

# INBETRIEBNAHME- PRÜFUNG



**Strom- und Spannungswandler sind wichtige Komponenten im Gesamtsystem der Schutztechnik. Deshalb ist es wichtig, den Wandler nicht nur als einzelnes Betriebsmittel zu betrachten, sondern immer im Gesamtsystem zu prüfen.**

Advertorial

## Marcus Stenner

absolvierte seine Lehre zum Energieanlagen-elektroniker bei Miele. Nach erfolgreichem Abschluss 1999 studierte er bis 2004 Energietechnik an der FH Bielefeld. Seit 2004 ist er bei OMICRON tätig und war zuerst für die Inbetriebnahme und Prüfung von Schaltanlagen zuständig. Nach einem Ausflug in die Produktschulung übernahm er 2010 die Verantwortung für das Team Messen, Prüfen, Inbetriebnahme und kundenspezifische Prüfunterstützung.

Umspannwerk © OMICRON electronics GmbH

Ein guter Zeitpunkt für den Nachweis der korrekten Funktionalität von Strom- und Spannungswandlern ist die Inbetriebnahme. Leider steht bei der Inbetriebnahme zunehmend weniger Zeit zur Verfügung. Daher muss überlegt werden, wie die Wandler mit dem Schutzsystem hinreichend in einer angemessenen Zeit geprüft werden können. Dieser Artikel soll als Vorschlag eines Prüfplans gesehen werden, wie eine Inbetriebnahme bzw. Schutzsystemerneuerung aussehen könnte.

## WER DEFINIERT, WAS UND WIE GEPRÜFT WERDEN MUSS?

Um eine gleichbleibende Prüfqualität und Vergleichbarkeit zu gewährleisten, sollte der Umfang der Prüfung sowie die Art der Durchführung vom Anlagenbetreiber in einer Richtlinie vorgegeben und kontrolliert werden. Hat der Anlagenbetreiber keine Richtlinie vorliegen, kann der Leitfaden des Forum Netztechnik Netzbetrieb (FNN) zur Orientierung dienen.

In diesem Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen von 2009 wird eine Empfehlung ausgegeben, wie Wandler während der Inbetriebnahme geprüft werden können:

- Vergleich der Typenschildangaben mit den geforderten Werten
- Isolationsprüfung zum Nachweis, dass Isolationswerte der einzelnen Kerne gegen Erde und gegeneinander eingehalten werden
- Überprüfung der Beschaltung und Übersetzung der einzelnen Stromwandlerkerne, möglichst mittels Primäreinspeisung des Wandlers
- Wickelsinnprüfung, soweit die Überprüfung durch Einsichtnahme in die Werksprüfprotokolle des Wandlerherstellers nicht möglich ist
- Messung der Betriebsbürde
- Messung der Innenbürde, falls nicht bekannt.

Dieser Vorschlag zur Prüfung der Stromwandler und Stromwandlerkreise folgt der FNN-Empfehlung. Im Falle eines Fehlers gilt diese als anerkannter Stand der Technik und bietet so dem Prüfer ein gewisses Maß an Rechtssicherheit.

## VORGESCHLAGENER PRÜFABLAUF EINES STROMWANDLERS

Die Aufnahme des Typenschildes ist wichtig, da dieses in allen Prüfprotokollen zur Identifizierung des Prüflings dient. So können falsch

