

EPPE CX

Anforderungen an ein Messsystem zur effizienten Überwachung von Versorgungsnetzen und technischen Anlagen

Dipl.-Ing. *Timo Wild* MBA, Product Manager Fault Recording & Power Quality, KoCoS Messtechnik AG

Mit der Sensibilisierung für Versorgungssicherheit in elektrischen Netzen rückt auch die kontinuierliche Messung der Energiequalität immer mehr in den Fokus von Netzbetreibern und Verbrauchern. Um frühzeitig Probleme zu erkennen und entsprechende Vorsorgemaßnahmen ergreifen zu können, muss im ersten Schritt mittels eines geeigneten Messsystems das Versorgungsnetz oder auch die technische Anlage über einen längeren Zeitraum genauestens analysiert werden. Die Anforderungen an ein geeignetes Messsystem sind je nach Anlage und Einsatzzweck sehr unterschiedlich und beinhalten verschiedenste Messfunktionen.

Nicht nur für Energieversorger, auch für Industriekunden ist eine gute Versorgungsqualität von sehr hoher Bedeutung. Durch unzureichende Spannungsqualität können bei vielen Produktionsprozessen teure Produktionsausfälle bis hin zur Zerstörung von Maschinen und Anlagen hervorgerufen werden.

Folgen von Netzstörungen sind zum Beispiel:

- Störung der Steuerelektronik von Maschinen
- Produktionsausfälle
- Systemabstürze
- Durchgebrannte Leiter
- Erhitzte Motoren, unruhiger Motorlauf
- Überlastung oder Brände
- Unkontrolliertes Auslösen von Lasttrennern oder Sicherungen
- Schäden an Kompensationsanlagen
- Flackern und Flimmern von Bildschirmen
- Korrosion an Rohrleitungen und Erdungssystemen
- Datennetzwerkprobleme
- Datenverluste
- Lichtflackern
- Unerklärlich gestiegene Energiekosten
- Gefährdung von Mensch und Eigentum
- Herabsetzung der Leistungsfähigkeit von Maschinen und Anlagen, hohe Verluste
- Verkürzte Lebensdauer für Geräte

Mindestanforderungen an die Spannungsqualität sind in der Norm EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“ definiert. Anhand der dort festgelegten Merkmale sollte grundsätzlich an kritischen Netzpunkten kontinuierlich überwacht werden. Nur wenn über einen längeren Zeitraum entsprechende Messdaten zur Verfügung stehen, können durch aussagekräftige Analysen Aussagen über die Qualität des Netzes und eventuell erforderliche Verbesserungsmaßnahmen getroffen werden. Messungen mittels mobiler Messgeräte bieten nur bedingt aussagekräftige Analysen, da der gemessene Zeitraum nur einen kleinen Ausschnitt darstellt und Störungen meist sporadisch auftreten.

Bei Messungen insbesondere im Bereich von regenerativen Erzeugungsanlagen (PV-Systeme, Windkraftanlagen etc.) und industriellen Anlagen gewinnt eine zusätzliche Speicherung und Analyse von Umweltfaktoren zunehmend an Bedeutung. Faktoren wie Lichteinstrahlung, Umgebungstemperatur, Feuchtigkeit, Modultemperatur, Windstärke, Windrichtung, Schallstärke, Motordrehzahl, Generatortemperatur etc. können bei der Analyse oder einer Fehlersuche hilfreiche Informationen beisteuern.

Anforderungen an das Überwachungssystem

Mitarbeiter, egal ob bei Industrieunternehmen oder Netzbetreibern, haben immer weniger Zeit, sich mit der Problematik der Spannungsqualität auseinanderzusetzen. Stetig wachsende Aufgabenbereiche, leider teilweise auch durch Stellenabbau bedingt, und fehlendes Fachwissen gestalten eine ausgiebige Energiequalitätsanalyse oft schwierig. Daher ist es umso wichtiger, dass Parametrierungen von Messsystemen möglichst einfach zu realisieren sind. Standardmessungen, zum Beispiel nach EN 50160, müssen auf „Knopfdruck“ parametrisiert werden können. Zudem muss ein Analysetool eine automatische Auswertung nach vorgegebenen Richtlinien erfüllen und das Ergebnis in einem Report darstellen können. Vollautomatisierte Überwachungssysteme übertragen permanent die Messdaten auf ein zentrales Datensystem und werten automatisch aus. Ein integriertes Alarmsystem infor-

SPANNUNGSQUALITÄT

miert im Fehlerfall verantwortliche Mitarbeiter, welche entsprechende Maßnahmen ergreifen können. Dienstleistungsunternehmen wie zum Beispiel die KoCoS Engineering GmbH können bei der Analyse oder der Erarbeitung von Abhilfemaßnahmen unterstützen.

