

Power Quality Messung und Netzimpedanzmessung zur sicheren Planung und für den Betrieb von Ladeparks und Solarparks

In der Niederspannung werden immer mehr Ladestationen und PV-Anlagen errichtet und in Betrieb genommen. „Das Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur enthält 75.643 Normalladepunkte und 17.029 Schnellladepunkte, die am 1. Juni 2023 in Betrieb waren. An den Ladepunkten können gleichzeitig insgesamt 3,18 GW Ladeleistung bereitgestellt werden“ [1].

Ebenfalls ist die Nutzung der Sonne zur Stromerzeugung sowohl in Unternehmen als auch in privaten Haushalten gestiegen. „Wie das Statistische Bundesamt (Destatis) mitteilt, waren im März 2023 auf Dächern und Grundstücken hierzulande gut 2,6 Millionen Photovoltaikanlagen mit einer Nennleistung von insgesamt rund 70 600 Megawatt installiert“. Das entspricht einer Zunahme der installierten Leistung um 21 % [2].

Ein Referenzprojekt der Elektromobilität in Deutschland ist die Errichtung des EnBW Schnellladeparks Kamener Kreuz, welches seit Dezember 2021 in Betrieb ist. Diese E-Tankstelle besteht aus 52 ultraschnellen „high power charging“ (HPC) Ladepunkten. Eine weitere Besonderheit dieses Ladeparks ist die Überdachung mit PV-Modulen, welche zur Stromversorgung beitragen.



Abbildung 1. EnBW Schnellladepark Kamener Kreuz
(52 ultraschnelle HPC-Ladepunkte)

Zukünftig werden immer mehr PV-Anlagen und Ladepunkte im Netz angeschlossen werden. Es gibt verschiedene Anschlussrichtlinien, nach der die Netzverträglichkeit bewertet wird. Ab vordefinierten Anschlussleistungen wird eine detaillierte Beurteilung u.a. der Netzurückwirkungssituation durchgeführt, die durch den Anschluss der neuen Anlagen entsteht. In diesen Fällen ist eine detaillierte Beurteilung der Netzurückwirkungssituation in der Planung empfehlenswert. Dieser Beitrag erläutert, warum eine **Power Quality Messung** und eine **Messung der Netzimpedanz** bei der Planung und für den Betrieb von Ladeparks und Solarparks wichtig ist.

Die Abbildung 2 zeigt eine Netzsituation, bei der ein Ladepark und ein Solarpark über einen Transformator an das Mittelspannungsnetz angeschlossen sind. Durch den Betrieb von Ladeparks als auch von Solarparks entstehen Oberschwingungsströme. Abhängig von der Amplitude dieser Ströme und von der frequenzabhängigen Netzimpedanz, kann den Betrieb von dieser Art von Anlagen zur Verzerrungen in der Spannung am Netzverknüpfungspunkt (NVP) führen. Somit können NetZRückwirkungen entstehen, welche den sicheren Betrieb von Geräten und Maschinen anderer Anschlussnehmer beeinträchtigt. Es ist ein Ziel der Netzplanung eines Energieversorgers, die Netzverträglichkeit der anzuschließenden Anlagen zu sichern. Aus diesem Grund stellen Netzqualitätsmessungen und Messung von frequenzabhängigen Netzimpedanzen wichtige Instrumente dar, um detaillierte Beurteilungen durchzuführen.

Das folgende Fallbeispiel illustriert die Nutzung von [Power Quality Messungen](#) und [Netzimpedanzmessungen](#) als Instrumente zur Beurteilung von NetZRückwirkungen.