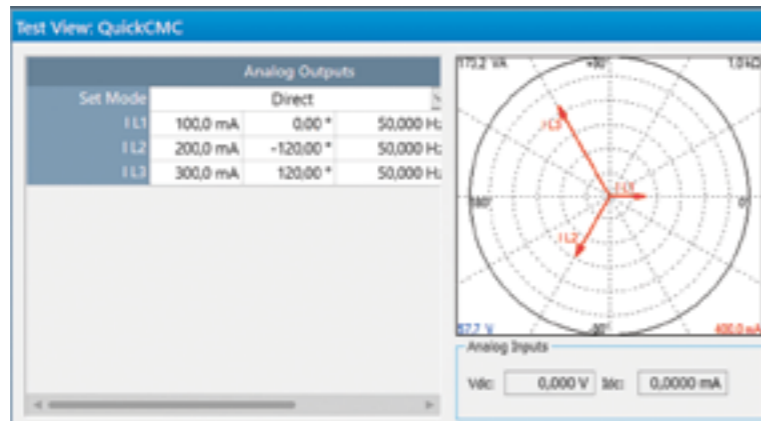


Abb. 1 Unsymmetrische Einspeisung mit dem QuickCMC

verbaute Wandler bereits durch den Vergleich der Typenschilddaten mit den Schalt- bzw. Anlagenplänen gefunden werden. Zu diesem Zeitpunkt macht es Sinn, die Einbaulage des Stromwandlers (Richtung P1 und P2) mit dem einphasigen Stromlaufplan zu vergleichen. Weist der Stromwandler eine primäre Verlaschung des Übersetzungsverhältnisses auf, sollte auch diese überprüft werden, bevor man mit den Messungen beginnt.

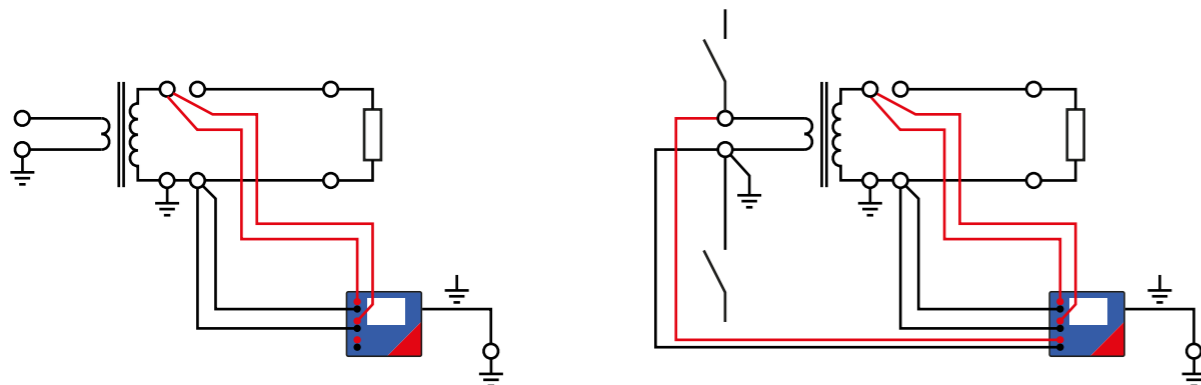
Als nächsten wichtigen Schritt empfehle ich die Einspeisung von unsymmetrischen Stromwerten, z.B. 100 mA, 200 mA, 300 mA, mit Hilfe eines Schutzprüfgeräts (Abb. 1), um die richtige Verdrahtung vom Wandlerklemmenkasten zum Schutzgerät zu gewährleisten. Die Kontrolle

der Werte kann über das Display oder mit der Stromzange am Gerät durchgeführt werden.

Die Isolationsmessung wird wie in der FNN-Empfehlung beschrieben durchgeführt. Die Messung des Isolationswiderstands führe ich mit einem Isolationsmessgerät mit 1000 VDC für max. 10 Sekunden pro Kern bzw. Leitung durch. Die Isolation der Kerne wird gegen Erden (hierfür muss die sekundäre Erdung an den Wandlerkernen aufgehoben werden) und alle Kerne werden gegeneinander gemessen. Des Weiteren sollte auch die sekundäre Verdrahtung auf einen guten Isolationswiderstand geprüft werden. Der Isolationswiderstand kann ab einem Wert von 100 MΩ als gut befunden werden. Nach der Messung können diese Kerne

