Wir regeln das.

a-eberle

Sonderdruck

Detektive im Netz

Hilfe, mein Elektroherd pfeift!

Einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Spannungsqualität im Niederspannungsnetz liefert die moderne Messtechnik. Ohne sie könnte weder eine Aussage über die Qualität der einzelnen Merkmale der Spannung, noch die Ursache von Störungen gefunden werden.

Bei der Energiedienst Netze GmbH (im Folgenden als EDN bezeichnet) hat man sich daher im Frühjahr 2001 entschlossen, in der Betriebsabteilung für die Ortsnetzversorgung ein sogenanntes *Team Spannungsqualität* zu gründen. Es soll den Umgang mit dieser modernen Messtechnik und vor allem die richtige Interpretation der Ergebnisse, in Verbindung mit betrieblichen Erfahrungen, erlernen und anwenden. EDN verwendet Netzanalysatoren der Firma A. Eberle GmbH & Co. KG. Die Nürnberger Fachleute befassen sich seit 1995 unter anderem mit der Erfassung von Spannungsqualität (Power Quality) mit Störschreiberfunktionalität sowie mit dem Monitoring von Netzdynamiken.

Dieser Beitrag soll einen kleinen Einblick in die Komplexität der Thematik *Sicherung der Spannungsqualität* gewähren (ein Thema, das immer mehr an Bedeutung für die Elektrizitätswirtschaft gewinnt).

Jürgen Blum, Gerhard Trefzer

* ew 11 2012
Reprint 11 2012

Detektive im Netz

Hilfe, mein Elektroherd pfeift!

Die Erfassung der Spannungsqualität in den von EDN betreuten Ortsnetzen (Niederspannungsnetzen) erfolgt einerseits durch Stichprobenmessungen, andererseits durch Messung bei Kundenanfragen bzw. Kundenreklamationen. Daraus werden dann zur eigentlichen Sicherung der Spannungsqualität geeignete Maßnahmen abgeleitet. Anlass für das nachfolgend geschilderte Fallbeispiel war eine solche Kundenanfrage:

Können Störgeräusche an einem Induktionskochherd durch das Stromnetz verursacht werden?

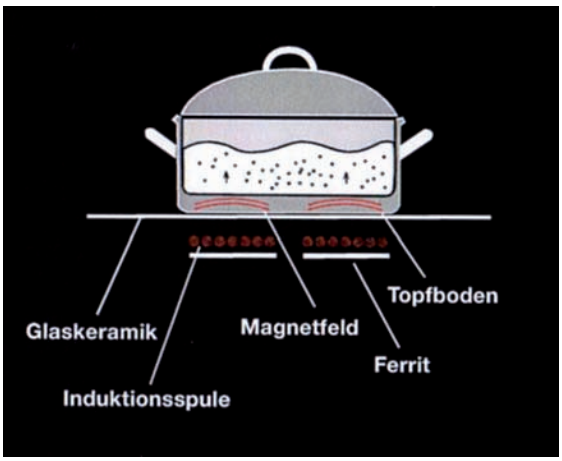

Bild 1: Funktionsweise Induktionsherd.

Mit dieser Anfrage wurde der EDN Netzbetriebsmeister in Donaueschingen konfrontiert. Könnte die starke Geräuschentwicklung eines Induktionskochfeldes in Zusammenhang mit dem öffentlichen Versorgungsnetz stehen? (Bild 1)

Der Netzbetriebsmeister leitete diese Anfrage umgehend ans *Team Spannungsqualität* im Regional Center Rheinfelden weiter.

Bei der Überprüfung der Adressdaten konnte Herr Trefzer feststellen, dass es schon 2002 in diesem Netzversorgungsbereich zu Störungen bei Steuergeräten von Heizungen, Waschmaschinen und Kaffeemaschinen gekommen war. Bei mehreren durchgeführten Netzanalysemessungen konnte zum damaligen Zeitpunkt kein eindeutiger Störer lokalisiert werden. In diesem Netzgebiet befand sich eine Schreinerei mit CNC- Produktionsmaschinen. Auf Vermutung hin, wurden dort lokale Netzverstärkungsmaßnahmen durchgeführt. Nach dieser Maßnahme wurden für längere Zeit keine Reklamationen an EDN herangetragen.

