gesetzte dann auch die Verantwortung für die ordnungsgemäße Prüfung und muß, sofern der Prüfer sich nicht mit diesen Festlegungen identifiziert, dann auch das Prüfprotokoll unterschreiben.
Wenn in einer Richtlinie, einer Prüfanweisung o. ä angewiesen oder vorgeschlagen wird, daß nur jede dritte Steckdose zu prüfen ist oder wie es auch praktiziert wird

- an nur einer Steckdose je Zimmer der Schutzleiteranschluß zu messen sei
- beim FI-Schutzschalter das Drücken der Prüftaste genügt
- auf das Messen der PA-Leiter-Widerstände verzichtet werden kann

so ist dies nicht nur falsch, sondern auch gefährlich. Der Prüfer wird damit doch zur formalen Arbeit aufgefordert, vom Nachdenken abgehalten und in seiner Verantwortung unzulässig eingeschränkt. Und das zumeist auch noch von einem ihm unbekannten Verfasser. Nur der Prüfer, die Elektrofachkraft vor Ort, kann beurteilen und festlegen, wie er sich über den Zustand der Anlage so ausreichend informiert, daß er am Ende der Prüfung verantwortungsbewußt entscheiden kann: „Alles in Ordnung“. Seine Sache ist es festzulegen, wie die in der Norm vorgegebene Aufgabe „ ... Beurteilung des ordnungsgemäßen Zustands“ [1] erreicht werden kann. Übernimmt der Verfasser der Vorgabe über die Zulässigkeit einer Stichprobenprüfung die Verantwortung, wenn an einer nicht geprüften Streckdose ein Unfall geschieht? Sicher nicht.
Nur der Prüfer selbst kann entscheiden, ob Stichproben vertretbar sind. Er muß sich fragen, ob ihm Stichproben das nötige Wissen geben, um, wie es ebenfalls in [1] heißt, eine ausreichend genaue „ ... Beurteilung des ordnungsgemäßen Zustands ... “ vornehmen zu können. Dann muß er natürlich auch die Verantwortung für den Verzicht auf die 100%tige Prüfung tragen, wenn an einem der nicht geprüften Geräte ein Fehler bestehen bleibt und zum Schaden führt. Entscheidet sich der Prüfer dafür, Stichproben vorzunehmen, so muß die durchgeführte Prüfung, d. h. der dann festgestellte ordnungsgemäße Zustand des geprüften Teils (Sichtprüfung einer Abzweigdose, Niederohmmessung eines Schutzleiteranschlusses, Sichtprüfung der Schutzkontakte einer Steckdose), repräsentativ für alle weiteren – nicht geprüften – Teile sein. Wird von ihm auf das Besichtigen, Messen und Erproben an einigen Stellen, Geräten oder Anschlüssen verzichtet, so muß er sich sicher sein, daß eine Prüfung **höchstwahrscheinlich** auch dort ein positives Ergebnis erbracht hätte. **Fachkompetenz kann nicht durch Anweisungen vom Schreibtisch ersetzt werden.**

Literatur

[1] DIN VDE 0105 Teil 100:1995-02 Betrieb von Starkstromanlagen.

K. Bödeker

Sternpunkterdung von Transformatoren

? Wir stellen Ein- und Dreiphasentransformatoren bis 1000 V her. Bei Dreiphasentransformatoren mit getrennten Wicklungen wählt man in der Regel die Schaltungsart Dy 5, um zu einem voll belastbaren Sternpunkt zu kommen. Solche Transformatoren werden von Kunden bestellt, die z. B. Maschinen für 400 V herstellen, die in Netzen mit abweichenden Spannungen, z. B. 500 V, betrieben werden sollen.
Wir wurden schon mehrmals von Kunden gefragt, ob der herausgeführte Sternpunkt der Sekundärwicklung geerdet werden muß, und wir konnten dazu keine Auskunft geben. Darum unsere Fragen:

1. **Muß bei Transformatoren mit getrennten Wicklungen dieser Sternpunkt geerdet werden?**
2. **Muß der Sternpunkt von Spartransformatoren geerdet werden?**

