



EINE HERAUSFORDERUNG FÜR IHRE INNERBETRIEBLICHE STROMVERSORGUNG

Power Quality in Zeiten der **Energiewende**

Mit dem Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung wächst auch die Anzahl von Wechselrichtern im Netz stetig an – und damit die Häufung höherfrequenter Pegel im Stromnetz. Diese wirken sich nachteilig auf die Versorgungsqualität bzw. Power Quality (PQ) aus.

Eine schlechte Versorgungsqualität führt nicht nur zu immensen finanziellen Schäden, gleichzeitig resultiert daraus ein erheblicher ökologischer Einfluss. So entsteht aufgrund von Verlusten durch harmonische Oberschwingungen – allein in deutschen Nieder- und Mittelspannungsnetzen – jährlich ein zusätzlicher CO₂-Ausstoß von 175.104 Tonnen¹⁾.

Wie genau lassen sich PQ-Schwankungen im Betriebsablauf erkennen? Und welche typischen Störsignale treten im betrieblichen Alltag auf? Dieses Dokument gibt einen Überblick über mögliche Maßnahmen zur Identifikation und zum Umgang mit PQ-Problemen.

[siemens.de/sentron-messgeraete](https://www.siemens.de/sentron-messgeraete)

1) Jacobsen, Benjamin, „Transition of energy system by regulating of Power Quality for efficiency improvements“, ScienceDirect, 2022

Einführung

Die Energiewende ist in vollem Gang. Die klassische Sichtweise des Energieflusses vom Produzenten zum Konsumenten entspricht heute nicht mehr der Realität im Netz. Unternehmen und Privathaushalte haben sich zu sogenannten „Prosumern“ entwickelt – einer Mischform aus „consumer“ und „producer“, deren Bedarf und Erzeugung noch dazu enormen Schwankungen unterliegen.

Die stetig steigende Stromerzeugung aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen nimmt deutlichen Einfluss auf Netze und Verbraucher, auch über Systemgrenzen hinweg. Schwankungen in der Versorgungsqualität werden von der Ausnahme zur Regel. Dem European Power Quality Survey Report zufolge sind bereits 30 bis 40 Prozent aller außerplanmäßigen Anlagenstillstände auf unzureichende Versorgungsqualität zurückzuführen. Allein in 15 betrachteten europäischen Schlüsselindustrien liegen die Kosten dafür bei jährlich mehr als 150 Mrd. €²⁾ – Tendenz steigend.

Unternehmen, die zur Spitzenlastabdeckung auf Photovoltaik (PV) setzen, haben an sonnigen Tagen manchmal wenig Grund zur Freude. Unentdeckte Defekte in den PV-Wechselrichtern können zu besonders hoher Leistungseinspeisung und damit zu Unregelmäßigkeiten im Betrieb von Maschinen und Anlagen führen. Verantwortlich sind aber nicht immer nur die Wechselrichter im Bereich der erneuerbaren Energien – häufig liegt die Ursache der Probleme viel näher, nämlich im eigenen Unternehmen.

Nichtlineare Verbraucher, wie Motoren mit nicht-linearer Strom-Spannungs-Kennlinie oder Leuchtstofflampen, können PQ-Probleme, wie Fehlauslösungen von Leistungsschaltern oder die thermische Belastung von Kondensatoren und Leitungen, zur Folge haben. Das gilt nicht nur für die Fertigung, sondern auch für Verwaltungsbauten, in denen beispielsweise Netzteile für die Gleichstromversorgung von IT-Infrastruktur, wie Druckern, Notebooks und Servern, die Versorgungsqualität beeinträchtigen können.

Während bei den klassischen Energieversorgungsunternehmen (EVU) großes und sehr spezifisches Fachwissen zum Thema Netzqualität vorhanden ist, agieren viele der neuen „Prosumer“ bestenfalls entsprechend den Minimalanforderungen aus Vorschrift und Normung. Der Alltag ist jedoch durch viele Wechselwirkungen aus Erzeugung und Verbrauch geprägt. Hier sind Aufklärungsarbeit und erhöhte Aufmerksamkeit gefragt. Das bedeutet auch einen veränderten Umgang mit bestimmten Signalen sowie kontinuierliches Monitoring und das Ableiten entsprechender Maßnahmen, um Anlagenausfälle, Stillstandzeiten und damit PQ-bedingte Kosten zu vermeiden.

2) J. Manson, R. Targosz, „European Power Quality Survey Report“, Leonardo Energy, 2008

Typische Qualitätsprobleme im Netz

Veränderungen der Netzspannungsamplitude aufgrund von Lastwechseln können zu Abweichungen der Nennspannung (nach oben oder unten) unter normalen Betriebsbedingungen führen.

Abbildung 1 zeigt mögliche Auswirkungen.

