnung der Schutzeinrichtungen des neuen Verteilers zu denen des vorgeordneten Verteilers (Selektivität, Kurzschlussfestigkeit) ordnungsgemäß ist und
- der Verteiler keine zu hohe Innentemperatur annimmt.

Die von Ihnen durchzuführende Prüfung der alten Schränke ist somit praktisch eine Wiederholungsprüfung. Sollten Sie dabei Mängel feststellen, so müssen Sie entscheiden, ob der neue Verteiler trotzdem in Betrieb genommen werden kann oder nicht und mit welcher Dringlichkeit diese Mängel zu beseitigen sind.

K. Bödeker

Reiseadapter/ Steckdosenadapter

? **Elektrogeräte, die in Deutschland verwendet werden, müssen auch den deutschen Vorschriften entsprechen. Durch den bei ausländischen Geräten teilweise notwendigen Einsatz von Reiseadaptern ist dieses oft nicht mehr gegeben. Allerdings muss es möglich sein, dass ausländische Firmen zumindest kurzfristig, z. B. auf Messen, ihre Produkte betreiben, ohne dass man erwarten könnte, dass diese Produkte dafür eigens umgebaut werden, um allen Details der örtlichen Vorgaben zu entsprechen.**

Gibt es Richtlinien, die den Einsatz von ausländischen Geräten regeln? Spielt es dabei eine Rolle, ob der Einsatz kurz- oder langfristig ist (oder sind Reiseadapter generell unvorschriftsmäßige und nur „geduldete“ Geräte?

Wie soll man sich z. B. bei amerikanischen Großküchengeräten verhalten, bei denen im Inneren an vielen Kontakten kein Berührungsschutz besteht? Wenn man solche Geräte als Elektriker in Deutschland vorfindet und Reparaturen an ihnen vornehmen soll, muss man den Betreiber ggf. darauf hinweisen, dass er die Geräte abschaffen muss?

! **Reiseadapter/Steckdosenadapter.** Für diese Betriebsmittel gibt es keine speziellen DIN-VDE-Normen. Sie dürfen in Anlehnung an vorhandene VDE-Bestimmungen in Eigenverantwortung oder vollständig in Eigenverantwortung hergestellt werden.

Da solche Betriebsmittel nach Anhang II der Niederspannungsrichtlinie von der Niederspannungsrichtlinie ausgenommen sind (sie ist nicht für Haushaltssteckvorrichtungen einschließlich Haushaltsstecker anzuwenden), ist eine CE-Kennzeichnung auf Basis dieser Richtlinie nicht notwendig. Dennoch können solche Betriebsmittel unter bestimmten Voraussetzungen mit einem CE-Kennzeichen versehen sein. So wird z. B. von einigen Herstellern eine Leuchtdiode eingefügt. Damit fällt das Betriebsmittel unter die EMV-Richtlinie und muss entsprechend dieser Richtlinie mit einer CE-Kennzeichnung versehen sein. Über Einschränkung bezüglich des Verkaufs bzw. der Anwendung solcher elektrischer Betriebsmittel in Deutschland, die nicht unter eine Richtlinie fallen, ist derzeit nichts bekannt.

Da es sich bei der Verwendung nicht um eine Errichtung einer elektrischen Anlage handelt, greift Abschnitt 4.1 von DIN VDE 0100-550 (VDE 0100 Teil 550):1988-04 nicht.

Darauf hingewiesen sei, dass solche Betriebsmittel vom VDE-Prüfinstitut oder anderen Prüfinstituten geprüft werden und z. B. ein Prüf- oder Überwachungszeichen erhalten können. Bevorzugt sollten daher solche Adapter ausgewählt werden, um die elektrische Sicherheit zu gewährleisten.