

# Prüflösungen für Messeinrichtungen in der Energietechnik

Power Quality-Messgeräte • Elektrizitätszähler  
Messwertumformer • Messgerätekalibrierung



## Die Aufgabe

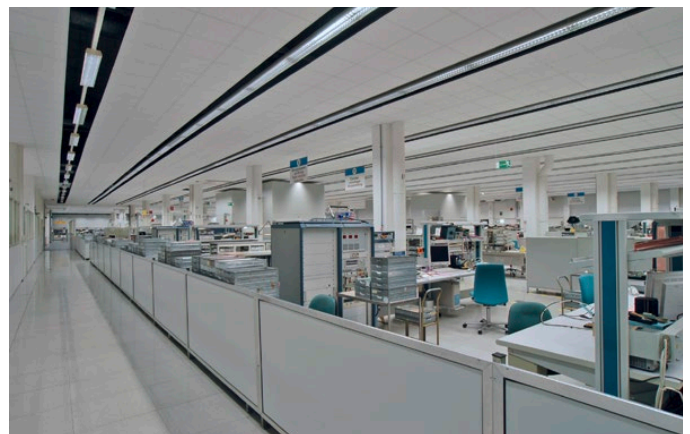
Das Messen elektrischer Größen in einem Energiesystem stellt eine der zentralen Aufgaben eines jeden Anlagenbetreibers dar. Über Strom- und Spannungswandler werden dazu die primärseitigen Strom- und Spannungswerte Messwertumformern, Zählern und anderen Messeinrichtungen zugeführt. Diese Geräte leiten die Messwerte in Form von DC-Signalen oder über Kommunikationsprotokolle an das Fernwirk- und Leitsystem weiter. Die Messergebnisse bilden die Basis für den Systembetrieb, die Erfassung des Energieverbrauchs für abrechnungstechnische Zwecke und auch für fallweise darüber hinausführende Analysen.

Die Anforderungen an die Genauigkeit der Messdaten hängen vom jeweiligen Verwendungszweck ab. Regelmäßige Funktionsprüfungen und Kalibrierungen der Messgeräte sind entweder durch verbindliche Normen und Vorschriften vorgegeben oder Teil eines festgelegten Qualitätssicherungskonzepts. Ob Power Quality-Messgeräte, Zähler, Messwertumformer oder sonstige Messinstrumente der täglichen Arbeit: Erst durch deren Kalibrierung, d.h. dem Vergleich gegen eine entsprechend präzise und zuverlässige Signalquelle für Strom und Spannung, werden die gemessenen Werte gültig und verlässlich.

Funktions- und Genauigkeitsprüfungen von Messgeräten sind nicht erst im Einsatz beim **Energieversorger** oder in **Industrieanlagen** erforderlich. Präzisionsmesstechnik begleitet Messeinrichtungen schon beim **Hersteller** von der Entwicklung über die Typprüfung, Zertifizierung und Serienprüfung in der Fertigung bis hin zur Inbetriebsetzung und Übergabe an den Endanwender.

Prüfgeräte, die im Bereich der Entwicklung und Fertigung eingesetzt werden, müssen oft besondere Anforderungen erfüllen. Diese betreffen beispielsweise das Zusammenspiel mit anderen Messsystemen oder die Einbindung in eine integrierte Prüfumgebung. Bei der Serienprüfung spielen Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit, Prüfautomatisierung, Datenübertragung und Dokumentation eine entscheidende Rolle.

Techniker in EVU und Industrie suchen Prüflösungen, die möglichst viele Anwendungen abdecken und einfach zu bedienen sind. Je breiter das Aufgabengebiet ist, umso mehr soll die Einsatzmöglichkeit einer Prüfeinrichtung nicht auf den Bereich des Kalibrierens von Messinstrumenten beschränkt bleiben, sondern sich auf alle Anlagenkomponenten der Sekundärtechnik – einschließlich der Schutztechnik – erstrecken.