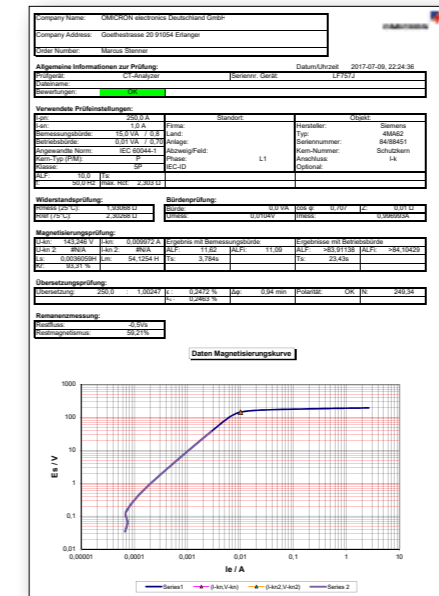
Abb. 2 ↙ Anschlusschema zur Betriebsbürdenmessung

Abb. 3 ↘ Anschlusschema zur Wandlermessung



Advertorial

Abb. 4 Beispiel eines Prüfberichts

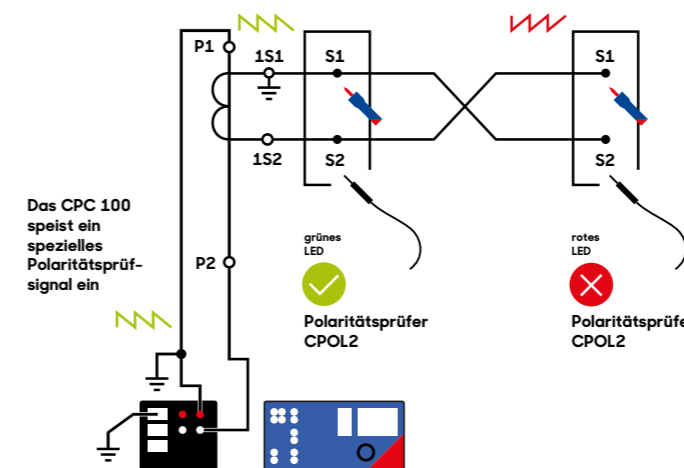


und die Kabel aufgeladen sein, daher sollten diese kurz geerdet werden. Die Überprüfung des Übersetzungsverhältnisses, Wickelsinns, der Betriebsbürde und Innenbürde können sowohl mittels Primäreinspeisung (z.B. mithilfe von OMICRONs CPC 100) als auch mittels Sekundäreinspeisung durchgeführt werden.

Die Prüfung mittels Sekundäreinspeisung (z.B. CT Analyzer von OMICRON) wird in zwei Prüfschritten durchgeführt. Im ersten Schritt wird auf der Bürdenseite des Sekundärkreises gemessen (Abb. 2).

Abb. 5 Verdrahtungsprüfung mit dem CPOL2

Im zweiten Schritt muss an der Wandlerseite des Sekundärkreises umverdrahtet werden (Abb. 3).



Durch die Verwendung des CT Analyzers kann die Prüfdauer auf ca. 5 Minuten pro Kern reduziert werden. Ein weiterer Vorteil der Prüfung mit dem CT Analyzer ergibt sich bei der automatischen Bewertung im Prüfbericht – vorausgesetzt, alle geforderten Daten vom Typenschild werden in die Prüfvorlage des CT Analyzers eingegeben.

**AUSWERTUNG DER STROMWANDLER-PRÜFUNG**

Die Bewertung umfasst die Gegenüberstellung der gemessenen Werte mit den in der entsprechenden Norm vorgegebenen Werten. Als Prüfer schaue ich mir die Ergebnisse an und mache eine Querkontrolle mit einem ähnlichen Kern aus einer anderen Phase oder Feld. Mit der Messung der Magnetisierungskennlinie kann auf einfachem Weg die richtige Kernzuordnung nachgewiesen werden.

