

Wir regeln das.



# Sonderdruck

## Spannungsqualität auf allen Netzebenen

Auf clevere Mess- und Regeltechnik kommt es an.

\* reprint ew 03 2016



Der Ausbau der Stromnetze wird teuer. Allein für das Verteilungsnetz schlagen laut Bundesnetzagentur rund 18 Mrd. € für die Maßnahmen an Land und weitere 15 Mrd. € für den Offshore-Bereich zu Buche.

Dabei gilt es zum einen die Spannungsqualität zu gewährleisten und zum anderen darauf zu achten, dass die Kosten

dafür nicht weiter aus dem Ruder laufen. Dazu müssen die Netzbetreiber allerdings die Lastflüsse genau kennen.

Um diese Daten exakt zu erfassen, zu übertragen, auszuwerten und zu regeln, stellt A. Eberle eine zuverlässige Mess- und Regeltechnik zur Verfügung.

Noch vor wenigen Jahren wurden die Stromnetze für die Energieflussrichtung Top – Down von der Hoch- über die Mittel bis zur Niederspannung beim Endkunden konzipiert. Das ist mittlerweile Schnee von gestern. Seit einigen Jahren erfordern die gestiegenen Anforderungen an effizientere Netze sowie der Anstieg an erneuerbaren Energien ein Umdenken, da diese Tatsachen vor allem großen Einfluss auf das Verteilungsnetz haben. Allerdings ist auch ein Blick auf die Hochspannungsnetze im Rahmen der Zunahme leistungsstarker Einspeiseanlagen – zum Beispiel große Wind- und Solarparks – interessant. Dennoch werden über 90 % der regenerativen Energien in regionale- und lokale Verteilungsnetze eingespeist.

Schon jetzt ist zu erkennen, dass die aktuellen Ausbaumaßnahmen nicht ausreichen, um Spannungsanhebungen, die die Energieerzeugungsanlagen verursachen, generell zu vermeiden. Sie müssen auch manuell ausgeregelt werden. Zudem resultieren aus der verstärkten Nutzung von Leistungselektronik, die etwa in Ladestationen für E-Fahrzeuge und Solaranlagen von Haushaltskunden verbaut sind, starke Verzerrungen des sinusförmigen Stromverlaufs. »Das wiederum gefährdet die vorgeschriebene Spannungsqualität entsprechend EN 50160«, erläutert Till Sybel, Geschäftsführer der A. Eberle GmbH & Co. KG.

### Wandlung der Netze zieht gravierende Folgen nach sich

Insgesamt hat die Wandlung des Stromnetzes gravierende Folgen: Lastflussumkehr, Betriebsmittelüberlastungen, Spannungsbanderhöhungen an Einspeisepunkten und Asymmetrien stehen heute auf der Tagesordnung. »Allerdings ist es keineswegs trivial, diese Störungen präzise zu lokalisieren, um gezielt Gegenmaßnahmen ergreifen zu können«,

erklärt Sybel. Das ist allerdings dringend erforderlich, denn die Anforderungen an die Qualität und Stabilität der Stromversorgung sind groß. Während früher die Vermeidung fühlbarer Versorgungsunterbrechungen ausreichte, sind elektronische Verbraucher wie EDV oder industrielle Steuerungen empfindlich gegenüber kurzzeitigen Spannungseinbrüchen, Oberschwingungen und transienten Ereignissen im Spannungsverlauf. Im ungünstigsten Fall verursachen diese Faktoren zum Teil erhebliche Schäden.

### Vorsicht vor juristischen Konsequenzen

Netzbetreibern, die die hohen Anforderungen an die Spannungsqualität nicht abdecken können, drohen, wenn es unglücklich läuft, sogar juristische Konsequenzen. Denn der Bundesgerichtshof hat im Jahr 2014 die Elektrizität dem Produkthaftungsgesetz untergeordnet. Ergo: Der Verteilungsnetzbetreiber zahlt, wenn Elektrogeräte durch schlechte Spannungsqualität einen Schaden erleiden. Das kann die Unternehmen sehr teuer zu stehen kommen. Vor allem

dann, wenn hochwertige Transformatoren kaputt gehen oder beispielsweise die Produktion bei einem Automobilzulieferer zum Erliegen kommt und so eine Just-in-Time-Lieferung verhindert wird.