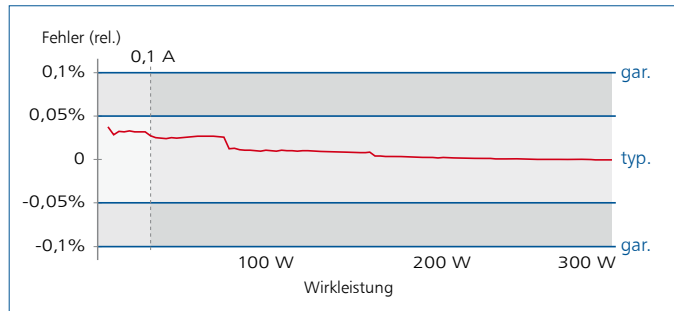
## Die Lösung

Die Kombination aus portabler, zuverlässiger und hochgenauer Geräte-Hardware und leistungsfähiger Software ist bei OMICRON-Geräten der Garant dafür, für jede noch so anspruchsvolle Prüfaufgabe die beste Lösung einsetzen zu können.

### CMC 256plus

Das CMC 256plus wurde als hochgenaue mehrphasige Signalquelle entwickelt und setzt in Verbindung mit der flexiblen Bediensoftware den Standard für das Prüfen und Kalibrieren von Messgeräten in elektrischen Energiesystemen. Gleichzeitig dient das Gerät auch zur Prüfung aller Arten von Schutzeinrichtungen, wodurch die gesamte Palette von Prüfaufgaben in der Sekundärtechnik mit einem einzigen Prüfsystem abgedeckt werden kann.

Die Hardware des CMC 256plus zeichnet sich neben der Vielseitigkeit vor allem durch seine extrem hohe Signalgenauigkeit und Langzeitstabilität aus.



Gemessene Genauigkeit der Ausgangsleistung eines CMC 256plus

Mit dem CMC 256plus steht ein präzises Werkzeug zur Verfügung, das ideal für die Kalibrierung von Elektrizitätszählern (4 Quadranten, Klasse 0.2), Messwertumformern, Power Quality-Messgeräten (gemäß IEC 61000), Phasor Measurement Units (PMUs), Messeinrichtungen in Leittechnikanlagen, Transientenrekordern oder anderen Messsystemen für elektrische Größen wie Spannung, Strom, Frequenz, Leistungen, usw. geeignet ist.



#### Leistungsmerkmale

- > Universeller Kalibrator und Schutzprüfeinrichtung in einem Gerät
- > Höchste Präzision, Qualität und Zuverlässigkeit
- > Einzigartige Prüffunktionen für manuelles und automatisches Prüfen mit komfortabler Erstellung von Ergebnisprotokollen
- > Speziell zugeschnittene Prüfmodule für Power Quality-Messgeräte, Zähler und Messwertumformer
- > Zählerprüfungen ohne zusätzlichen Referenzzähler möglich, die Signalquellen stellen selbst die Referenz dar
- > Spannungs- und Stromausgänge zu externer oder interner Referenzzeit synchronisierbar (typischer Fehler < 1  $\mu$ s)
- > Erweiterungsmöglichkeit auf 10-kanalige Analogmess- und Transientenrekorder-Funktionalität (EnerLyzer)

Diese Broschüre beschreibt den Einsatz von OMICRON-Prüflösungen für folgende Anwendungen:

Prüfen von Power Quality-Messgeräten.....	4
Prüfen von Elektrizitätszählern.....	5
Prüfen von Messwertumformern.....	6
Kalibrieren von Messgeräten.....	6
Prüfen von Phasor Measurement Units.....	7
Prüfen von Merging Units.....	7
Messen mit dem CMC und EnerLyzer.....	7
Prüfen von Stromwandlern.....	7

