

Analyse mysteriöser Störungen

Einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Spannungsqualität im Niederspannungsnetz liefert die moderne Messtechnik. Ohne sie könnte weder eine Aussage über die Qualität der Spannung gemacht, noch die Ursache für Störungen gefunden werden. Das Beispiel in diesem Beitrag soll dem Leser einen kleinen Einblick in die Komplexität der Thematik „Sicherung der Spannungsqualität“ gewähren, ein Thema, das erst am Anfang seiner Bedeutung für die Elektrizitätswirtschaft steht.

Versorger prüft Netzqualität

Bei der EnergieDienst GmbH, der gemeinsamen Betriebsführungsgesellschaft für das Kraftwerk Laufenburg (KWL) und die Kraftübertragungswerke Rheinfelden AG (KWR), hat man sich im Frühjahr 2001 dazu entschlossen, in einer der beiden Betriebsabteilungen für die Ortsnetzversorgung ein sogenanntes „KompetenzCenter Spannungsqualität“ zu implantieren, um den Umgang mit moderner Messtechnik und vor allem die richtige Interpretation der Ergebnisse, in Verbindung mit betrieblichen Erfahrungen, zu erlernen und anzuwenden.

Eine Erfassung der Spannungsqualität in den vom EnergieDienst betreuten Ortsnetzen (Niederspannungsnetze) erfolgt einerseits durch Stichprobenmessungen und andererseits durch Messungen bei Kundenanfragen bzw. -reklamationen, woraus dann geeignete Maßnahmen zur eigentlichen Sicherung der Spannungsqualität abgeleitet werden.

Kundenanfrage

Ausgangspunkt des im Folgenden geschilderten Falles war eine Kundenanfrage, ob es an einer schlechten Spannungsqualität liegen könne, dass sich in einer Küche der Backofen eines modernen Elektroherdes selbstständig einschaltet. Das war im Januar. Ein Gespräch des zuständigen Netzmeisters mit der Kundin ergab, dass dieses Phänomen bereits Anfang Dezember erstmalig, dann bis Weihnachten nicht mehr und schließlich wieder seit den Weihnachtsferien aufgetreten war. Es wurde entschieden, bei der Kundin zunächst eine Standardanalyse der Spannungsqualität nach DIN EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“

vorzunehmen. Eingesetzt wurde von J. Blum (Vertriebsleiter LEM), Dipl.-Ing. H.-J. Meyer (Betriebsleiter KWR) und G. Trefzer (Elektroinstallationsmeister bei KWR) hierfür eine „Memobox 800“ der Fa. LEM. Das Ergebnis der Analyse war lediglich ein erhöhter, leicht über der Norm liegender Flickerpegel, alle anderen Spannungsmerkmale lagen deutlich innerhalb der Norm (Bild 1). Es konnten im betreffenden Teilnetz keine potentiellen Störer ausfindig gemacht werden, so dass Rückschlüsse auf einen möglichen Verursacher, der mit seiner Störaussendung einen Elektroherd einschaltet, nicht gezogen werden konnten.

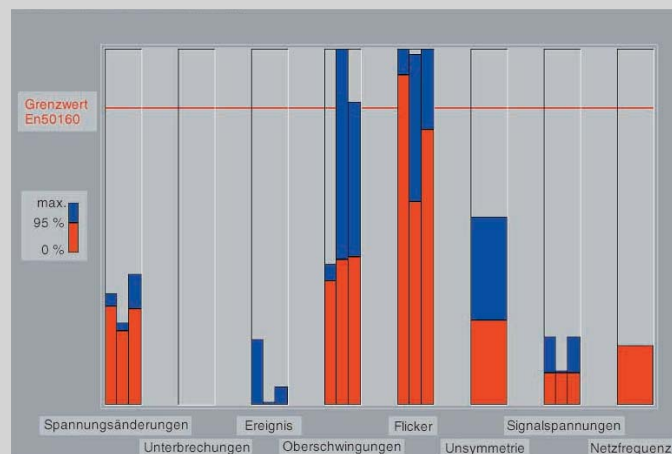
Lediglich am anderen Ortsende, auch elektrisch weit hinter der Niederspannungs-Sammelschiene der speisenden Ortsnetzstation entfernt, erregte eine Skiliftanlage das Interesse des Messteams.

Die Zeiträume, in denen die Fehlfunktionen des Herdes auftraten, stimmten mit den Zeiten überein, an denen es geschneit hatte: Anfang Dezember und nach den Weihnachtsfeiertagen. Dies legte die Vermutung nahe, dass tatsächlich die Skiliftanlage für die noch unbekannten Rückwirkungen verantwortlich sein könnte.