Aufbau eines effizienten Messsystems

Technische Voraussetzungen für ein Messsystem zur permanenten Netzanalyse sind unter anderem:

- Einbindungsmöglichkeit in verschiedene Kommunikationsnetzwerke
- Einfach zu installierendes und zu bedienendes Messgerät
- Absolut zeitkorreliertes Erfassen der Daten
- Messgerät mit hoher Genauigkeit
- Unveränderbares Erfassen der Daten
- Großer Messdatenspeicher
- Datensicherheit durch Dual-Prozessor-System
- Zentrale Auswerte- und Überwachungsmöglichkeit
- Der Messaufgabe entsprechende Anzahl an Analog- und Binärkanälen

Um die Energiequalität genauestens analysieren zu können, werden mindestens vier Spannungskanäle und vier Stromkanäle mit einer Genauigkeit von mindestens 0,1% benötigt. Der vierte Kanal ermöglicht zum Beispiel die zusätzliche Messung des Stromes im Neutraleiter. Dies ist unter Umständen wichtig, um eine Überlastung des Neutraleiters zu erkennen. Des Weiteren sind Sensormesseingänge zur Überwachung der Umgebungsbedingungen erforderlich. Im Störfall helfen diese zusätzlichen Messdaten bei der Analyse und Erarbeitung von

Abhilfemaßnahmen, besonders wenn eine Störung durch mehrere Faktoren verursacht wurde. Ein Messsystem, welches unter anderem auch die genannten Anforderungen erfüllt, ist der Netzanalysator „EPPE CX“ der KoCoS Messtechnik AG. Das Messsystem bietet die Auswahl aus drei verschiedenen Analogmodulen und zusätzlich einem Sensormodul, wodurch die Anwendung äußerst flexibel wird. Die Analogeingänge verfügen über eine Genauigkeit von 0,05% und werden generell mit 200 kHz abgetastet, wodurch hochauflösende Analysen ermöglicht werden.

Analogmodul 1: 4 x 600 V (L-N), 4 x 600 V (L-N)

(Messungen von zwei Spannungssystemen)

Analogmodul 2: 4 x 600 V (L-N), 4 x 40 A

(Messungen an Schutz- oder Messwandlern)

Analogmodul 3: 4 x 600 V (L-N), 4 x 3 V

(Messungen über externe Stromsensoren)

Sensormodul: 8 x Analogeingänge (300 V/10 V/2 V/20 mA)

2 x Temperatureingänge

1 x Analogausgang

Es sollten zudem ausreichend Binäreingänge mit je nach Anwendung ausreichendem Messbereich vorhanden sein, um zum Beispiel den Status von Schalterstellungen oder industriellen Maschinen aufzuzeichnen. Solche Statusaufzeichnungen können später hilfreiche Informationen zur Störungssuche und Fehlerbehebung beisteuern. Wird das Messsystem an ein Leitsystem angeschlossen, sollten frei parametrierbare Relaisausgänge vorhanden sein, mittels derer Status- und Alarmlmeldungen signalisiert werden können.



