

## AP 4.6 Anbindung von PMU / Monitoring an die Netzbetriebsführung

Im vorbereitenden Arbeitspaket (AP 3.3) wurde der Aufbau eines umfassenden Monitoringsystems mittels Phasor Measurement Units (PMUs) beschrieben. Jede der Messeinheiten sendet Messdaten, welche gut organisiert gespeichert und visualisiert werden mussten. Mit dem Ziel der Nutzung ausgewählter Messdaten, wie der momentanen residualen Last oder der Ausprägung der Netzfrequenz, wurde in diesem Arbeitspaket ein Werkzeug entwickelt, mit dem die Anbindung des umfassenden PMU-Messsystems an das virtuelle Kraftwerk realisierbar ist. Im ersten Schritt wurde dazu die informationstechnische Einbindung des PMU-Messsystems in das virtuelle Kraftwerk vorbereitet, indem die Messeinheiten mit einem PMU-Client-basiertem Konzept zur Speicherung und Übertragung der Messdaten ausgestattet wurde. Der PMU-Client zum Auslesen und Speichern der PMU-Messdaten sowie die Webanwendung zur Visualisierung wurden in der Programmiersprache C# geschrieben, wobei für die Webanwendung die ASP.NET-Technologie zum Einsatz kam. Da es notwendig war, Datenbank-Befehle vor der Implementierung in das eigentliche Programm (Webanwendung) zu testen, wurden Datenbankabfragen (SQL) realisiert. Neben kleineren Tools zum Testen von Programmabläufen wurde außerdem eine Anwendung programmiert, welche es erlaubt, in Form einer Desktop-Applikation auf die Datenbank (mit den gespeicherten PMU-Messdaten) zuzugreifen und diese zu visualisieren. Hier wurde eine Zugangsbeschränkung zu den einzelnen Messdaten eingerichtet, um einen autorisierten Zugriff in 3 Sicherheitsstufen zu realisieren. Öffentliche Nutzer können sich über die momentane Netzfrequenz informieren, während registrierte Nutzer (z. B. aktive Teilnehmer am Projekt) zusätzlich Information über Spannung und Stromstärke erhalten. Der Administrator (Netzbetreiber) verfügt über den Zugang zu allen gemessenen Größen. Ihm ist darüber hinaus die Konfiguration der PMU-Geräte vorbehalten.

Die Analyse des Netzbetriebes setzte die Definition und die Durchführung von Testläufen voraus. Dieser Schritt erforderte im Einzelnen die Prüfung der Messwertbeträge, der Phasorenausrichtung (im Vergleich zwischen den einzelnen Messstellen) und der Phasenfolge an den PMUs – entweder vor Ort am entsprechenden Umspannwerk oder im Online-Modus mittels Web-Applikation bzw. per Fernzugriff. Bei Bedarf wurden erforderliche Anpassungsmaßnahmen vollzogen, wie z. B. die Änderung der Phasenfolge in betroffenen PMU-Messanschlüssen oder die Anpassung von PMU-internen Übersetzungsfaktoren für die gekoppelten Strom- und Spannungswandler. Die ereignisorientierte Messdatenauswertung erfolgte für das gesamte Messsystem mit 10 PMUs. Für die separate Messung kam ein Netzanalysegerät zum Einsatz. Es wurden Messdaten aus 9 Monaten Aufzeichnungsdauer mit insgesamt 711 Mio. Messpunkten anhand geltender Normen und Standards ausgewertet.

Darüber hinaus fand ein Vergleich der Datenaufbereitungen innerhalb der verschiedenen erarbeiteten Datenspeicherungsalgorithmen statt. Anhand von Spannungsereignissen wurde die Abhängigkeit vom Messstandort, von der Auslese- bzw. Visualisierungssoftware und von der Messgerätetechnologie untersucht, verifiziert und verglichen. Für gemessene Ereignisse wurden Erklärungsansätze für deren Entstehung und Verbreitung gegeben. Darüber hinaus besteht weiterhin der Bedarf an einer detaillierten wissenschaftlichen Analyse dieses Sachverhaltes.

Zum Zweck der Optimierung und Parametrierung wurde ein Fernzugriff mittels einer ID-basierenden RemoteAccess-Software zu jeder Messeinheit eingerichtet. Umspannwerksintern wurden die PMU-Steuerrechner vernetzt und der Zugriff untereinander per Windows Remote Desktop ermöglicht. Die SQL-Datenbank mit entsprechend gespeicherten PMU-Messdaten ist für den autorisierten Zugriff bzw. das Auslesen der Messwerte eingerichtet.