Insofern sind die Unternehmen gut beraten, die Netzqualität permanent zu beobachten. Häufig genug rücken die Verantwortlichen heute noch erst nach einer Störung mit mobilen Netzanalysatoren an und versuchen, diese im Nachhinein zu erklären und zu bewerten. Dies ist aber nur selten möglich. »Eine umfassende Analyse und Dokumentation der Netzqualität mit zertifizierten Verfahren wie der Norm IEC 61000-4-30 Klasse A ist ein absolutes Muss. Sie liefert detaillierte Vorgaben, die ein Tool für die Netzanalyse erfüllen muss, damit die Resultate in möglichen Streitfällen nachweisen können, dass die Betreiber ihren Pflichten in vollem Umfang nachgekommen sind«, schildert Sybel. Daher erfüllen alle Netzanalysatoren von A. Eberle die hohen Anforderungen nach IEC 61000-4-30 der neuesten Edition 3 (2015) und liefern gerichtsfeste Daten.



Eine flächendeckende Überwachung der Energieverteilungsnetze konzentriert sich dabei auf

- die Umspannwerke
- die Ortsnetzstationen
- die Übergabestellen zu großen Verbrauchern (Industriekunden)
- dezentrale Erzeuger an den Ausläufern des Ortsnetzes.

Dabei stehen folgende Ziele im Fokus

- Verfügbarkeit verbessern und zugleich Ausfallzeiten minimieren
- Spannung in Ortsnetzstationen regeln
- Einbindung dezentraler Energieerzeuger und neuer Technologie wie Speicher
- Gewährleistung regulatorischer und tariflicher Anforderungen
- Spannungsqualität sicherstellen und lückenlos dokumentieren.

### Umspannwerke im Visier

Ein besonderes Augenmerk sollten die Netzbetreiber auf die Übergabestellen im Umspannwerk legen. Sensible Punkte sind hierbei die Einspeisungen, die Übergabepunkte von übergelagerten

Lieferanten und wichtige Abgänge zu kritischen Großabnehmern. Zertifizierte Klasse-A Spannungsqualitätsanalytoren nach IEC 61000-4-30 Ed. 3 sind hier nicht wegzudenken. Neben der Störschreiberfunktion steht auch auf dieser Ebene die Spannungsqualität mit ihren vielfältigen Parametern im Vordergrund. Um diese zu messen, setzt A. Eberle den Störschreiber und Netzanalysator PQI-D ein (Bild 1).

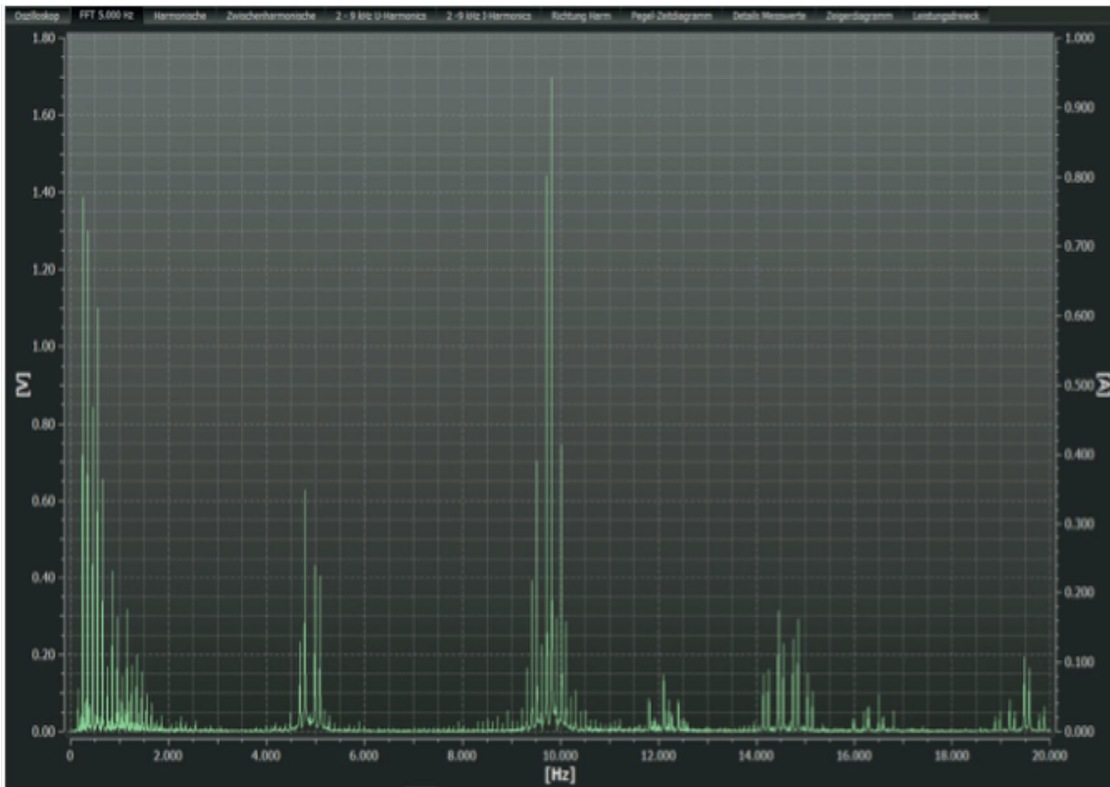
Dieses Gerät ist modular aufgebaut und kann in der Zahl der Spannungs- und Stromeingänge, Relais- und -ausgänge sowie Leittechnikfunktionen frei bestückt und den Anforderungen des Umspannwerks entsprechend konfiguriert werden.