Abb. 1: Netzanalysator EPPE CX

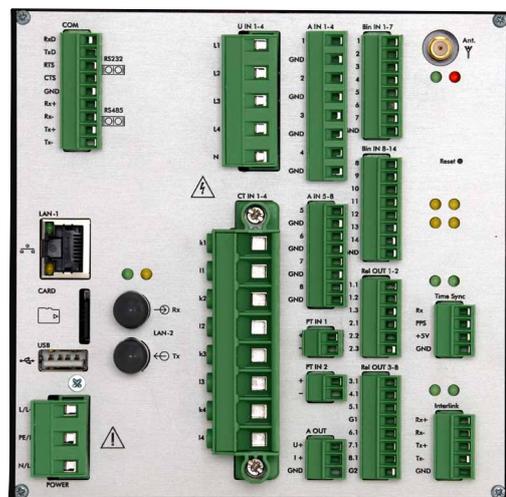


Abb. 2: Anschlüsse EPPE CX

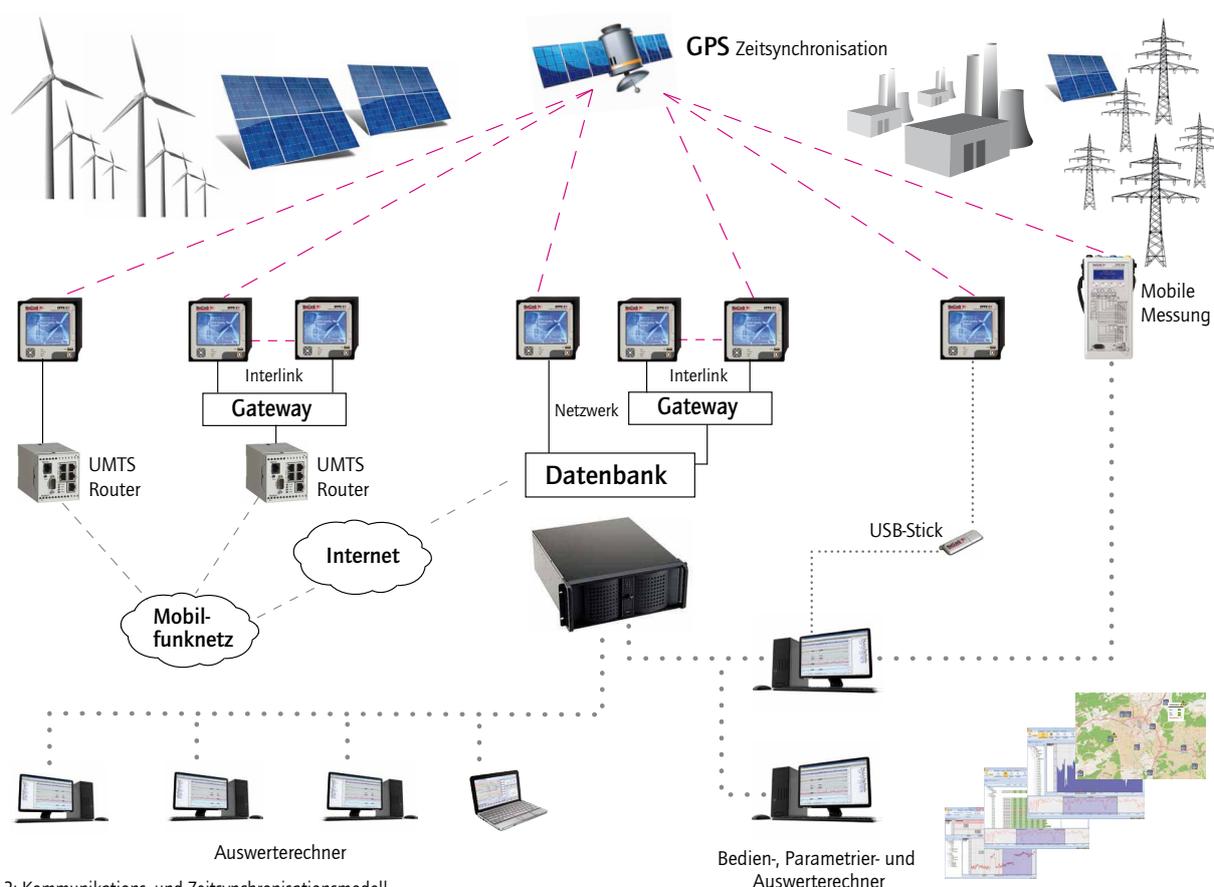


Abb. 3: Kommunikations- und Zeitsynchronisationsmodell

Interne Notstromversorgung

In den meisten Fällen werden Netzanalysatoren an eine gesicherte Stromversorgung angeschlossen. Sollte dies bei Anwendungen nicht möglich sein, muss das Messgerät über eine interne Notstromversorgung verfügen, um den Ausfall der Spannung aufzeichnen zu können. Die in den meisten Messgeräten eingesetzte interne Batterie hat allerdings den Nachteil, dass die Batterie nach einer definierten Zeit ausgetauscht werden muss, was oft nur vom Hersteller durchgeführt werden kann. Kommt hinzu, dass eine Batterieüberwachung fehlt, bekommt der Anwender nicht einmal eine Information und wird erst im Störfall anhand der fehlenden Aufzeichnung informiert. Eine bessere Lösung bietet der Netzanalysator EPPE CX mit einer absolut wartungsfreien Notstromversorgung.