! Sie als Hersteller der Transformatoren brauchen solche Fragen nicht zu beantworten. Es ist die Aufgabe der Anlagenplaner, je nach Einsatz der Transformatoren zu ermitteln und festzulegen, ob der Sternpunkt geerdet werden muß. Dennoch werden die Fragen nachstehend weitgehend beantwortet.
Vorausgeschickt wird der Hinweis, daß bei 500-V-Netzen als „System nach Art der Erdverbindung“ (Schutzleiter-Schutzmaßnahme oder Voraussetzung für deren Anwendung) meist das IT-System (früher „Schutzleitungssystem“ genannt) angewendet wird. Dabei wird das Netz nicht geerdet. Die Körper der angeschlossenen Betriebsmittel werden durch Schutzleiter miteinander verbunden und geerdet. Dieses System (diese Schutzmaßnahme) hat den Vorteil, daß ein einzelner Körperschluß noch nicht zur Abschaltung führt und daß bei guter Überwachung des Isolationszustands ein störungsarmer Betrieb möglich ist.

Transformator mit getrennten Wicklungen. Die Sekundärwicklung ist als Anfang eines neuen Netzes zu betrachten.
Wird für dieses sekundärseitige Netz als „System nach Art der Erdverbindung“ das TN-System (früher „Nullung“ genannt) angewendet, so muß der Sternpunkt geerdet werden. Das geschieht durch das Verbinden mit dem primärseitigen Schutzleiter, der seinerseits Verbindung mit einem Erder hat. Ein Körperschluß in einem sekundärseitig angeschlossenen Betriebsmittel führt durch das TN-System zur Abschaltung.
Soll für das sekundärseitige Netz als „System nach Art der Erdverbindung“ das IT-System angewendet werden, damit dessen oben erwähnter Vorteil des störungsarmen Betriebs genutzt werden kann, so muß die Erdung des Sternpunkts unterbleiben. Dabei ist jedoch zu bedenken, daß bei Körperschluß oder Erdschluß eines Außenleiters die ungestörten Außenleiter ein Potential gegen Erde annehmen, das der Spannung zwischen den Außenleitern gleich ist. Darum erscheint es notwendig zu prüfen, ob die angeschlossenen Betriebsmittel diese Spannung gegen Erde und gegen Körper vertragen. Das gilt insbesondere dann, wenn im Sekundärnetz ein Neutralleiter mitgeführt wird und einphasige Betriebsmittel zwischen Außenleiter und Neutralleiter angeschlossen werden. Die Betriebsmittel sind dann so auszuwählen, daß ihre Isolation für die Spannung zwischen den Außenleitern bemessen ist (DIN VDE 0100-410/VDE 0100 Teil 410:1997-01, Nationales Vorwort, Zu 411.1.1, Spannungsbereich II, Fußnote * in der Tafel „Spannungsbereiche für Wechselstrom“). Die Isolation einphasiger Betriebsmittel mit der Nennspannung 220 V oder 230 V ist im allgemeinen für eine Spannung von 250 V bemessen. Der Anschluß solcher Betriebsmittel in einem nicht geerdeten sekundärseitigen Netz mit der Spannung 230/400 V ist demnach unzulässig, zumindest bedenklich. Der Anschluß kann evtl. dennoch verantwortet werden, wenn das sekundärseitige Netz mit einer Isolations-Üerwachungseinrichtung versehen wird, die beim Auftreten eines Isolationsfehlers ein Herunterfahren des Arbeitsprozesses und eine anschließende Abschaltung des Netzes oder zumindest der einphasigen Betriebsmittel bewirkt.
Wird der von Ihnen hergestellte Transformator mit den angeschlossenen Betriebsmitteln zu einer Baueinheit (z. B. in Form einer Maschine) vereinigt, so muß der Hersteller dieser Baueinheit entscheiden, ob der Sternpunkt zu erden ist. Erden heißt in diesem Fall das Verbinden mit den Körpern der Betriebsmittel der Baueinheit und mit dem Schutzleiter des primärseitigen Netzes.