**NACH DER PRÜFUNG – SCHLUSSKONTROLLE**

Nach der Prüfung müssen alle Erden erneut angeschlossen und die Stromkreise wieder geschlossen werden. Zur Kontrolle führe ich im Anschluss noch eine Primäreinspeisung mit ca. 50 % des Nennstromes durch und überprüfe bei allen verbaute Geräten am Display die Messwerte. Mit Hilfe eines Polaritätsprüfgeräts und der Einspeisung eines Rechtecksignals kann mit demselben Messaufbau mit Primäreinspeisung sehr leicht ein Verdrahtungsfehler bis zum Schutzgerät gefunden werden. Der Vorteil des Rechtecksignals liegt in der Vermeidung des Aufsättigens des Stromwandlers im Vergleich zur alten konventionellen Batteriemethode (Abb. 5).

Die Auswertung und Dokumentation der Prüfung wird durch den automatisch generierten Prüfbericht erleichtert und spart somit viel Zeit (Abb. 4). Die am häufigsten gefundenen Fehler sind:

- Verdrahtungsfehler (vertauschte Phasen)
- Mehrfach-Erdung der Stromkreise
- Isolationsfehler aufgrund nicht fachgerechten Absetzens von Kabeln (einschneiden in die einzelnen Adern)
- Überbürdung der Schutzkreise
- Falsche Einbaulage der Stromwandler bzw. einzelner Stromwandlerkerne
- Anschluss von Messgeräten an Schutzwandlerkerne und umgekehrt





**Abb. 7 Signalkurvenvergleich mit OMICRONs DANE0 400**



**Abb. 6 Prüfung mit dem CPC 100, bei der der Prüfstrom durch einen konventionellen und durch einen nichtkonventionellen Wandler getrieben wird**

#### AUSBLICK – NEUE WANDLERTYPEN

Mit Einzug von nichtkonventionellen Wandlern, auch bekannt als optische Wandler, der Messwerterfassung konventioneller Wandler durch Merging Units und der digitalen Messwertverteilung auf Prozessbusse ändert sich auch das Prüfen von Stromwandlern. Viele der oben genannten Prüfungen können nicht mehr durchgeführt werden.

Die Stromwandler können nur noch durch Primäreinspeisung überprüft werden, da die Stromwandler nur noch digitale Werte – sogenannte Sampled Values – ausgeben und keine analogen Sekundärgrößen. Mit dem CPC 100 kann der Primärstrom ausgegeben und der Sampled-Values-Stream direkt über die Ethernet-Schnittstelle im Prüfgerät zurückgelesen werden. Dies ermöglicht die Messung des Übersetzungsverhältnisses, der Polarität und Winkelfehler des optischen Stromwandlers.

In **Abb. 6** sieht man eine Prüfung mit dem CPC 100, bei der der Prüfstrom durch einen konventionellen und durch einen nichtkonventionellen Wandler getrieben wird. Zur Kontrolle, ob die Sampled Values im Prozessbus richtig projiziert wurden, haben wir die Sampled-Values-Streams beider Wandler mit dem DANE0 400 aufgezeichnet und verglichen. Dadurch konnten wir erkennen, dass die resultierende Signalform des nichtkonventionellen und konventionellen Wandlers in Betrag und Phase gleich waren. Wohingegen in der Betrachtung der harmonischen Komponenten Unterschiede zu erkennen sind.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Durch den dargestellten Prüfplan konnte eine gleichbleibende Prüfqualität und Dokumentationstiefe mit einem sehr geringen Zeitaufwand während der Prüfung erreicht werden. Mit dem vorgefertigten Prüfbericht konnte auch der Aufwand für die zusammenfassende Dokumentation verringert werden.

Dieser Prüfplan ist als Empfehlung zu sehen und als eine Einladung, um über Alternativen zu diskutieren. Sollten Sie als Leser Fragen, Anmerkungen oder Verbesserungsvorschläge haben, würde ich mich freuen, mit Ihnen darüber zu diskutieren.