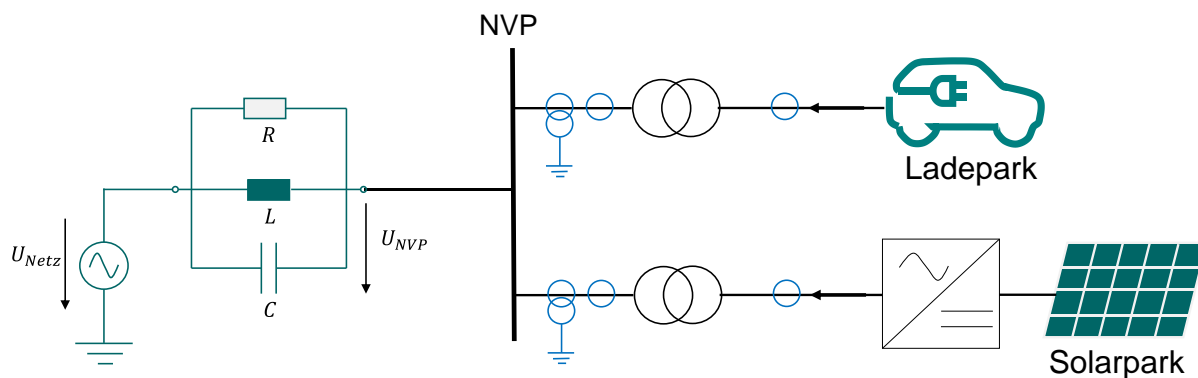


Abbildung 2. Schematische Darstellung einer typischen Netzsituation
(Ladepark und Solarpark, die über einen Transformator ans Mittelspannungsnetz angeschlossen sind)

Die Beurteilung von NetZRückwirkungen durch den Betrieb von Ladestationen im gewerblichen Bereich zeigen wir nun an einem Fallbeispiel.

Bei Messungen in Industrieunternehmen sehen wir häufig Spannungen und Ströme, die nur grob einem idealen Sinus ähneln. Aus diesem Grund zeigen wir gerne typische Stromverläufe ausgewählter Verbraucher/Lasten, um anhand dessen mögliche NetZRückwirkungen zu erörtern. So ist in der folgenden Abbildung 3 der Strom dargestellt, den wir bei einem Kunden beim Laden von dessen Elektroautos gemessen haben. Die Sinus-Schwingung weist sowohl deutliche Dellen auf, die durch niederfrequente Oberschwingungen (5. und 7. Harmonische) resultieren. Beim näheren Hinsehen ist eine Art „Rauschen“ in dem Zeitverlauf (speziell in den Spitzen) zu erkennen, das von sehr hochfrequenten Stromanteilen kommt. In der Regel lassen sich die NetZRückwirkungen der Ladeinfrastruktur von Elektroautos (beim AC-Laden die Ladeelektronik im E-Auto, beim DC-Laden die Ladesäule) in diese beiden Oberschwingungskategorien (niederfrequente und hochfrequente Oberschwingungen) unterteilen. Zur Beurteilung der Oberschwingungssituation wird eine Power Quality-Messung durchgeführt, in der Regel bis 2,5 kHz (50. Ordnung).

Aufgrund der Tatsache, dass die Umrichter, die in der Elektromobilität Anwendung finden, durch das Schalten von IGBTs hochfrequente Ströme aussehen, empfiehlt sich bei dieser Art von Anwendung ebenfalls die sogenannten Supraharmonischen zu messen. Die Supraharmonischen sind Oberschwingungen im Frequenzbereich von 2 kHz bis 150 kHz.

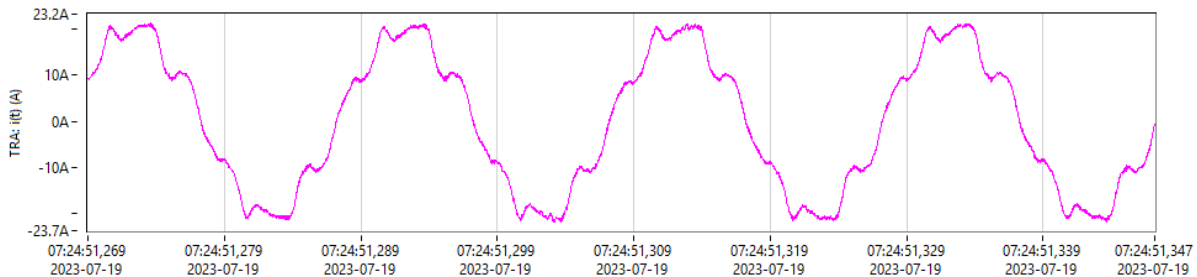


Abbildung 3. Charakteristischer Strom von Elektroauto-Ladeinfrastruktur

Um vor der Installation einer neuen Ladeinfrastruktur beurteilen zu können, ob unzulässige Netzurückwirkungen (Beeinflussung der Netzspannung) entstehen werden, benötigt man die emittierten Oberschwingungsströme (nieder- und hochfrequente Oberschwingungen) und die Netzimpedanz bzw. die Kurzschlussleistung bei diesen Frequenzen. Die emittierten Oberschwingungsströme liegen beim Hersteller der Ladeinfrastruktur vor oder können anhand der bekannten Oberschwingungscharakteristik eingeschätzt werden. Die Kurzschlussleistung bzw. die Netzimpedanz bei der 50 Hz-Netzfrequenz ist häufig bekannt, sodass die Netzurückwirkungen bei dieser Frequenz bestimmt werden können. Unbekannt ist jedoch die Netzimpedanz bei hohen Frequenzen, da sich diese von der Netzimpedanz bei 50 Hz unterscheidet.

