

Die Beobachtung der Spannungsqualität (engl. Power Quality) hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Einerseits ist der Netzbetreiber durch die EN50160 verpflichtet eine gewisse Power Quality zu garantieren und andererseits gibt die Entwicklung der Power Quality Informationen über den Zustand des Netzes. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Methode entwickelt, die Spannungsqualität mittels eines einzelnen repräsentativen Wertes zu quantifizieren, dem PQ-Index.

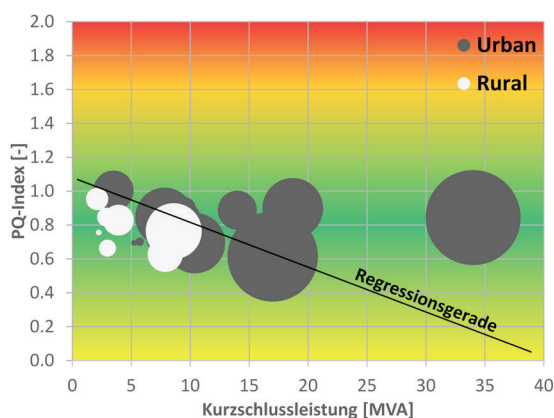
Ausgangslage

Der Begriff Power Quality (PQ) umfasst Parameter wie Spannungsschwankungen, Flicker, Unsymmetrie und Oberschwingungen. Um einerseits die Überwachung wie auch den Vergleich der Powerquality innerhalb eines Netzes sowie Netzübergreifend zu vereinfachen, besteht das Interesse, diese Parameter zu einem einzelnen repräsentativen und stabilen Wert zusammenzufassen, einem PQ-Index.

Realisierung und Ergebnisse

Methodik: Unter Berücksichtigung der jeweiligen Grenz- und Durchschnittswerte werden alle PQ-Parameter in ein gemeinsames Bezugssystem gebracht und anschliessend nach den Bedürfnissen des Netzbetreibers individuell bewertet und gewichtet, bevor diese dann zu einem Index zusammengefasst werden. Der PQ-Index setzt sich aus drei Teilindizes zusammen die einerseits die mittlere Spannungsqualität, den schlechtesten PQ-Parameter sowie eine Kombination aus beidem aufzeigen.

DISQ: Um den PQ-Index zu berechnen und zu analysieren wurde die Python basierte Software «DISQ» entwickelt. Mittels DISQ können PQ-Messdaten von beliebigen PQ-Messgeräten als csv-Datei importiert werden, worauf DISQ den PQ-Index berechnet und grafisch darstellt.



PQ-Index für die mittlere Spannungsqualität in Abhängigkeit der Kurzschlussleistung und Belastung.

Datenanalyse: Im Rahmen zweier Messkampagnen wurde in mehreren urbanen sowie ruralen Netze die Lastflüsse, PQ-Parameter sowie Kurzschlussleistungen (S_k) an diversen Netzknoten gemessen. Mit der Statistiksoftware R wurde anschliessend ein Regressionsmodell erstellt, mit dessen Hilfe sich der PQ-Index anhand der S_k - und Belastungswerte auf beliebige Netzknoten extrapolieren lässt. Mittels DISQ wurden zudem die Langzeitdaten von verschiedenen Netzbetreibern ausgewertet. Dabei zeigt sich anhand des Indexes, dass sich die durchschnittliche Spannungsqualität in den letzten Jahren bis auf einzelne Ausreisser nicht verändert hat.

ZNPlight: Das von der BFH entwickelte Excel-basierte Netzberechnungstool ZNPlight wurde um diverse Funktionalitäten hinsichtlich des PQ-Indexes weiterentwickelt. So wurde eine Funktion ergänzt, welche anhand des entwickelten Regressionsmodells für jeden Netzknoten eine Abschätzung des PQ-Index ausgibt.

Modellierung: Eines der gemessenen Netze wurde mittels der Netzanalysesoftware PowerFactory von DiGSILENT modelliert. In insgesamt sieben Szenarien wurde damit unter anderem der Einfluss verschiedener Netztopologien, Laständerungen, PV-Anlagen, Wärmepumpen und Oberschwingungsfilter auf die Spannungsqualität, resp. den PQ-Index, analysiert.

Ausblick

Die Berechnung des PQ-Index mit der Software DISQ sowie dessen Abschätzung und Extrapolation in ZNPlight bieten dem Netzbetreiber zusätzliche unterstützende Hilfsmittel bei der Netzplanung in Fragen hinsichtlich der Spannungsqualität.

Die Extrapolation des PQ-Index mittels eines Regressionsmodells ist jedoch nur so genau, wie die dem Modell zugrunde liegende Datenmenge. Um das erstellte Regressionsmodell zu optimieren, und somit auch die Aussagekraft der geschätzten PQ-Indizes in ZNPlight weiter zu erhöhen, muss die Datengrundlage mit zusätzlichen Messungen erweitert werden.



Lukas Jonas Heiniger
077 530 36 56
l.j.heiniger@gmail.com