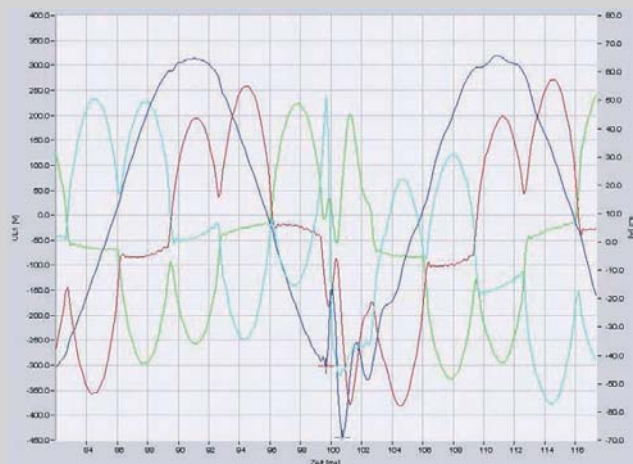
Bei dieser handelt es sich um eine über ein etwa 400 m langes Doppelkabel 2 x 95 mm² Cu von der Netzstation versorgte Doppelliftanlage mit einem 65-kW-Schleifringläufermotor, kompensiert mit 20 kVar Kondensatorleistung, und einem 75-kW-Stromrichterantrieb in B-6-Schaltung.

„Einkreisen“ des Fehlers

Aufgrund der Indizien wurde eine halbtägige Netzanalyse am Anschlusspunkt der Liftanlage an das Ortsnetz durchgeführt, in diesem Fall an einem Kabelverteilerschrank. Eingesetzt wurde hierfür ein Netzanalysator „Topas 1000“ der Fa. LEM.



1 Messwertedarstellung zeigt nur leicht erhöhten Flickerpegel



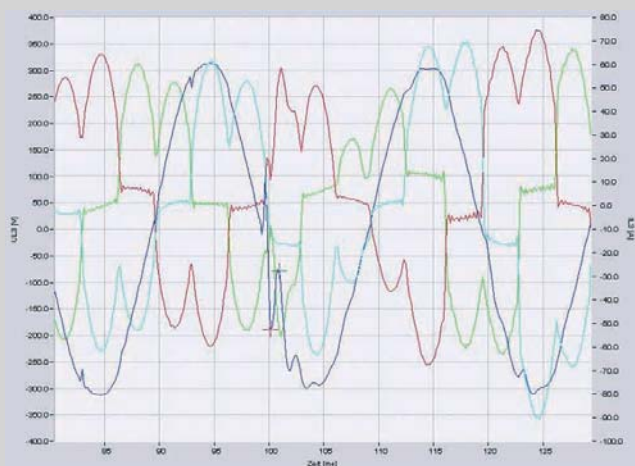
2 Liegen die Kommutierungseinbrüche nahe dem Scheitelpunkt der Spannung (dunkelblau), so ist deutlich ein transientes Überspringen der Netzspannung zu beobachten. Die Phasenströme (hellblau, braun, grün) sind in diesem Bereich stark verzerrt.

Das Gerät wurde so parametrieren und die Triggereinstellungen so vorgenommen, dass von den möglichen Spannungsmerkmalen aussagekräftige Messwerte und Liniendiagramme (Oszillogramme) aufgezeichnet wurden. Grundlage für diese Einstellungen waren die Normen VDE 0160 Teil 100 und VDE 0558 Teil 1. Eine Messung nach EN 50160 lief zwar mit, um die entsprechenden Messwerte zur Verfügung zu haben, konnte aber nicht statistisch ausgewertet werden, da sich hierfür die Messung normgemäß über eine Woche Dauer hätte erstrecken müssen. Allein die Ergebnisse dieser Messung hätten jedoch auch nicht zwingend Aufschluss über den Störer gegeben, wie die Analyse der Messergebnisse im Anschluss bestätigte.

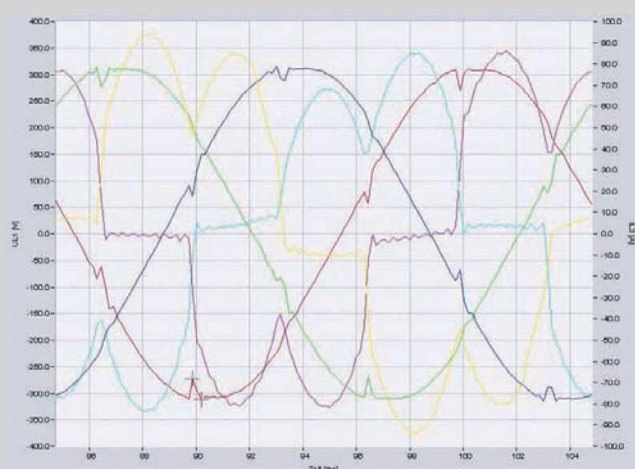
Verdacht bestätigt

Die Oszillogramme ließen sofort eine eindeutige Identifikation des Störers zu. Die Triggerrung des