Drehstrom-Spartransformatoren sind nur in Sternschaltung realisierbar. Bei ihnen ist das sekundärseitige Netz gewissermaßen eine Verlängerung des Primärnetzes. Potentialerhöhungen infolge von Körperschlüssen oder Erdschlüssen übertagen sich mehr oder weniger auf die jeweils andere Seite. Der Spartransformator kann eingesetzt werden, wenn beiderseits entweder das TN-System oder das TT-System angewendet wird. Zur Erfüllung der Abschaltbedingung für den Fall eines sekundärseitigen Körperschlusses muß der Sternpunkt mit dem primärseitigen Neutralleiter verbunden werden. Über diesen bekommt der Sternpunkt Verbindung mit einem Erder (Betriebserder). Primär- und sekundärseitiger Schutzleiter müssen miteinander, dürfen aber nicht mit dem Sternpunkt verbunden werden.

Bei Bedarf kann an den Sternpunkt auch ein sekundärseitiger Neutralleiter angeschlossen werden. Dessen Belastung tritt auch als Belastung des primärseitigen Neutralleiters auf.
Wird die Zuleitung des Spartransformators als TN-C-System ausgeführt, was nur bei einem Leiterquerschnitt von mindestens 10 mm^2 Kupfer zulässig ist, so wird der PEN-Leiter mit dem Sternpunkt verbunden. Dieser ist dann der Ausgangspunkt entweder für den Schutzleiter und den Neutralleiter oder (bei einem Leiterquerschnitt von mindestens 10 mm^2 Kupfer) für den PEN-Leiter der Sekundärseite.
Würde der Spartransformator im IT-System angewendet, dann brauchte kein primärseitiger Neutralleiter an den Sternpunkt angeschlossen zu werden. Im IT-System ist auch meist kein Neutralleiter vorhanden. Dann dürfte aber auch kein sekundärseitiger Neutralleiter angeschlossen werden. Primär- und sekundärseitiger Schutzleiter müßten auch hier miteinander, aber nicht mit dem Sternpunkt verbunden werden. Die im Primärnetz vorhandene Isolations-Überwachungseinrichtung würde auch das Sekundärnetz mit überwachen. Ein auf der Oberspannungsseite (z. B. mit der Spannung 500 V) auftretender Körper- oder Erdschluß eines Außenleiters ergibt eine Potentialerhöhung der beiden anderen Außenleiter und des evtl. vorhandenen Neutralleiters, auch auf der Sekundärseite. Vor dem Einsatz eines Spartransformators im IT-System ist zu prüfen, ob die Isolation der sekundärseitig anzuschließenden Betriebsmittel dieser Beanspruchung ausgesetzt werden darf. *E. Hering*

Meßgenauigkeit von Zählern

? Im Rahmen der Modernisierung unseres Wohngebiets wurden die Wohnungszuleitungen auf Drehstrom umgerüstet und die bisherigen Wechselstromzähler durch Drehstromzähler (3 x 220 V) ersetzt. Nach dieser Maßnahmen im Juni 1998 wunderten sich mehrere Mieter über höhere Jahresenergieabrechnungen im Januar 1999.
Eine Überprüfung meinerseits ergab, daß in unserer Wohnung aufgrund der vorgenommenen Außenleiteraufteilung alle größeren Verbraucher sowie die Steckdosen der gesamten Wohnung an einem Außenleiter angeschlossen waren.
Meiner Ansicht nach lag die Ursache für den „höheren Verbrauch" in einer durch die völlig unsymmetrische Belastung des DS-Zählers verursachte verfälschte Messung. EVU und bauausführende Firma bestritten dieses entschieden. Trotzdem wurde die Aufteilung auf annähernd symmetrische Belastung verändert. Sind meine Überlegungen richtig?
Ein Vergleich der Zählerwerte nach der Modernisierung (Zeitraum 06.98 bis 03.99) zum Zeitraum nach der Veränderung der Außenleiterzuordnung (Zeitraum 03.99 bis 06.99) ergab einen um 0,84 kWh/Tag geringeren Verbrauch (trotz gleichem Verbrauchsverhaltens).