Die

Abbildung 4 zeigt den Verläufe der Netzimpedanz, welche wir an drei unterschiedlichen Standorten gemessen haben. Bei der 50 Hz-Netzfrequenz liegt die Netzimpedanz typischerweise im Bereich zwischen 0,1 Ω und 1 Ω . Wie die Abbildung zeigt, nimmt die Netzimpedanz bei höheren Frequenzen zu. So kann die Netzimpedanz bei 60 kHz schon Werte von 5 Ω annehmen. Zusätzlich entstehen Extremstellen mit deutlich höheren Impedanzwerten (über 15 Ω), wenn Resonanzen in der Netzimpedanz vorhanden sind.

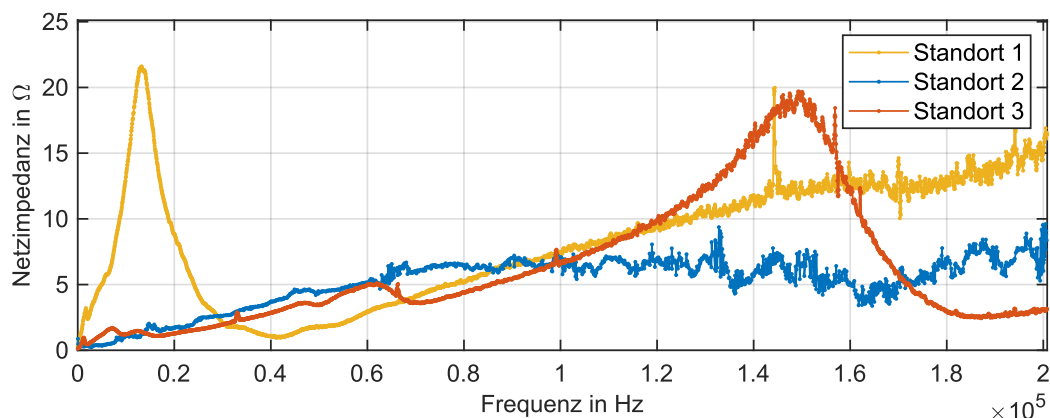


Abbildung 4. Unterschiedliche Verläufe der Netzimpedanz bei Frequenzen bis 200 kHz an drei verschiedenen Standorten

Durch eine **Messung der Netzimpedanz** kann vor der Installation der Ladeinfrastruktur die Impedanz am Anschlusspunkt bestimmt werden, um die Rückwirkungen der Ladeinfrastruktur bei den kritischen Frequenzen im Vorfeld einschätzen zu können. Eine Messung der Power Quality (inkl. Supraharmonische) sowohl vor und nach der Inbetriebnahme von Ladeparks dient als Nachweis, dass durch den Betrieb des Ladeparks keine ungewünschte Anregung von Frequenzen oder Verletzung von Grenzwerten auftreten.

Sie haben Rückfragen zu **Power Quality Messungen** oder **Netzimpedanzmessungen**? Oder benötigen Sie Unterstützung bei der Planung und für den Betrieb von Solar- und Ladeparks?

Nehmen Sie einfach Kontakt mit uns auf!



Ansprechpartner

Alexander Lübke

Tel. +49 2383 6189 698

Mobil +49 175 7616 547

a.luebke@hgmes.de

[Hubert Göbel GmbH](#)

[Siemensstraße 42](#)

[D-59199 Bönen](#)

www.hgmes.de

[LinkedIn / Xing](#)

Quellen

[1] Elektromobilität: Öffentliche Ladeinfrastruktur (abgerufen am 04.09.2023), unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/start.html#:~:text=Das%20Lades%20A4ulenregister%20der%20Bundesnetzagentur%20enth%C3%A44lt,Juni%202023%20in%20Betrieb%20waren> (abgerufen am 04.09.2023)

[2] 2,6 Millionen Photovoltaikanlagen in Deutschland installiert, unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23_25_p002.html#:~:text=Zahl%20der%20Woche%20Nr.&text=Wie%20das%20Statistische%20Bundesamt%20\(Destatis,rund%2070%20600%20Megawatt%20installiert](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23_25_p002.html#:~:text=Zahl%20der%20Woche%20Nr.&text=Wie%20das%20Statistische%20Bundesamt%20(Destatis,rund%2070%20600%20Megawatt%20installiert) (abgerufen am 04.09.2023)