Kommunikation

Um die Messdaten übertragen zu können, muss das Messsystem in Kommunikationsnetze jeglicher Art integrierbar sein, wie auch in kabellose Netzstrukturen. In solchen Fällen ist die Anwendung von UMTS/LTE-Routern inzwischen sehr verbreitet. Über das Mobilfunknetz lassen sich die Messdaten schnell und einfach zu einer Datenbank übertragen, ohne ein leitungsgebundenes Netzwerk nutzen zu müssen. Eine andere,

kostengünstigere Lösung bietet das regelmäßige Herunterladen der Daten via USB-Stick oder Laptop. Allerdings entfällt hier die Möglichkeit der Benachrichtigung des Benutzers im Fehlerfall.

Sinnvoll ist es, die Messdaten regelmäßig, in einem vordefinierten Zeitintervall, vom Messsystem in eine Datenbank zu kopieren, um jederzeit einen schnellen Zugriff zu gewährleisten. Der Netzanalysator EPPE CX ist mit allen gängigen Kommunikationsschnittstellen wie RS232, RS485, elektrischem Ethernet, optischem Ethernet (LWL) und USB (aktiv/passiv) ausgestattet. Dabei hat die Übertragung mit optischem Ethernet über Lichtwellenleiter den großen Vorteil, besonders störungsempfindlich zu sein. Die Datenübertragung wird nicht durch äußere elektrische oder elektromagnetische Störfelder beeinflusst.

Mittels eines Dual-Prozessor-Systems wird die Messwertaufnahme im Gerät vom Bedien- und Kommunikationsprozess entkoppelt, was auch hier eine sichere Datenaufnahme und -speicherung ermöglicht. Verfügen Messsysteme über einen Ringspeicher, können die Daten zusätzlich zur Datenbank über einen bestimmten Zeitraum im jeweiligen Gerät gespeichert werden, bevor sie überschrieben werden. Die Speicherkapazität des Messsystems sollte für eine Datenaufnahme von über einem Jahr ausgelegt sein.

SPANNUNGSQUALITÄT

Zur Einbindung in Stationsleittechnik oder zur Integration in andere Systeme sollte das Messsystem über verschiedene Kommunikationsdienste wie Modbus oder den weltweit akzeptierten internationalen Standard IEC 61850 verfügen.

Zeitsynchronisation

Bei einer flächendeckenden Energiequalitätsmessung müssen die Messwerte aller Geräte absolut zeitgleich erfasst werden. Nur durch eine entsprechende Zeitsynchronisation können die Messergebnisse mehrerer Messsysteme gleichzeitig überwacht und analysiert werden. Welche Synchronisationsmethode aus technischer und wirtschaftlicher Sicht am besten geeignet ist, hängt von den Gegebenheiten am jeweiligen Einsatzort ab. EPPE CX hat schon in der Grundausstattung alle gängigen Schnittstellen zur Zeitsynchronisation implementiert:

- Geräteinterner GPS-Empfänger
- Elektrischer GPS-Telegramm- und Zeitimpulseingang
- DCF77-Pulstelegrammeingang
- Sekunden-/Minuten-Impulseingang
- IRIG-B-Eingang
- NTP/SNTP Synchronisation über das Kommunikationsnetzwerk
- Interlink-Bus zur Vernetzung mehrerer Geräte

Somit kann der Anwender vor Ort die entsprechende Synchronisationsart wählen oder ändern, ohne Hardwareänderungen am Gerät durchführen zu müssen.

Messfunktionen

Die benötigten Messfunktionen sind immer abhängig von der Messaufgabe bzw. der Anwendung. Ist eine einfache Messung nach der Europäischen Norm EN 50160 gefordert, werden nur die Messfunktionen „Energiequalitätsaufzeichnung“ und „Ereignisaufzeichnung“ benötigt. Bei genaueren Untersuchungen von Systemen und detaillierten Analysen von Störungursachen können weitere Messfunktionen hilfreiche Informationen liefern.