Anschließend kam es jedoch zu erneuten Reklamationen. Daraufhin wurde zunächst eine Standardanalyse der Spannungsqualität nach DIN EN 50160, „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“, vorgenommen.

Da die EN50160 nur Grenzwerte bis zur 25. Harmonischen angibt, wurden zusätzlich nach der Norm IEC61000-2-2 Frequenzen bis zur 50. Ordnungszahl bewertet. Alle Oberschwingungspegel (2. bis 50. Harmonische), lagen zu jedem Zeitpunkt innerhalb der von der Norm zugelassenen Grenzen und ließen auch keine Rückschlüsse auf einen möglichen „Störer" zu. (Bild 2)

Um die Ursache dieser ungewöhnlichen Geräusche zu lokalisieren, wurde eine weitere Messung mit einem Schallmessgerät direkt am Induktionskochfeld durchgeführt. Hier trat im hörbaren Frequenzspektrum eine Frequenz von ca. 5 kHz und eine weitere Frequenz von ca. 10 kHz hervor. Die Pegel jenseits von 20kHz waren nicht von Interesse, da diese über der Hörschwelle des menschlichen Ohres liegen. (Bild 3)

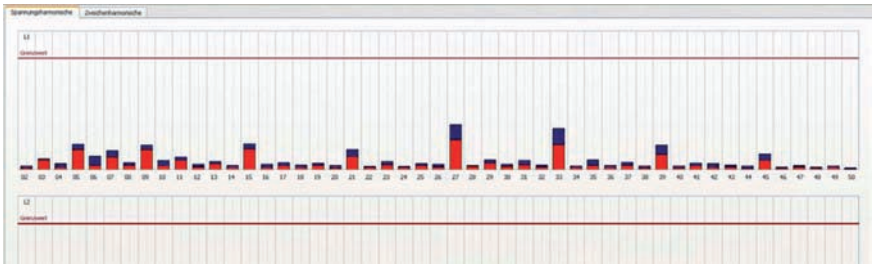

Bild 2: Spannungsharmonische 2. bis 50. Harmonische nach EN50160/IEC61000-2-2

Folgende Messgeräte waren in Verwendung:

- Schallpegelmessgerät NTi Audio XL2
- Netzanalysator PQ Box 100 (Normbewertung bis zur 50, Harmonischen)

Wo liegt die Ursache dieser störenden Frequenzen ?

Nach einem Blick auf den Netzplan wurde wieder der Industriebetrieb mit CNC- Maschinenpark näher betrachtet. Hier verrichten zehn CNC Drehautomaten ihre Arbeit. Um im Vorfeld den Störungsverursacher eindeutig zu lokalisieren, wurde die Netzversorgung an einem Kleinverteilerkasten kurzeitig umgelegt. Durch diese Maßnahme war der Betrieb an einer anderen Netzversorgung angeschlossen. Das Störgeräusch am Induktionskochfeld war daraufhin nicht mehr hörbar. Nun lag es auf der Hand, dass einer von den 10 Drehautomaten für die Netzrückwirkungen verantwortlich sein musste. Im nächsten Schritt wurde der Netzanalysator PQ-Box 200 am Hausanschluss des Betriebes angeschlossen. Anschließend wurden in der Mittagspause des Betriebes alle Maschinen ausgeschalten und je-

