

Implementation of Quasi-static time series simulations for analysis of the impact of electric vehicles on the grid

Die bisherige Zunahme der Verkäufe von Elektroautos verstärkt die Nachfrage nach elektrischer Energie, wodurch die täglichen Lastkurven neu geprägt werden. Falls in naher Zukunft keine Anpassungen an den aktuellen Niederspannungsverteilungsnetzen vorgenommen werden, ist es wahrscheinlich, dass die Normen der Spannungsabweichung überschritten werden sowie Überlastungen der Kabelleitungen auftreten.

In dieser Bachelor-Thesis werden unsymmetrische und symmetrische Auswirkungen der Ladevorgänge von Elektroautos in zwei Niederspannungsnetzen der Stadt Winterthur in der Software DigSILENT PowerFactory simuliert und deren Resultate untersucht. Im Speziellen werden symmetrische last- und spannungsbezogene Effekte für das umfangreiche Netz und unsymmetrische Effekte für das vereinfachte Netz betrachtet. Basierend auf der vorangegangenen Projektarbeit wurde für die Bewertung von Elektroauto-Ladeauswirkungen eine synthetische Ladekurve verwendet, sodass eine universelle Betrachtung ermöglicht werden konnte. Demnach wurden die genannten Lastkurven quasi-zufällig an den vorhandenen Hausanschlusspunkten im Netz zugewiesen und quasi-statische Zeitreihensimulationen für die Dauer eines Jahres durchgeführt. Somit liefert diese Arbeit Resultate, welche einen Einblick in die maximale Anzahl von Ladestationen in Niederspannungsverteilnetzen bietet und stellt folglich eine Entscheidungshilfe für Verteilnetzbetreiber zur Verfügung.

Im Wesentlichen zeigen die Resultate, dass das umfangreiche Niederspannungsnetz innerhalb der Limitierungen von Stadtwerk Winterthur arbeiten wird, falls der Anteil von Elektroautos unter 10 % liegt. Sobald sich jedoch ein Anteil von knapp unter 12 % einstellt, wird die Stadtwerk Winterthur-Limitierung verletzt. Darüber hinaus werden mit einem Anteil von 20 % die Grenzwerte der Spannungsabweichung durch die EN50160 in 99 % der Fälle eingehalten. Schliesslich, wenn ein Anteil von 60 % erreicht wird, werden die Transformatoren gelegentlich zu 100 % belastet, was zu einer verstärkten Alterung der Komponenten führen kann. Andererseits deuten die Erkenntnisse über die unsymmetrischen Zustände im vereinfachten Netz darauf hin, dass in der Praxis die Überlastung einzelner Phasen durch einphasige Ladevorgänge von Elektroautos wahrscheinlich ist, was folglich die Anschlussmöglichkeiten von Ladestationen beim Kunden zusätzlich reduzieren kann. Darüber hinaus wird die Implementierung von Ladegeräten mit der Möglichkeit der Phasenlastregelung empfohlen.



Diplomierende
Cyril Armand Allenspach
Reto André Högger

Dozierende
Artjoms Obusevs
Petr Korba

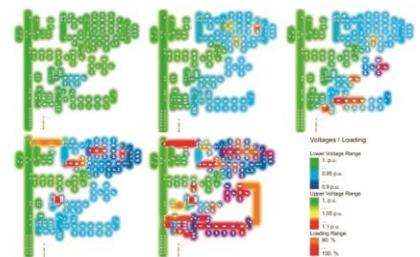


Abbildung 1 – Heatmap bzgl. Spannung und Auslastung vom erweiterten Niederspannungsnetz von fünf Simulationen bei einem Ladestationen-Anteil von 0 %, 8 %, 10 %, 12 % und 20 % (von oben links nach unten rechts)

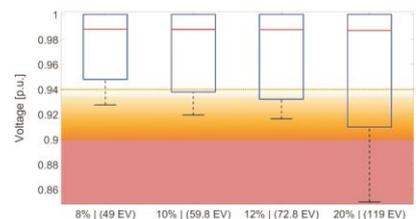


Abbildung 2 – Statistische Spannungswerte in Form von Kasten-diagrammen, wobei 99 % der Werte innerhalb der Rechtecke sind. Farbliche Darstellung des Spannungswarnbereichs gemäss Stadtwerk Winterthur (orange) und EN 50160-Limitierung (rot)