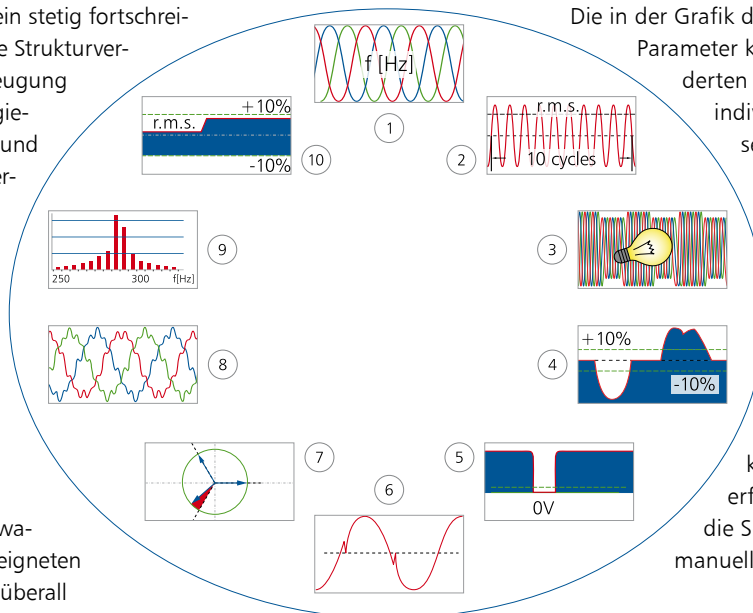


## Prüfen von Power Quality-Messgeräten

Steigender Energieverbrauch, ein stetig fortschreitender Ausbau der Netze sowie Strukturveränderungen in der Energieerzeugung haben zu Folge, dass die Energienetze anfälliger für Störungen und sogar großflächige Ausfälle werden. Nichtlineare Verbraucher können das Netz zusätzlich mit Oberschwingungen belasten. Die Signalqualität wird aufgrund der zunehmenden Empfindlichkeit elektronischer Verbraucher ein immer wichtigeres Thema für Versorger wie Verbraucher.

Die möglichst lückenlose Überwachung der Netzqualität mit geeigneten Messinstrumenten wird daher überall vorangetrieben. Die vorgeschriebene Arbeitsweise sowie die Genauigkeit der dafür eingesetzten Geräte (Klassen A, S und B) sind in der Norm IEC 61000-4-30 definiert. Vorwiegend wird dabei der Qualität der Spannung Aufmerksamkeit geschenkt. Es gibt jedoch auch den Strom betreffende Kriterien wie beispielsweise Harmonische oder Interharmonische.

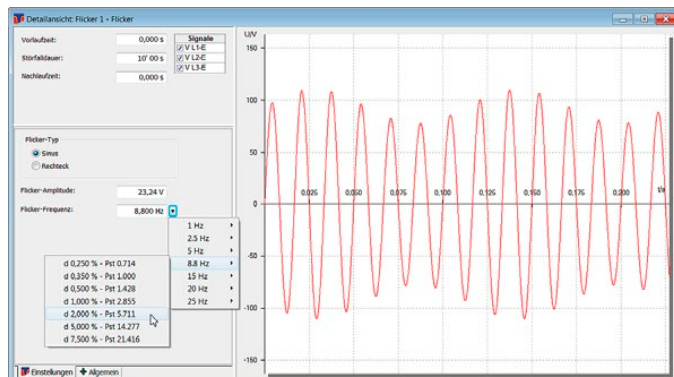
Mit dem Einsatz neuer Power Quality-Messgeräte geht die Forderung einher, deren Funktionen zu überprüfen und deren Genauigkeit zu verifizieren. Geräte der Klasse A stellen dabei die höchsten Anforderungen an die Genauigkeit eines Prüfgeräts. Die Prüfung läuft in der Regel dreiphasig ab, da z.B. Spannungsunsymmetrie nur mit einer dreiphasigen Quelle simuliert werden kann.