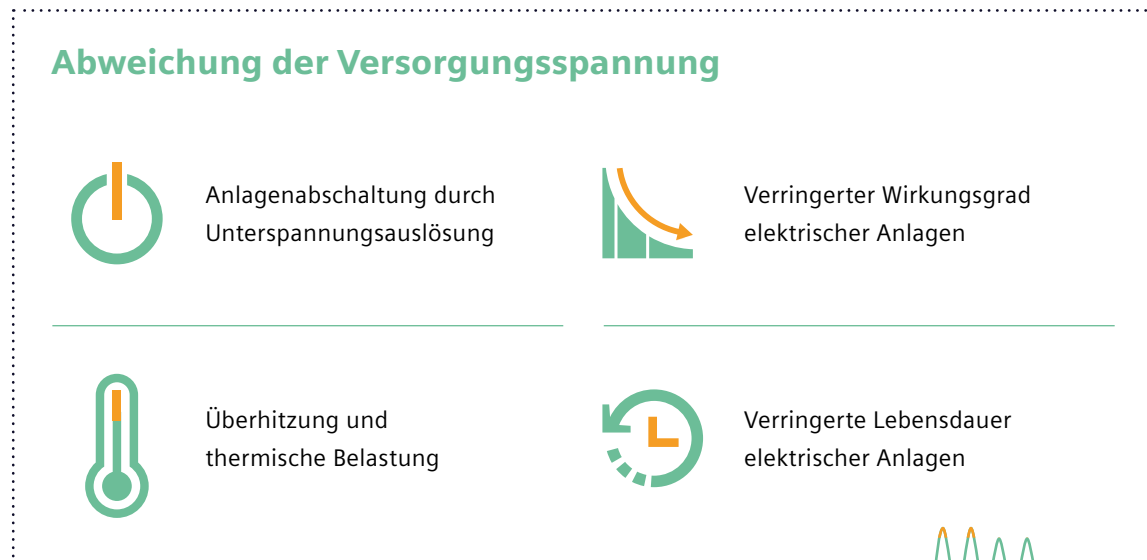
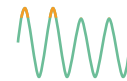


Abb. 1 – Abweichung der Versorgungsspannung



Elektromagnetische Störquellen, wie z. B. Wechselrichter und nichtlineare Verbraucher, können unerwünschte Signale im Frequenzband verursachen. Oberschwingungen bezeichnen die von der 50-Hz-Grundfrequenz abweichende Verzerrung der idealen Sinusschwingung durch nichtlineare Lasten im Versorgungsnetz (z. B. Transformatoren, Netzteile für Gleichstromversorgung im IT-Betrieb). In Abbildung 2 sind häufige Effekte dargestellt.

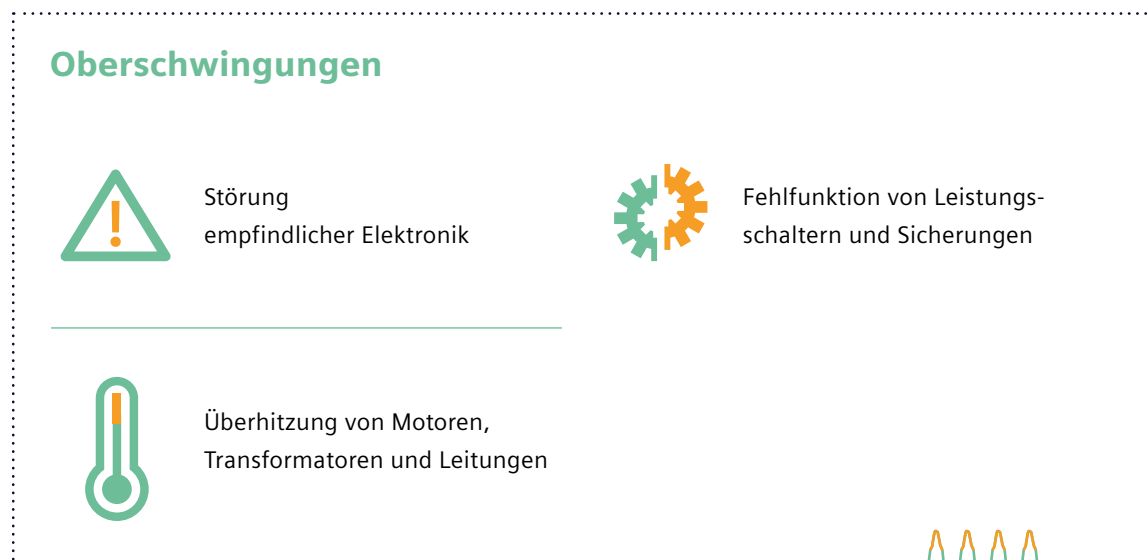
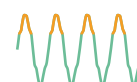


Abb. 2 – Oberschwingungen



Temporäre Spannungseinbrüche (sag) bzw. Spannungserhöhungen (swells) können durch das Zu- oder Abschalten großer Verbraucher entstehen, z. B. Klimageräten. Störungsbedingte Kurzschlüsse, eine unterdimensionierte Energieversorgung aber auch Anlagenausfälle und Schaltvorgänge beim Versorgungsunternehmen (EVU) stellen weitere mögliche Ursachen dar. Die Folgen dieser Probleme sind in Abbildung 3 aufgezeigt.