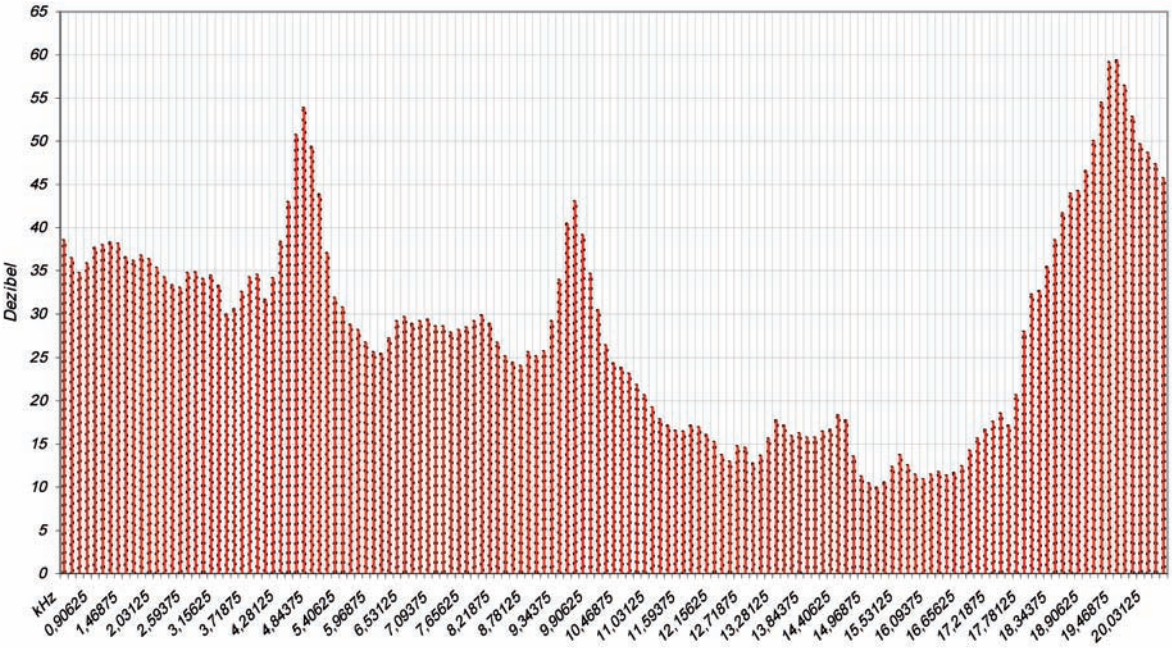

Bild 3: Schallspiegel Induktionsherd mit Störung aus dem Netz

weils eine Maschine für mehrere Minuten in Betrieb gesetzt. In kurzer Zeit konnten so die Netzrückwirkungen aller CNC-Drehautomaten bewertet werden. Bei nur einer Maschine waren Störfrequenzen oberhalb von 2,5kHz auf den Strömen und Spannungen zu erkennen.

Da immer häufiger Störfrequenzen im Bereich 2kHz bis 20kHz in den öffentlichen Netzen vorkommen, hat die Firma A. Eberle ihre Produktpalette der mobilen Netzanalysatoren um die PQ-Box 200 erweitert. Dieses Messgerät erfasst Störpegel auf den Strömen und auf den Spannungen von DC bis 20.000Hz.

Mit diesem neuen Netzanalysator PQ-Box 200 (IEC61000-4-30 Klasse A Messgerät) konnte der „Störer" nun schlussendlich sehr einfach lokalisiert werden. (Bild 6)

Wie nun aber Abhilfe schaffen?

Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten:
- Mit einem aktiven Netzfilter das Störsignal am Anschluss des E-Herds „aussperren" oder
- die Störaussendung direkt an der Maschine filtern.

Worin liegt die Ursache dieser Frequenzen?

Ein Brückengleichrichter am Eingang der CNC-Maschine richtet die drei Phasenspannungen zu einer DC-Spannung gleich. Diese DC-Spannung wird mit einer bestimmten Taktfrequenz in Pulse mit verschiedener Puls-Pausen-Zeit zerlegt, um im Verbraucher einen sinusförmigen Strom hervorzurufen. Das nennt man „sinusbewertete Pulsbreitenmodulation". Die Taktfrequenz des Pulswechselrichters, sowie die Seitenbänder, sind in unserer Messung sowohl im Netzstrom als auch in der Netzspannung zu erkennen. (Bild 7)

Bild 5: Netzplan Immendingen

Bild 6: Aufbau Netzanalysator PQ Box 200 an der CNC Maschine..