Die in der Grafik dargestellten Power Quality-Parameter können in der maßgeschneiderten Prüflösung von OMICRON individuell in umfassende Prüfsequenzen eingebaut werden. Statistikfunktionen von Power Quality-Messgeräten lassen sich damit auf einfache Weise überprüfen. Prüfpunkte können beliebig oft wiederholt oder Gruppen von Prüfpunkten in Schleifen durchlaufen werden. Sind Alarmkontakte vorhanden, kann die Prüfung automatisiert erfolgen. Ansonsten ermöglicht die Software die Eingabe von manuellen Bewertungen.

- 1... Netzfrequenz
- 2... Betrag der Versorgungsspannung
- 3... Flicker
- 4... Einbrüche und Überhöhungen der Versorgungsspannung
- 5... Spannungsunterbrüche
- 6... Transiente Spannungen
- 7... Spannungsunsymmetrie
- 8... Harmonische der Spannung (des Stroms)
- 9... Interharmonische der Spannung (des Stroms)
- 10... Schnelle Spannungsänderungen

Für Typ- und Zertifizierungsprüfungen bestehen spezielle Anforderungen: Komplexere, zuvor berechnete transiente Signalformen sollen genutzt werden, um beispielsweise die gegenseitige Beeinflussung verschiedener Power Quality-Parameter (Kap. 6 der IEC 61000-4-30: Range of influence quantities and steady-state verification) zu berücksichtigen. Weiters gilt es, Ergebnisdaten unter Nutzung spezifischer Datenprotokolle von Power Quality-Messgeräten einzubinden, automatisierte Soll/Ist-Vergleiche durchzuführen sowie die Eingangskanäle abzugleichen. Für solche spezifische Anwendungen ermöglicht die von OMICRON bereitgestellte offene Datenschnittstelle CM Engine die Entwicklung individueller Prüfabläufe mit höchster Flexibilität auf der Anwenderseite.



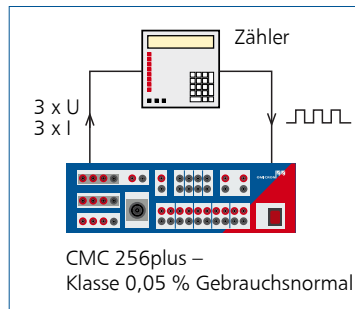
Die Lösung von OMICRON lässt das Prüfen von Power Quality-Messgeräten schnell und einfach werden. Sie bietet eine überzeugende mobile Alternative zu herkömmlichen Signalgeneratoren, welche dreiphasig praktisch nur im Labor verwendet werden können und Prüfungen vor Ort in Schaltanlagen oder Kraftwerken kaum zulassen.

Software Modul Power Quality Signal Generator: Detailansicht Flicker



## Prüfen von Elektrizitätszählern

Auf dem Gebiet der Zählerprüfung setzte OMICRON schon vor vielen Jahren einen neuen Standard. Das besondere bei der dabei angewandten Methode ist, dass auf Grund der Präzision der Spannungs- und Stromquellen der Prüfeinrichtung auf den Einsatz von Referenzzählern verzichtet werden kann und das Prüfgerät selbst zur Arbeitsreferenz wird.



Der erheblich einfachere Prüfaufbau macht das Vor-Ort-Prüfen damit wesentlich attraktiver. Inzwischen hat sich diese Lösung auf breiter

Basis durchgesetzt und bewährt. Die Stabilität der Spannungs- und Stromquellen wurde in Kontrollmessungen zur Untersuchung der Langzeitdrift über einen Zeitraum von mehr als zehn Jahren bestätigt. Mit einem zyklischen Kalibrieren des Prüfgeräts gegenüber einem höheren Mess-Normal kann die metrologische Rückführbarkeit auf den nationalen Standard sichergestellt werden.