Energiequalitätsaufzeichnung

Die kontinuierliche Aufzeichnung aller Netzparameter erlaubt umfassende Energiequalitätsanalysen nach DIN EN 50160 oder individuell definierbaren Qualitätskriterien. Durch eine automatische Auswertung und Erstellung von Qualitätsberichten als PDF-Datei sollten Qualitätsnachweise jederzeit auch ohne spezielle Kenntnisse leicht zu erbringen sein.

Kontinuierliche Datenaufzeichnung

Die Datenlogger-Funktion zeichnet Messdaten lückenlos auf. Die aufgezeichneten Daten können an einen Zentralrechner übermittelt werden, ohne die Messung zu unterbrechen.

Somit sind lückenlose Aufzeichnungen über viele Jahre möglich. Langzeitaufzeichnungen liefern umfassende Informationen über das gesamte Netzgeschehen, machen langsame Veränderungen sichtbar, die sich zum Beispiel durch eine wandelnde Verbraucher- oder Erzeugerstruktur ergeben, und decken Energiesparpotentiale auf.

Ereignisaufzeichnung

Die Ereignisaufzeichnung liefert Informationen über Zeitpunkt, Höhe und Dauer von Grenzwertverletzungen sowie eine Klassifizierung der Ereignisse zum Beispiel nach EN 50160, UNIPED, CBEMA oder ITIC. Zudem sollten auf Wunsch die Ereignissignaturen aufgezeichnet und graphisch dargestellt werden können.

Schnelle Störaufzeichnung

Alle analogen und binären Signale werden bei Grenzwertverletzungen mit einer einstellbaren Auflösung von 100 Hz bis 30 kHz aufgezeichnet. Die Aufzeichnung umfasst separat einstellbare Zeitfenster für Vor-, Fehler- und Nachgeschichte. Dabei kann die Fehleraufzeichnungsdauer fest eingestellt oder durch die tatsächliche Ereignisdauer gesteuert werden. Diese Aufzeichnungen ermöglichen umfassende und detaillierte Analysen von Netzfehlern.

Langsame Störaufzeichnung

Der Effektivwert-Störschreiber kann außer den direkt gemessenen analogen und digitalen Signalen auch alle daraus berechneten Größen wie Frequenz, Unsymmetrie, Mit-, Gegen- und Nullsystem, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Oberschwingungen usw. aufzeichnen. Die Abtastrate ist zwischen 1 Hz und der doppelten Systemfrequenz einstellbar. Die Aufzeichnung ist ideal zur Erkennung und Beurteilung von langsamen Vorgängen wie zum Beispiel Netzpendelungen, Generatorüberwachung oder Maschinenanläufen geeignet.

Aufzeichnung von digitalen Ereignissen und Zuständen

Über Binäreingänge werden im Wesentlichen Meldungen wie zum Beispiel von Schutzrelais, Schalterstellungen oder Maschinenzuständen eingelesen, die für die Analyse von Störaufzeichnungen eine entscheidende Bedeutung haben. Zudem können über die Binäreingänge Störschriebe ausgelöst werden, um im Schaltmoment eine hochaufgelöste Aufzeichnung des Netzzustandes zu erhalten.

Logische Ereignisse

Es können logische Verknüpfungen aus analogen und binären Messsignalen gebildet werden. Werden parametrisierte Bedingungen erfüllt, können Alarmmeldungen über Relaisausgänge oder via E-Mail versendet werden. Der E-Mail-Versand sollte

direkt vom Messgerät erfolgen und nicht von einem zentralen Datenserver, um Zeitverzögerungen zu verhindern. Mittels dieser Funktion lässt sich beim Netzanalysator EPPE CX in Verbindung mit dem Sensormessmodul ein sehr flexibles Kontroll- bzw. Überwachungssystem umsetzen. Der Benutzer wird umgehend informiert, wenn zum Beispiel die Modultemperatur bei PV-Anlagen, die Windstärke bei Windkraftanlagen oder der Energieverbrauch von Maschinen etc. überschritten wird.

Energiezähler

Mit einem integrierten Energiezähler kann zusätzlich zur Messung der Energiequalität der Energieverbrauch von Anlagen überwacht und anhand von Trendanalysen über große Zeiträume optimiert werden. Es sollten Wirk-, Blind- und Scheinenergie aufgezeichnet und genauestens analysiert werden können. Je nach Messaufgabe wird eine detaillierte 4-Quadranten-Messung benötigt.