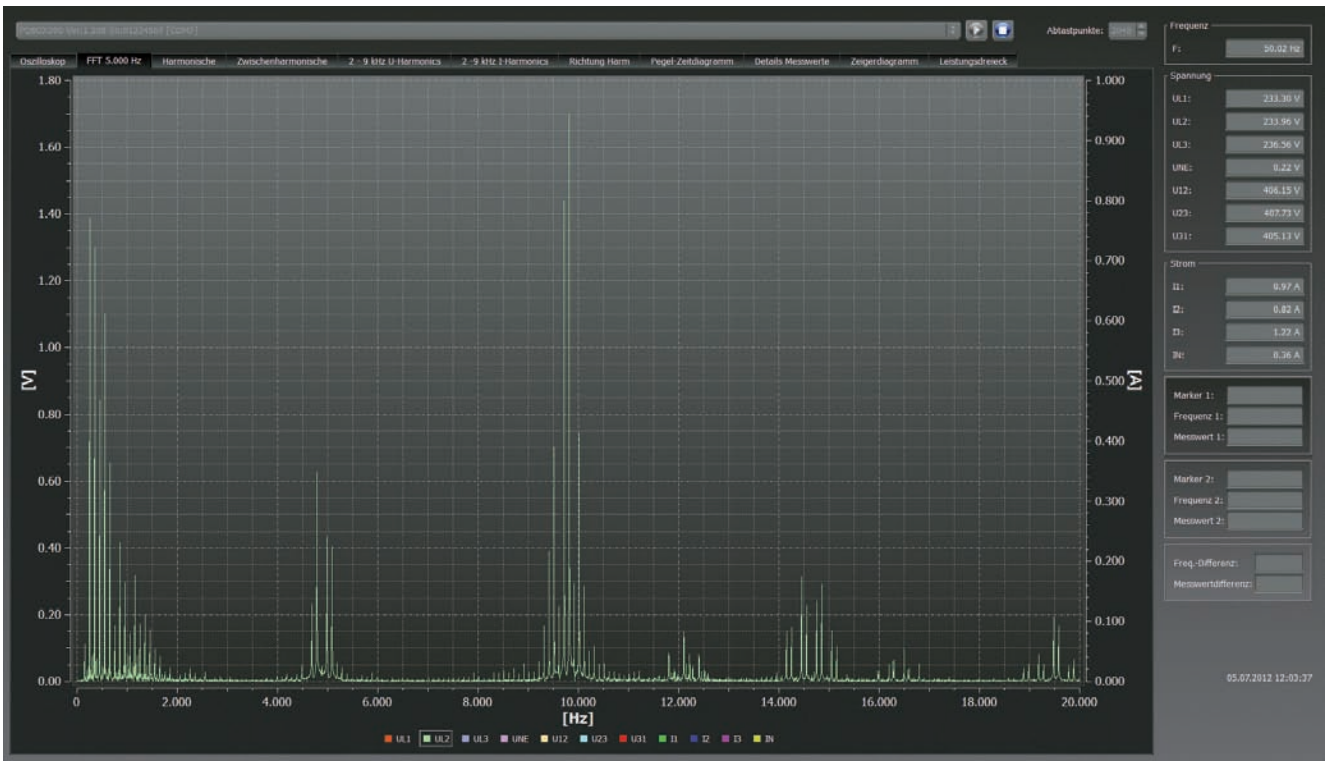

Bild 7: Spektrum FFT-Spannung DC bis 20.000Hz (hohe Pegel im Bereich 5 kHz und 10kHz zu erkennen)
Gemessen am Anschluss des CNC Drehautomaten

Bild 8: Oszilloskopbild mit 41kHz Abtastrate. Im Oszilloskopbild sind auf den drei Phasen der Spannung deutlich die hohen Frequenzen von 5 kHz und 10 kHz zu erkennen.
Gemessen am Anschluss des CNC Drehautomaten

Nachfolgend steht die Gleichung, wie sich Seitenbänder in Abhängigkeit der Taktfrequenz im Netz ausbilden.