Für hoch automatisiertes Prüfen ist die leistungsstarke Test Universe-Software für Windows PCs ideal für die Bedienung des CMC 256plus. Für schnelle manuelle Prüfungen kann das Prüfgerät über die flexible Frontbedieneinheit CMControl gesteuert werden.

### Test Universe

Die Bediensoftware des Prüfgeräts stellt verschiedene Prüfmodi wie Last-, Anlauf-, Leerlauf- oder Anzeigetest bereit. In automatisierte Prüfabläufe lassen sich Haltepunkte mit Instruktionen an den Prüftechniker einbauen, z.B. zum Wechseln des Tastkopfes von einer LED zur nächsten. Als Resultat liefert die Software eine Tabelle mit den Fehlerwerten und berechnet bei mehrfachen Durchläufen auch die Standardabweichung.

In der Prüftabelle steht jede Zeile für einen Prüfpunkt, der in einem der folgenden Modi ausgeführt werden kann:

- > Lastprüfung: Genauigkeit der Messeinheit (Zeit/Leistungs-methode)
- > Zählwerkprüfung: Genauigkeit des gesamten Zählers einschließlich Anzeige
- > Gesteuerte Zählwerkprüfung: Prüfung der internen Zählregister
- > Einspeisungsprüfung: Schnelltest (Verdrahtung, Laufrichtung)
- > Leerlaufprüfung: Kein Anlauf ohne Last
- > Anlaufprüfung: Anlauf bei geringer Last

Die Prüfung folgender Zählerfunktionen wird unterstützt:

- > Wh importierend und exportierend
- > varh importierend und exportierend
- > I<sup>2</sup>h und U<sup>2</sup>h (Last-/Leerlaufverluste von Transformatoren)
- > Qh

### CMControl

Für einfache Zählerprüfungen bietet die Frontbedieneinheit CMControl ein spezielles Prüfwerkzeug. Es umfasst die Kalibrierung der Wh- und varh-Messung in jeweils beide Lastrichtungen. In Kombination mit einem CMC 256plus ist so eine Kalibrierung von Zählern bis zur Genauigkeitsklasse 0.2 möglich. Zudem können mit dem CMControl auch Anlauf- und Leerlaufprüfungen durchgeführt werden, was eine Funktionsprüfung aller Arten von Zählern ermöglicht.

### Zubehör

Als Lösungsanbieter hat OMICRON für die Zählerprüfung ein umfassendes Zubehörangebot im Programm. Für die Abtastung der Impulse werden beispielsweise mehrere Tastköpfe angeboten:

- > Mit mechanischer Halterung zur Abtastung von Läuferscheiben elektromechanischer Zähler und LEDs von elektronischen Zählern.
- > Mit Saugnapf für alle elektronischen Zähler mit LED-Zählimpulsen. Der einzigartig kleine und leichte Abtastkopf kann bei rauen oder unebenen Flächen alternativ mittels Gummihafmasse fixiert werden.
- > Mit Permanent-Ringmagnet für die Erfassung von LED-Zählimpulsen, geeignet für die meisten elektronischen Zähler.

Anwender, die neben der Zählerprüfung auch für andere Prüfaufgaben wie beispielsweise der Schutzprüfung zuständig sind, profitieren durch die Vielseitigkeit der CMC-Prüfgeräte zusätzlich noch von den Synergiemöglichkeiten.