Es empfiehlt sich ein kritischer Blick hinsichtlich der Bewertung der Netzzrückwirkungen in einem Mittelspannungs- beziehungsweise Hochspannungsnetz auf das Frequenzübertragungsverhalten von Spannungs- und Stromwandlern (Bild 2).

Oft liegt hier eine große Begrenzung der Frequenzbandbreite vor. Der Markt der Wandlerhersteller hat allerdings bereits reagiert und bietet hier Breitbandwandler für Power-Quality-Messungen an.



**Bild 1** Überwachung vieler Abgänge durch den kompakten Power Quality Analyser PQI-DA smart; hier elf Geräte



**Bild 2** Typische Netzurückwirkungen durch Leistungselektronik – Frequenzspektrum Gleichstrom bis 20 kHz der Spannung. Erkennbar sind Taktfrequenzen bei 5 und 10 kHz.

### Zentrale Rolle der Ortsnetzstationen

Die Ortsnetzstationen spielen eine zentrale Rolle beim Ausbau des Verteilungsnetzes. Sie sind verantwortlich für die Einhaltung des Spannungsbands, die Erfassung des Auslastungszustands der Betriebsmittel, das kontinuierliche Überwachen und Analysieren der Energienetzkomponenten sowie das Minimieren der Unterbrechungs- beziehungsweise Ausfallzeiten.

»Die Messtechnik muss an dieser Stelle die Power-Quality- und Energiemessdaten zur Dokumentation und Fehleranalyse liefern«, stellt Sybel klar. Unter wirtschaftlichen Aspekten müssen diese Geräte aufgrund der höheren Zahl der Messstellen günstig und kompakt, aber trotzdem sehr leistungsstark sein. Im Gegensatz zum Umspannwerk kommen in der Tiefe des Netzes die Rückwirkungen von Verbrauchern mit

Leistungselektronik aufgrund der kleinen Kurzschlussleistung stärker zum Tragen. Rückwirkungen im Bereich bis 20 kHz sind keine Seltenheit. Häufig ist auch nicht nur ein Verbraucher als Störungsursache im Niederspannungsnetz auszumachen. In der Regel ist dies ein Zusammenspiel bestimmter Verbrauchergruppen mit einer Fehlfunktion bestimmter Geräte.

»Um hier auf Nummer sicher zu gehen und Transparenz hinsichtlich der Lastflüsse zu gewährleisten, ist es unumgänglich, das Netz über einen langen Zeitraum beziehungsweise permanent zu überwachen und zu dokumentieren«, rät Sybel. Nur so könne erkannt werden, zu welchem Zeitpunkt bestimmte Pegel im Netz aufgetaucht sind und welche Verbraucher wann hinzugekommen sind.

## Dezentrale Erzeuger an den Ausläufern des Ortsnetzes

Hierzulande gibt es heute Verteilungsnetze, in denen der Großteil der Energie aus regenerativen, verteilten Quellen stammt. Die Einspeisung geschieht oft auf der untersten Spannungsebene, zum Beispiel aus Photovoltaikanlagen an den Ausläufern der Ortsnetze. Die Richtung des Leistungsflusses ist zu einer dynamischen Größe geworden, und moderne Verbraucher wie IT-Geräte mit nichtlinearen Schaltnetzteilen sind allgegenwärtig.