$f\mu = n \cdot fT \pm 2n \cdot fl$
$f\mu$ = Frequenz im Netz
n = Multiplikator (1; 2; 3)
fT = Taktfrequenz mit der getaktet wird
fl = Frequenz der Grundschwingung Netz (50Hz)

Auf Drängen der EDN hat der Industriebetrieb für Formenbau, in Abstimmung mit dem CNC Drehautomatenhersteller, einen Netzfilter der Firma EPCOS nachgerüstet.

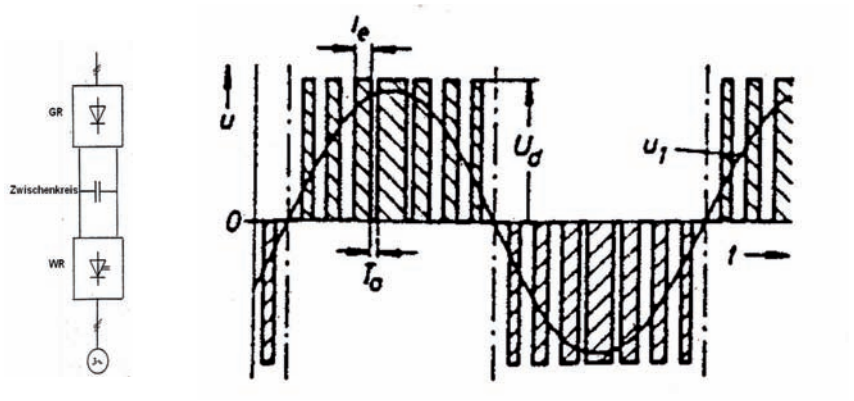

Bild 9: Schema Brückengleichricher mit Wechselrichter der CNC Maschine

Eine Anschlussmessung erbrachte den Beweis, dass die Störpegel ab 10kHz deutlich reduziert werden. Die Störpegel im Bereich von 5kHz wurden nur unwesentlich beeinflusst. Die Geräuschentwicklung des Induktionsfeldes ist jedoch hauptsächlich auf die 5kHz zurückzuführen, wodurch die „Störung" weiterhin bestehen bleibt. Nun ist abzuwägen, ob der eingesetzte Filter nachträglich verändert oder ob der Induktionsherd mit einem Sperrkreis versehen wird.