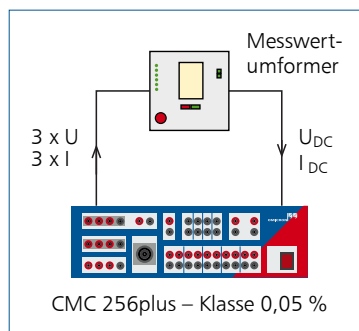


CMC-Prüfgerät mit Abtastkopf. Bedienung über CMControl oder Windows PC

## Prüfen von Messwertumformern

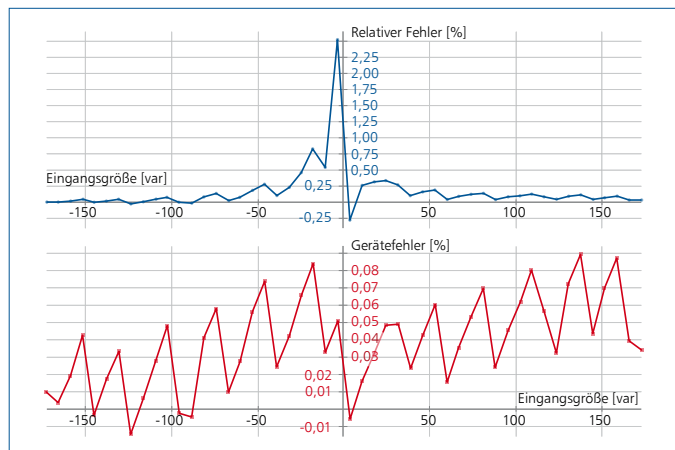
In Hoch- und Mittelspannungsnetzen bilden Messwertumformer das messtechnische Rückgrat für die Erfassung elektrischer Parameter. Schaltvorgänge oder die Anforderung zusätzlicher Kraftwerksleistung über die Leitstelle basieren auf diesen Messungen. Zur Gewährleistung der Messgenauigkeit sind turnusmäßige Kalibrierungen der in den Netzknoten über das ganze Netz verteilten Messwertumformer für Spannung, Strom, Frequenz, Phasenwinkel, etc. äußerst wichtig.

Besonders die Kalibrierung von Leistungs-Messumformern stellt an die Genauigkeit der Signalquelle sehr hohe Anforderungen. Die Prüfgeräte CMC 256plus und CMC 156 EP stellen jede gewünschte elektrische Eingangsgröße mit maximalen relativen Fehlern von typischerweise weniger als 0,05 % (bezogen auf den Einstellwert) zur Verfügung und eignen sich daher ideal für die zuverlässige Kalibrierung von Messwertumformern jeglicher Bauart.



Die auf diese Anwendung zugeschnittene Bediensoftware unterstützt das manuelle und automatisierte Prüfen von Umformern mit analogen Ausgangssignalen (z.B. 0-10 V oder 0-20 mA DC). Die Prüfungen werden dabei anhand von Prüftabellen mit einer Anzahl frei wählbarer Prüfpunkte durchgeführt.

Als Ergebnis liefert die Software ein Prüfprotokoll mit Grafiken der aus dem Soll/Ist-Vergleich errechneten Fehler über den gesamten Messbereich.



Fehlerdiagramme: % Fehler über den Bereich der Messgröße

Die Prüfung von Umformern neuerer Bauart, die nur mehr eine Datenschnittstelle besitzen, sowie von Signalübertragungsstrecken mit Fernanzeigen ist ebenfalls möglich. Die Messwerte der Umformer werden dabei vom Prüfer manuell in die Prüfpunktetabelle der Software eingetragen. Auf Basis der Messergebnisse erfolgt dann wiederum automatisch die Berechnung und Protokollierung der Fehler.

## Kalibrieren von Messgeräten

Das regelmäßige Kalibrieren der betriebseigenen Messmittel wie Multimeter, Leistungsmessgeräte, Stromzangen, usw. gehört heutzutage in vielen Unternehmen zum Standard. Werden Messmittel entsprechend der Vorgaben aus der Qualitätssicherung (meist basierend auf ISO 9000) in einem externen Labor kalibriert, so stehen diese – neben einem vielerorts beträchtlichen finanziellen Aufwand – dem Techniker oft lange nicht zur Verfügung.

Das CMC 256plus bietet alle Voraussetzungen, um damit zusätzlich zur Hauptanwendung des Geräts auch einen betriebsinternen, kostengünstigen und schnellen Kalibrierservice einzurichten. In Zeiten, in denen keine Turnusprüfungen anstehen, können interne Messmittel kalibriert werden. Dadurch lässt sich der Auslastungsgrad der Prüfeinrichtung erhöhen.