Software

Eine dem Messgerät entsprechende Software sollte über umfangreiche Möglichkeiten für die Bedienung eines einzelnen Messgerätes bis hin zur Administration komplexer Messgeräteverbände verfügen. Wie bereits erwähnt, ist für den Anwender die zur Verfügung stehende Zeit oft sehr begrenzt. Daher sollte sich die Software an Praxisanforderungen orientieren und möglichst einfach zu bedienen sein. Für den Anwender muss es möglich sein, eine Messung nach Norm

(z.B. EN 50160) durchzuführen, ohne sich lange mit der Software auseinanderzusetzen oder an einer Schulung teilnehmen zu müssen. Im Gegensatz dazu sollte die Software sehr wohl über die Möglichkeiten verfügen, umfangreiche Messungen mit komplexen Messgeräteverbänden zu verwalten, zu parametrieren und die Messergebnisse ausgiebig analysieren zu können. Bei der Analyse der Daten existieren inzwischen zahlreiche Tools, welche die Auswertung vereinfachen.

Eine Software, welche diese Möglichkeiten gut abbildet, ist die der KoCoS Messtechnik AG. Alle Softwarevarianten sind sehr einfach zu bedienen und zeichnen sich unter anderem durch folgende Funktionen aus:

- Flexible Parametrierung zur optimalen Anpassung an verschiedenste Messaufgaben
- Fernparametrierung/-verwaltung
- Vollautomatischer Messbetrieb mit
 - Datenfernübertragung
 - Archivierung der Aufzeichnungen in einer Datenbank
 - Drucken oder Versenden von Fehler- und PQ-Berichten
 - Exportieren in gängige PQ- und Störschreibformate
 - Online-Monitoring
- Import- und Exportfunktionen ermöglichen den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Systemen über standardisierte Datenformate wie PQDIF, COMTRADE, CSV (Excel) und XML (Nequal)
- Komfortables Analysetool mit automatischer Auswertung und Beurteilung der Netzqualität nach international gültigen Normen (z.B. EN 50160)
- Unterstützung mehrerer Bildschirme (optimale Übersicht, alle Infos auf einen Blick)