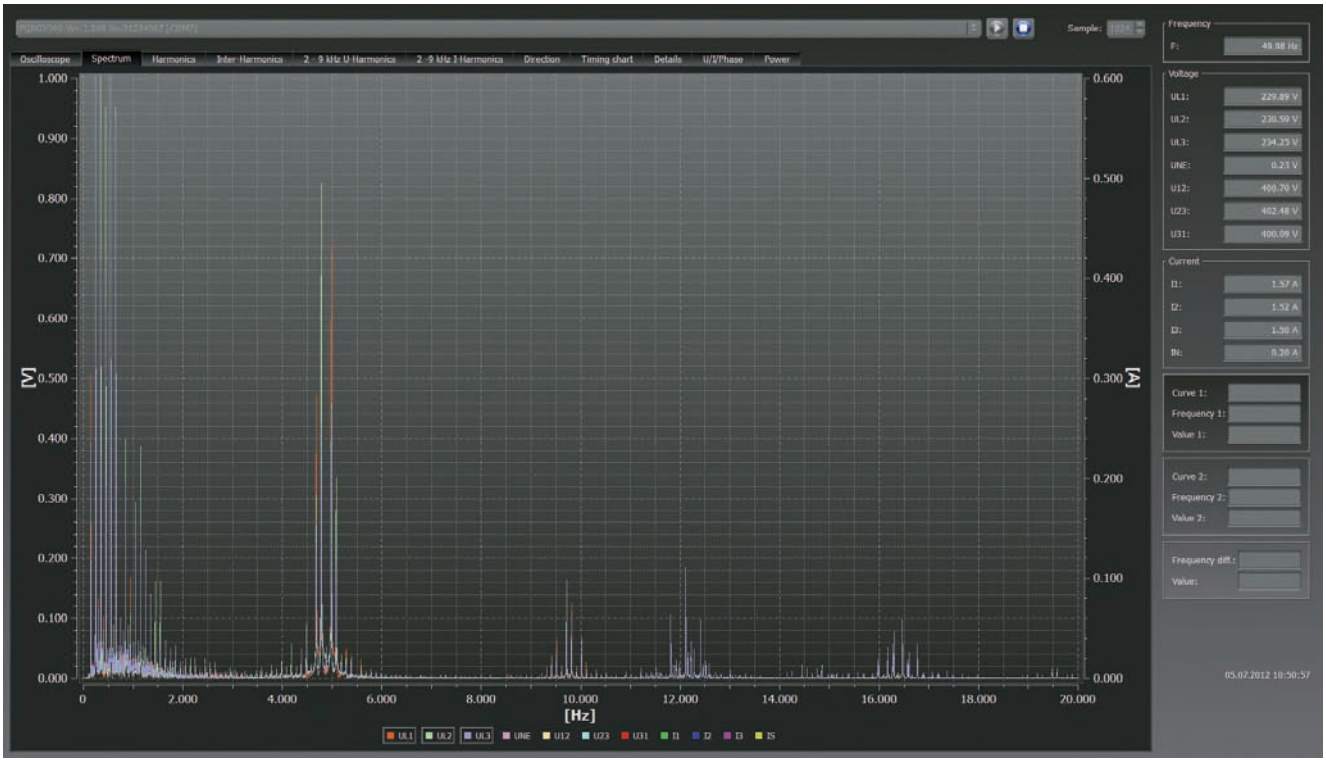

Bild 10: FFT DC bis 20kHz Spannungen L1, L2, L3 mit eingebautem Filter

Gemessen am Anschluss des CNC Drehautomaten

Resümee

Netzstörungen im Bereich 2 kHz bis 20 kHz nehmen in unseren Netzen aufgrund des verstärkten Einsatzes von Leistungselektronik zu. Spannungsqualitätsnormen für die öffentlichen Netze geben Grenzwerte bis maximal 2,5 kHz an. Für Erzeugungsanlagen im Nieder- und Mittelspannungsnetz wurden Verträglichkeitspegel von 2 kHz bis 9 kHz festgelegt, die aber nicht für unsere CNC Maschine gelten.

Um Netzstörungen in öffentlichen Netzen in diesem Frequenzbereichen zu erfassen, hat die Firma A. Eberle durch die Erweiterung ihrer Produktpalette mit dem mobilen Netzanalysatoren PQ-Box 200 ein passendes Messgerät zur Verfügung gestellt, dass solche Störpegel im Strom und auf der Spannung von DC bis 20.000 Hz erfassen und speichern kann.

Mit der anwenderfreundlichen Auswertesoftware WinPQ mobil lassen sich detaillierte Messberichte erstellen. Diese können den Nachweis der Netzanalysen dokumentarisch bestens darstellen und präsentieren.

Hier sehen Sie das Video der beschriebenen Netzstörung: www.a-eberle.de/newsflash/e-herd-mit-pfiff-netzruckwirkungen.html

Autoren

Jürgen Blum
Produktmanager Power Quality
A. Eberle GmbH & Co. KG
in Nürnberg
Tel.: +49 (0) 911 / 628108-0
Fax: +49 (0) 911 / 628108-99
Mail: juergen.blum@a-eberle.de

Gerhard Trefzer
Elektroinstallationsmeister
Energiedienst Netze GmbH,
Teamleiter „Netzbetrieb“
Schildgassse 20
79618 Rheinfelden
www.energiedienst-netze.de

A. Eberle GmbH & Co. KG
Frankenstraße 160
D-90461 Nürnberg
Fon +49(0)911 628108-0
Fax +49(0)911 628108-96
www.a-eberle.de
info@a-eberle.de

sd_blum_10_12_nü