Die Funktionalität der Bediensoftware für die Messwertumformerprüfung eignet sich hervorragend für diese Aufgaben. Im manuellen Prüfmodus definiert der Benutzer zunächst die Prüfgröße, den zu prüfenden Bereich, die Anzahl Prüfpunkte sowie die zulässige Fehlertoleranz. Bei der Prüfung selbst wird der Prüftechniker von der Software durch die Prüfung geführt und bei jedem Prüfpunkt aufgefordert, den abgelesenen Wert einzugeben. Als Ergebnis liefert sie ein den üblichen Forderungen der Qualitätssicherung entsprechendes Protokoll, welches die Ergebnisse in tabellarischer und grafischer Form enthält.

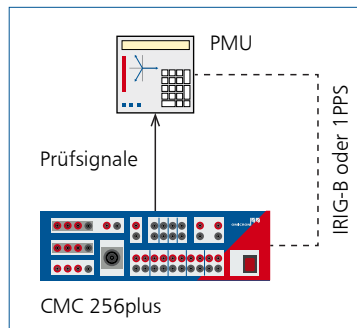




## Prüfen von Phasor Measurement Units

Klassische Schutzgeräte dienen dem Schutz einzelner Betriebsmittel wie Generatoren, Transformatoren, Leitungen oder Sammelschienen. Dafür reichen meist lokale Messwerte aus. Netzleitsysteme mit einer systemweiten Sicht auf die Vorgänge im Netz benötigen dagegen zur Sicherstellung der Netzstabilität dynamische Informationen über Leistungsflüsse und die Phasenlagen der elektrischen Größen an verschiedenen Netzknoten. Diese Messdaten können von Phasor Measurement Units (PMU) geliefert werden und eröffnen der Netzführung unter dem Stichwort Wide Area Monitoring Protection & Control (WAMPC) neue Anwendungsgebiete.

Die Prüfung von PMUs stellt hohe Anforderungen an die Amplituden- und Phasengenauigkeit eines Prüfgeräts, die durch den



Total Vector Error (TVE) beschrieben werden. Eine weitere Voraussetzung ist die Synchronität von Signalquelle und PMU, die durch Zeitsynchronisation über GPS oder IRIG-B erzielt wird. Über GPS- oder IRIG-B-Zusatzgeräte kann beim Prüfen mit einem CMC-Prüfgerät eine Synchronität

mit einer typischen Abweichung von  $1 \mu\text{s}$  erreicht werden. Die Prüfsignale sind dabei nicht nur zum Startzeitpunkt einer Prüfung (Trigger) synchron, sondern werden kontinuierlich gegenüber der Zeitreferenz nachgeführt.

## Prüfen von Merging Units

In IEC 61850-basierten Anlagen können Strom- und Spannungswerte von den Wandlern zu den Sekundärgeräten digital als Sampled Values übertragen werden. Merging Units (MU) erzeugen diesen Datenstrom, der aus den Abtastwerten der gemessenen Größen besteht. Dabei können Merging Units ihre Eingangsgrößen von herkömmlichen Strom- und Spannungswandlern, Rogowskispuhlen oder anderen unkonventionellen Wandlern beziehen.

Zur Prüfung einer Merging Unit mit einem CMC-Prüfgerät werden Strom- und Spannungssignale an den Prüfling ausgegeben. Die von der Merging Unit erzeugten Sampled Values-Datenströme können anschließend mit den Analoggrößen des Prüfgeräts verglichen werden, wodurch Amplituden- und Phasengenauigkeit der Merging Unit überprüft wird. Wie beim Prüfen von PMUs ist auch hier die Synchronität von Prüfgerät und MU sowie die Durchführung von statischen und dynamischen Prüfungen von großer Bedeutung.