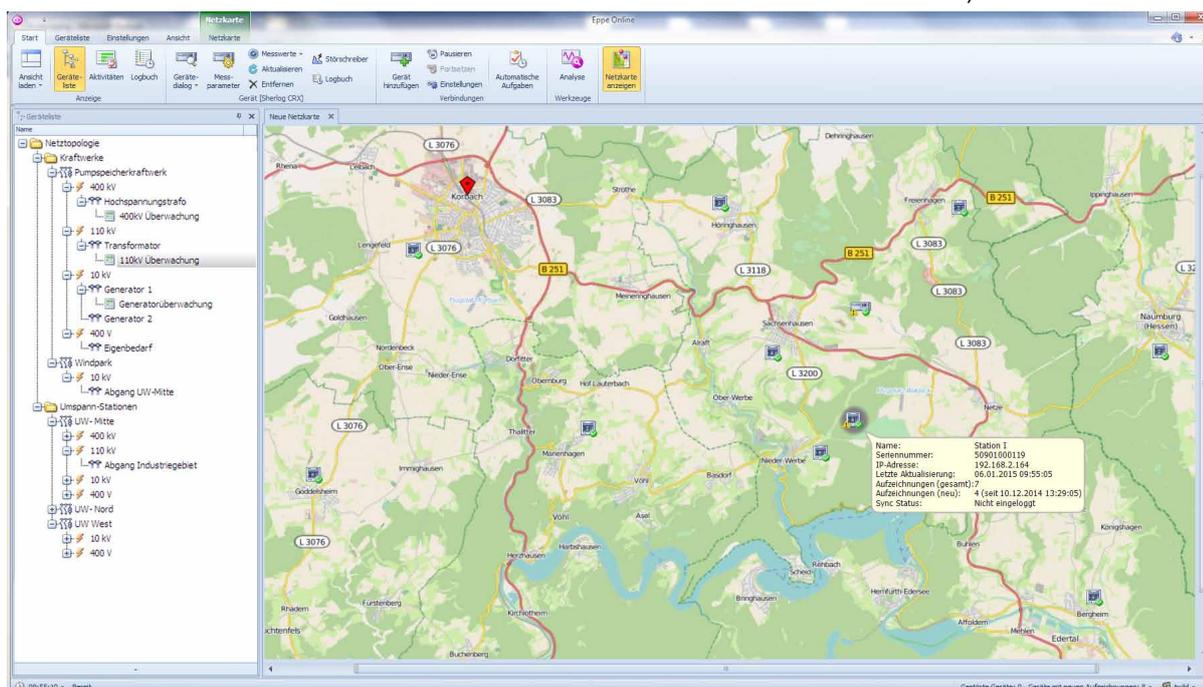


Abb. 4: Geräteverwaltung

SPANNUNGSQUALITÄT

Geräteverwaltung

Die Statusinformationen aller in der Software eingebundenen Geräte werden in einer Geräteleiste übersichtlich angezeigt, Geräteeinstellungen können einfach und schnell angepasst werden. Zusätzlich können Messgeräte und deren Statusinformationen anhand einer graphischen Geräteverwaltung beispielsweise in einer Landkarte oder einem Schaltplan angezeigt werden. Der Benutzer erhält dadurch einen optimalen Überblick über alle Messungen auch in umfangreichen Netzüberwachungssystemen.

Auswertung von Messdaten

Netz- und Energiequalitätsanalysen können automatisch nach Norm (z.B. EN 50160) durchgeführt werden, wofür dem Benutzer zahlreiche Analysewerkzeuge zur Verfügung stehen. Auch für die Beurteilung der aufgezeichneten Störschriebe und der anderen Messfunktionen enthält die Software eine umfangreiche Sammlung von leistungsfähigen Analysewerkzeugen.

Beispiele:

- Langsame Veränderungen mit Trendanalyse
- Ereignisaufzeichnung mit Signaturdarstellung
- Flicker-Analyse
- Oberschwingungsanalyse
- Analyse von Zwischenharmonischen
- Ereignisklassifizierung und -bewertung (UNPEDE, ITIC etc.)
- Graphische Anzeige der Extremwert-Dauerwertverteilung
- Tabellarische Übersicht von Grenzwertverletzungen
- Benutzerdefinierte Grenzwert- und Analyseeinstellungen
- Automatisches Erzeugen von Wochen-, Monats-, Quartals- und Jahresberichten
- Berechnung und Signaldarstellung von Differenzstrommessungen
- Komfortable Zoomfunktionen und variable Skalierung
- Überlagerung verschiedener Signalverläufe
- Formelsammlung und Editor für die Berechnung weiterer Netzgrößen
- Vektordarstellungen
- Individuelle Berichterstellung über Zwischenablage
- Automatische Berichterstellung