Während bei klassischen ohmschen Lasten wie Glühlampen die Stromaufnahme einfach der Versorgungsspannung folgt, halten beispielsweise Schaltnetzteile die Leistungsaufnahme aktiv über weite Bereiche konstant. Die Steuerung der Stromnetze wird dadurch zunehmend komplizierter.

Obwohl die typische Verteilung der neuen EEG-Erzeugereinheiten die Ränder der Verteilungsnetze strapaziert, bleiben Netzprobleme unerkannt, weil vielerorts selbst einfachste Messgeräte fehlen.

### Cleveres Innovationsprojekt

»Wir möchten diese Lücke schließen und haben deshalb das Innovationsprojekt We-Sense ins Leben gerufen«, erzählt Sybel. Damit können die Franken mit einfacher Hardware und Methoden aus den

Bereichen Mobiltelefonie, Big Data und Cloud Computing sowohl die Hardwarekosten für neue Messpunkte als auch den Aufwand für die Störungsanalyse im Netz drastisch senken.

Das We-Sense-Messsystem besteht aus einem intelligenten USB-Ladeadapter, einem handelsüblichen Smartphone und einer dort ausgeführten App. Wird der Lader in die Steckdose eingesteckt, versorgt er das über USB angeschlossene mobile Endgerät sowohl mit dem Ladestrom als auch mit hochaufgelösten Abtastwerten des Versorgungsnetzes. Zusammen mit der Android-App verwandelt sich damit ein modernes Mobiltelefon zum hochgenauen Messgerät, das den Benutzer auf einfachste Art und Weise über den Netzzustand am Einsteckort informiert. Es setzt am tiefsten Messpunkt innerhalb des Energienetzes an. Dort befinden sich die geringste Kurzschlussleistung und zugleich der Bereich mit der schlechtesten Spannungsqualität. An dieser Stelle gibt es heute noch keine Messtechnik, da sie bisher zu kostspielig war.

Mit einem vorhandenen Smartphone als Messgerät spielen die Anschaffungskosten keine Rolle mehr.

### Kosteneffiziente Abhilfe

Damit die Unternehmen neben der Lokalisierung der Netzprobleme auch

deren Behebung in Angriff nehmen können, hat A. Eberle das Produktportfolio mit einem skalierbaren Regelsystem erweitert. Das LVRSys kann die Spannungsqualität im Niederspannungsnetz bedarfsgerecht und kosteneffizient verbessern. Für Spannungshaltungsprobleme in einzelnen Ausläufern gibt es Systeme in den Leistungsklassen von 22 bis 250 kVA. Die Aufbauten können dabei als Mastmontagen oder über regelbare Straßenverteilerkästen realisiert werden. Für die zentrale Regelung direkt an der Ortsnetzstation stehen Anlagen bis 630 kVA zur Verfügung.

Bei Applikationen in der Ortsnetzstation können die Netzbetreiber zwischen geregelten und ungeregelten Abgängen wählen und so hochflexibel auf mögliche Spannungsprobleme reagieren. Alle LVR-Systeme regeln phasenselektiv und verbessern somit die Symmetrie der Spannung.

### Fazit

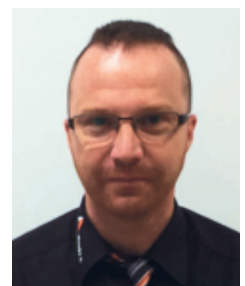
Beim Ausbau der Stromnetze ist die Sicherung der Spannungsqualität ein wichtiger Aspekt. Das gilt sowohl für die Hoch- als auch für Mittel- und die Niederspannungsnetze. A. Eberle hat sich daher auf die Fahnen geschrieben, mit leistungsstarker Mess- und Regeltechnik einen Beitrag zur Gewährleistung der Spannungsqualität auf allen Netzebenen zu gewährleisten.



## Autor

**Jürgen Blum**

Produktmanager Power-Quality  
A-Eberle GmbH & Co. KG  
[juergen.blum@a-eberle.de](mailto:juergen.blum@a-eberle.de)



**A. Eberle GmbH & Co. KG**

Frankenstraße 160

D-90461 Nürnberg

Fon +49(0)911 628108-0

Fax +49(0)911 628108-99

[www.a-eberle.de](http://www.a-eberle.de)

[info@a-eberle.de](mailto:info@a-eberle.de)