! Ausgehend von einem durchschnittlichen Jahresverbrauch von 2875 kWh und einer über das Jahr hochgerechneten Steigerung um 0,84 kWh/Tag x 365 Tage ergibt sich ein Mehrverbrauch von etwa 306 kWh/Jahr, dies bedeutet um etwa 11 %.
Es ist tatsächlich vollkommen ausgeschlossen, daß eine asymmetrische Last in der vorliegenden Größenordnung zu einer derartigen Fehlmessung des Abrechnungs- zählers führt. Das soll nicht heißen, daß die genannte Asymmetrie nicht ohne Folgen für den Zähler ist. Doch die Abweichung innerhalb der Verkehrsfehlergrenzen des Zählers beträgt – wenn überhaupt – nur einen Bruchteil des genannten Werts.
Tatsächlich ist ein um etwa 11 % erhöhter Verbrauch anhand der genannten Fakten nur schwer zu erklären. Mit Sicherheit spielen hier viele Faktoren eine Rolle.
Vergleichszeiträume. Ihre erste Angabe (erhöhter Verbrauch) bezieht sich auf den Zeitraum 06.98 bis 03.99, also „über den Daumen gepeilt" auf Sommer, Herbst und Winter. Die zweite Angabe (wieder gesunkener Verbrauch) auf den Zeitraum 03.99 bis 06.99, also das Frühjahr. Innerhalb dieses Zeitrahmens ändern sich die Verbrauchsgewohnheiten schon – auch wenn es die einzelne Person nicht registriert. Im Winter wird es früher dunkel und später hell, möglicherweise wird in der Übergangszeit ein wenig elektrisch „nachgeheizt". Im Hochsommer – bei gestiegener Raumtemperatur – laufen Kühl- und Gefrierschränke länger, um die gewünschte Temperatur zu halten.
Sie sehen, da gibt es schon Änderungen, und selbst zwei volle Jahre lassen sich nicht immer vergleichen – hier ein milder Winter, dort ein kalter usw.
Spannungsfall zwischen Zähler und Stromkreisverteiler. Sollte in Ihrem Fall der Zähler im Keller angeordnet sein und Sie eine Wohnung in einem mehrstöckigen Wohngebäude bewohnen, so tritt natürlich bei asymmetrischer Belastung ein höherer Spannungsfall in dem überproportional belasteten Außenleiter der Verbindungsleitung zwischen Zähler und Stromkreisverteiler auf.
Da der Querschnitt dieser Verbindungsleitungen nicht nur nach der zulässigen Strombelastbarkeit, sondern auch nach dem zulässigen Spannungsfall bemessen wird, ergibt sich – gleiche effektive Gesamtleistung der Anlage vorausgesetzt – für eine „Wechselstromanlage" ein höherer Querschnitt als für eine „Drehstromanlage". Abgesehen vom Elektroherd (Drehstrom) könnte man die Anlage im asymmetrischen Zustand als „Wechselstromanlage" betrachten.
Der nunmehr höhere Spannungsfall im „fast" Wechselstromsystem führt zu Verlusten auf der Leitung, die natürlich vom Zähler als Verbrauch registriert werden. Diese Verluste sind unter anderem abhängig von der Leitungslänge. Ist Ihr Zähler in der Wohnung untergebracht, mit benachbartem Stromkreisverteiler, so gehen sie gegen Null. Doch selbst im ungünstigen anderen Fall summieren sich diese Verluste mit Sicherheit nicht auf 11 % Ihres Gesamtjahresverbrauchs.
Sonstige Einflüsse. Vielleicht spielt aber auch der menschliche Faktor „Vergeßlichkeit" eine Rolle. Gab es vielleicht Strompreiserhöhungen oder Änderungen der Tarifgestaltung innerhalb des Abrechnungszeitraums? Wurde berücksichtigt, daß zum 01.04.1998 die Mehrwertsteuer um einen Prozentpunkt erhöht wurde?
Fazit. Eine abschließende „allgemeingültige" Aussage zu Ihrem Problem ist mir daher nicht möglich. Ich kann nur vermuten, daß viele der genannten Faktoren zusammen den durchschnittlichen Jahresstromverbrauch erhöhten – oder den Eindruck einer Erhöhung hervorriefen.

J. Pietsch ■