Abb. 5: Trendanalyse

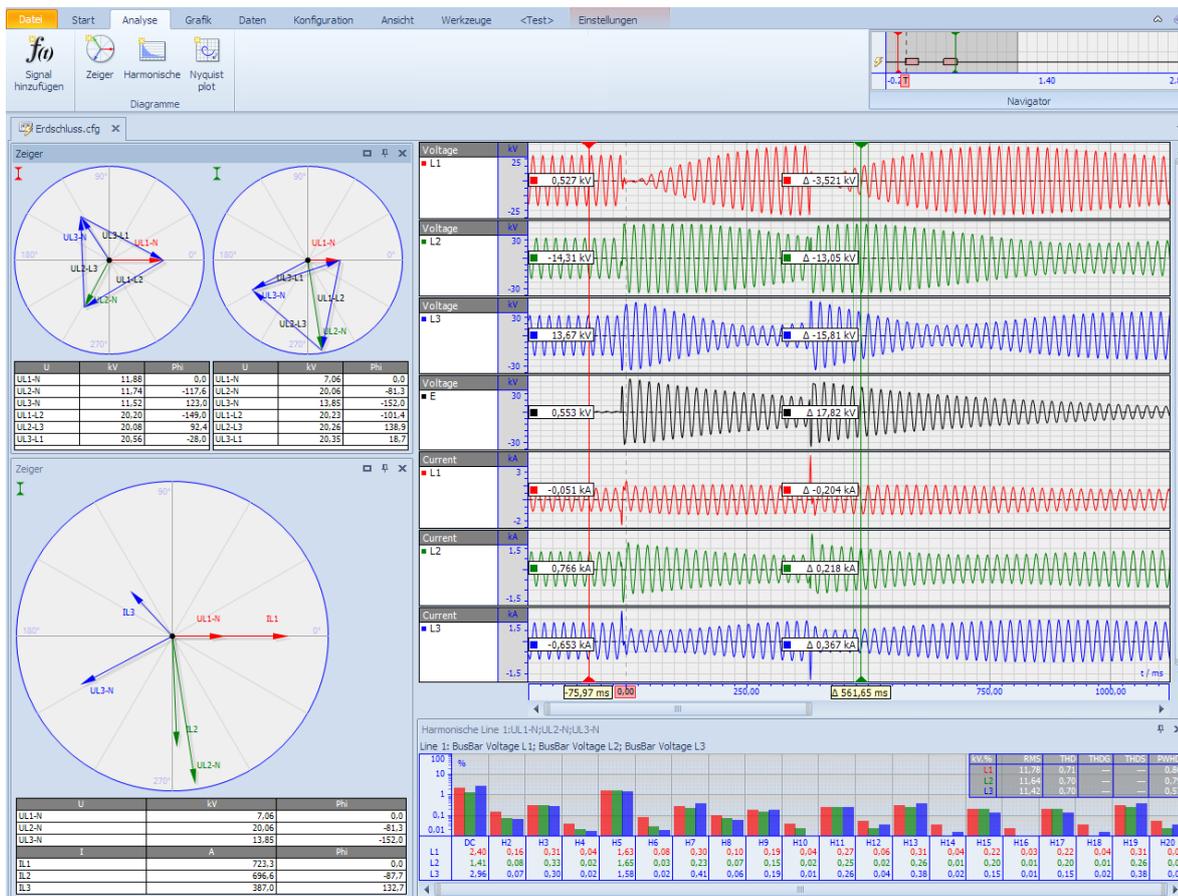


Abb 6: Analyse einer Störfallaufzeichnung

Fazit

Moderne Messsysteme müssen aufgrund der Vielfalt an Messaufgaben eine hohe Funktionsvielfalt und Flexibilität bereitstellen. Trotzdem hat der Anwender einen Anspruch auf eine einfache und intuitive Bedienbarkeit. Es muss Anwendern möglich sein, ohne spezielle Kenntnisse Messungen nach vorgegebenen Normen (z.B. EN 50160) durchführen zu können und die Messergebnisse übersichtlich aufbereitet, zum Beispiel in Form eines Berichts, zu exportieren. Im Gegensatz dazu wollen Nutzer mit hohem Fachwissen die Möglichkeit haben, komplexe Messungen mit anschließenden hochdetaillierten Analysen durchzuführen. Zudem ist ohne eine ausgereifte und einfach zu bedienende Software selbst das beste Messsystem nutzlos. Wer hier mit dem nötigen Weitblick arbeitet, hat als Hersteller sicher einen guten Vorsprung vor dem Wettbewerb.

SPANNUNGSQUALITÄT



twild@kocos.com

Dipl.-Ing. Timo Wild MBA
Product Manager
Fault Recording & Power Quality,
KoCoS Messtechnik AG

Timo Wild studierte Elektrotechnik an der Fachhochschule Südwestfalen mit dem Abschluss Diplom-Ingenieur. Bei der KoCoS Messtechnik AG ist er seit 2008 als Produktmanager für Störschreiber und Power Quality Messsysteme verantwortlich. Berufsbegleitend absolvierte er zudem an der Fachhochschule Südwestfalen ein generalistisches Management-Studium mit dem akademischen Grad MBA (Master of Business Administration).



KoCoS Messtechnik AG
Südring 42
34497 Korbach, Germany
Phone +49 5631 9596-40
Fax +49 5631 9596-17
info@kocos.com
www.kocos.com

Wie sicher ist Ihre Stromver- sorgung?



EPPE CX Energiequalitätsmessung

Multifunktionales Mess- und Analyse-
system zur umfassenden Überwa-
chung elektrischer Anlagen in allen
Spannungsebenen. Lückenlose,
vollautomatische Messungen bei
einfacher Bedienung garantieren
aussagekräftige Analysen über
einen weiten Einsatzbereich.

- **Sensor-Messeingänge**
- **Innovativer Touchscreen**
- **Integrierter Störschreiber**
- **Messung nach EN 50160**
- **Logische Verknüpfungen**
- **Energiezähler**
- **IEC 61850**