Beim Einsatz in der IEC 61850-Umgebung können OMICRON-Prüfgeräte zudem GOOSE-Meldungen erzeugen und verarbeiten sowie Sampled Values zur Prüfung von IEDs (Intelligent Electronic Devices) wie Schutzrelais oder Zähler generieren.

## Messen mit dem CMC und EnerLyzer™

Neben der Verwendung als universelles Prüf- und Kalibrierwerkzeug für Messeinrichtungen lässt sich ein CMC 256plus mit der Software-Option EnerLyzer auch selbst als multifunktionales Spannungs- und Strommessgerät einsetzen. Die zehn Binäreingänge eines CMC 256plus können damit optional als Analog-Messeingänge in fünf Spannungsbereichen von 100 mV bis 600 V genutzt werden. Mittels Stromzangen oder Shunts können Strommessungen erfolgen, wodurch sich auch Winkelwerte,  $\cos \varphi$ , sowie Wirk-, Blind- und Scheinleistung ermitteln lassen.

EnerLyzer bietet folgende Mess-Modi:

- > Multimeter-Funktionalität
- > Online-Oberschwingungsanalyse
- > Transientenrekorder mit verschiedenen Triggerkriterien
- > Trend-Aufzeichnung über längere Zeiträume



## Prüfen von Stromwandlern

Die Parameter von Stromwandlern haben direkten Einfluss auf die Messgenauigkeit des Gesamtsystems. Mit OMICRONs CT Analyzer steht ein einzigartiges mobiles Gerät zur Verfügung, das auf effiziente Art die essentiellen Stromwandlerparameter (Übersetzungsverhältnis, Betrags- und Winkelfehler bei verschiedenen Bürden, Magnetisierungskennlinie, Wicklungswiderstand, transientes Übertragungsverhalten, etc.) ermitteln lässt. Durch seine geringe Größe sowie seine hohe Präzision stellt der CT Analyzer das perfekte Werkzeug für die Stromwandlerprüfung sowohl beim Hersteller als auch vor Ort beim Energieversorger dar. Die patentierte<sup>1</sup> Messmethode ermöglicht eine sehr rasche automatisierte Messung mit Protokollierung und gewährleistet höchste Bediener-sicherheit. Nähere Informationen dazu sind in der CT Analyzer-Broschüre zu finden (siehe Rückseite).

<sup>1</sup> EP1653238 B1, EP1398644 B1, US6987390 B2

**OMICRON** ist ein weltweit tätiges Unternehmen, das innovative Prüf- und Diagnoselösungen für die elektrische Energieversorgung entwickelt und vertreibt. Der Einsatz von OMICRON-Produkten bietet höchste Zuverlässigkeit bei der Zustandsbeurteilung von primär- und sekundärtechnischen Betriebsmitteln. Umfassende Dienstleistungen in den Bereichen Beratung, Inbetriebnahme, Prüfung, Diagnose und Schulung runden das Leistungsangebot ab.

Kunden in mehr als 160 Ländern profitieren von der Fähigkeit des Unternehmens, neueste Technologien in Produkte mit überragender Qualität umzusetzen. Niederlassungen in Europa, Nordamerika, Südostasien, Australien und im Nahen Osten, ein weltumspannendes Netz von Vertriebspartnern sowie etablierte Plattformen für den internationalen Erfahrungsaustausch stellen sicher, dass das breite und tiefe Anwendungswissen und der erstklassige Kundenservice allen Anwendern zur Verfügung steht.

Detailliertere Produktinformationen zu den in dieser Broschüre behandelten Messtechniklösungen und weiteren sekundärtechnischen Anwendungen sind in folgenden Druckschriften enthalten:



*Produktkatalog CM-Line  
(Sekundärtechnik)*



*Prüflösungen für die  
Schutztechnik*



*CT Analyzer*

Eine Übersicht der verfügbaren Literatur finden Sie auf unserer Webseite.