Oszilloskops löste immer dann aus, wenn der eingestellte Hüllkurventrigger-Wert von 20 % des Scheitelwerts der Spannungs-Grundschwingung überschritten wurde. Diese Werte sind in VDE 0160 Teil 100, „Drehzahlveränderbare Antriebe, EMV-Produktnorm“, niedergelegt. Es wurde festgestellt, dass diese Grenze bei Betrieb nur des 75-kW-Liftes mit B-6-Stromrichterantrieb deutlich überschritten wurde, in der Größenordnung bis zum Doppelten. Je nach Steuerwinkel des Stromrichters lagen die Einbrüche von nahe dem natürlichen Nulldurchgang der Versorgungsspannung bis nahe zu deren Scheitelpunkt. Während die Kommutierungseinbrüche nahe dem Scheitelpunkt der Spannung von einem transienten Überspringen der Netzspannung begleitet waren (Bild 2), sorgten die Spannungseinbrüche in der Flanke der Versorgungsspannung mitunter für zusätzliche Spannungsnulldurchgänge (Bild 3). Unzulässig hohe Oberschwingun-



3 Zum Zeitpunkt 100 ms sorgt der Kommutierungseinbruch für einen zusätzlichen Nulldurchgang der Netzspannung.



4 Bei gleichzeitigem Betrieb beider Liftantriebe zeigt sich eine deutliche Verminderung der Netzrückwirkungen des Stromrichterantriebs sowohl in den Spannungen als auch in den Strömen.

gen konnten bei dieser Messung nicht festgestellt werden.

Bei Betrieb nur des 65-kW-Liftes mit Schleifringläufermotor und Kompensation wurden keinerlei unzulässige Rückwirkungen festgestellt. Liefen jedoch beide Lifte zugleich, war eine deutliche Verminderung der Netzrückwirkungen des Stromrichterantriebes messbar (Bild 4).

■ Analyse

Mit der Identifikation des Störers taten sich gleichzeitig zwei Fragestellungen auf.

Zum Einen betraf dies den Stromrichterantrieb mit unzulässig hohen Kommutierungseinbrüchen, wovon sich ein moderner Elektroherd irgendwie über Hunderte von Metern „beeindrucken“ oder vielmehr einschalten ließ.

Auf der anderen Seite überraschte die Tatsache, dass diese Phänomene durch einen zweiten Antrieb mit Blindstromkompensation verringert wurden!

Dem Phänomen unerklärlicher Fehlfunktionen von Geräten war das Messteam zuvor schon mehrfach auf der Spur gewesen, beispielsweise bei hochwertigen Espressomaschinen oder Waschmaschinen, ohne dies aber erklären zu können. Die Spannungsmerkmale lagen immer deutlich unterhalb der Grenzwerte aus der Norm EN 50160. Es gab keine unzulässig hohen Spannungsschwankungen, Flicker oder Oberschwingungen, keine Unsymmetrien oder Signalspannungen, von schlechter Netzfrequenz ganz zu schweigen. Die Kommutierungseinbrüche mussten die entscheidende Rolle spielen.

In einem Telefonat mit einem Servicetechniker der Elektroherd-Herstellerfirma konnte in Erfahrung gebracht werden, dass die elektronische Backofensteuerung Schaltbefehle über Impulse absetzt und es durchaus sein könne, dass Kommutierungseinbrüche mit steiler Flanke und Nulldurchgängen als Einschaltbefehl gewertet werden.

Die deutliche Verbesserung des Betriebsverhaltens des B-6-Stromrichters bei gleichzeitigem Betrieb beider Liftanlagen wurde darauf zurückgeführt, dass durch die statische Kompensationsanlage des Schleifringläufermotors der Kommutierungskreis des Stromrichters in einen besseren Betriebszustand kam und so die Kommutierungseinbrüche minimiert wurden.

■ Störungen nicht selten

Immer wieder machen Netzbetreiber die Erfahrung, dass einerseits die Hersteller von Stromrichterantrieben bewusst aus Kostengründen unzulässig hohe Rückwirkungen ihrer Maschinen zulassen und andererseits selbst Markenhersteller von Spitzengeräten, wiederum aus Kostengründen, auf eine ausreichend hohe Störfestigkeit ihrer Produkte verzichten. In den meisten Fällen, in denen Herstellern von Stromrichterantrieben das Aussenden zu hoher Netzrückwirkungen nachgewiesen werden konnte, wurde

daraufhin ohne große Diskussion mittels einer teureren, optimierten Steuerung Abhilfe geschaffen. In allen Fällen, in denen elektrische Geräte Fehlfunktionen oder Schäden hatten, wurde dies vom Fachhandel pauschal auf eine „schlechte Spannung“ zurückgeführt. Dabei interessierte es die Hersteller bzw. Verkäufer kaum, dass ihre Geräte keine angemessene Störfestigkeit besaßen. Auch der Netzbetreiber, per Gesetz bzw. per Verbändevereinbarung verantwortlich für die Spannungsqualität im liberalisierten Elektrizitätsmarkt, muss sich aus wirtschaftlichen Gründen auf die für ihn zugegebenermaßen nicht allzu ungünstigen Rechtspositionen zurückziehen, insbesondere auf die „Allgemeinen Versorgungsbedingungen für die Elektrizitätsversorgung von Tarifkunden (AVBEltV)“, die „Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz (TAB)“ und die EN 50160. So bleibt der Kunde oftmals alleine mit seinem Problem.

J. Blum, H.-D. Meyer, G. Trefzer