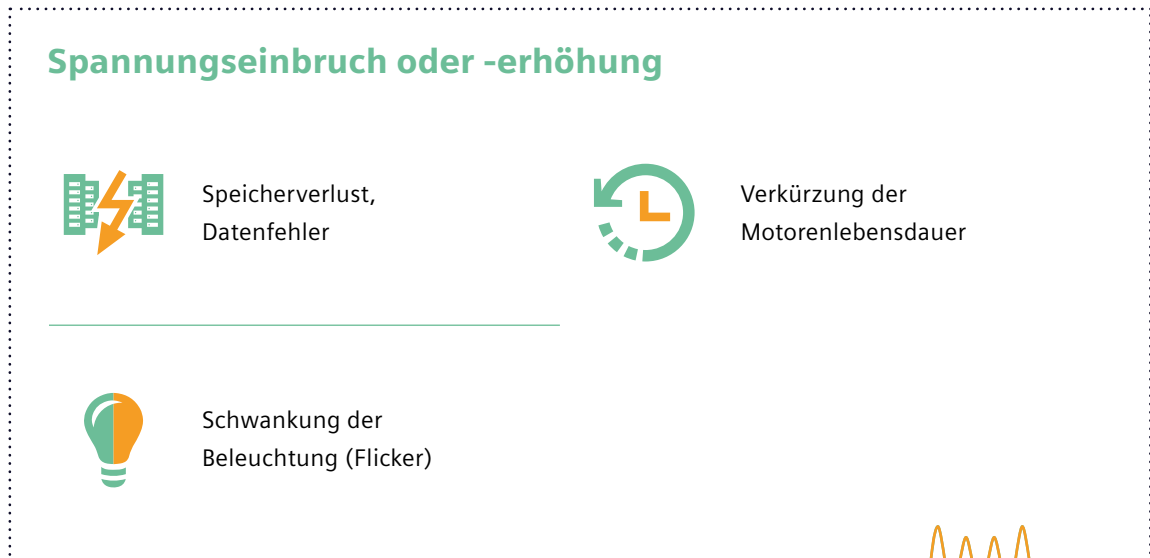


Abb. 3 – Folgen kurzzeitiger Spannungseinbrüche oder -erhöhungen

Darüber hinaus bewirken Blitzschlag oder statische Entladungen weitere, transiente (kurzzeitige/vorübergehende) Störungen. Diese zeigen sich als Spannungsspitzen oder Impulse, bei denen sich die Spannung plötzlich um mehrere tausend Volt ändert. Tritt die Spannungsänderung mit umgekehrter Polarität auf, spricht man von einem Spannungseinbruch. Dieser kann sich beim Betrieb von Maschinen und Anlagen bzw. IT-Infrastruktur in den in Abbildung 4 dargestellten Auswirkungen manifestieren.

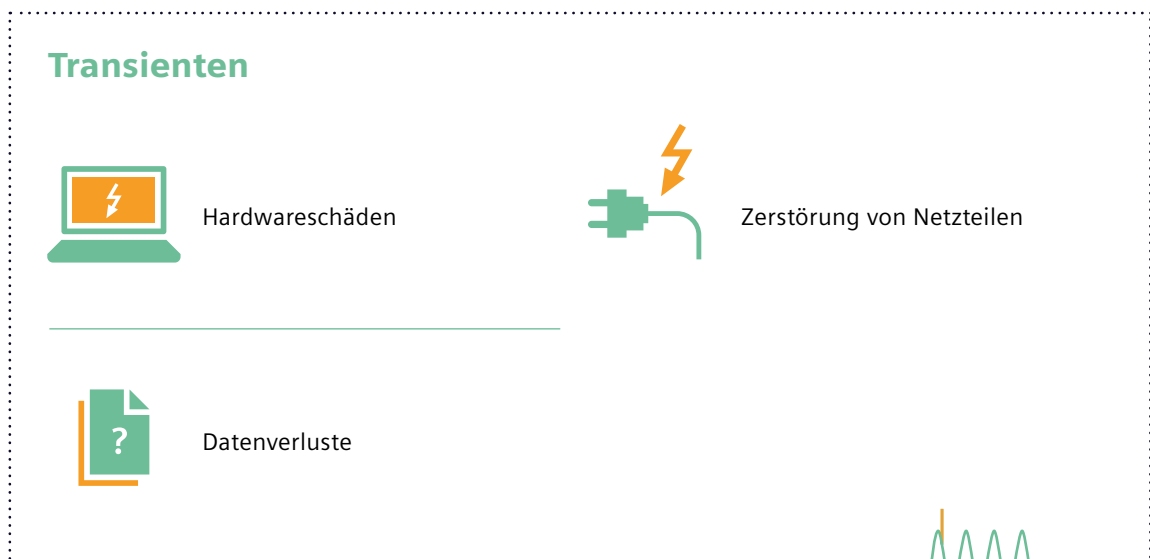


Abb. 4 – Folgen transientser Störungen

Umgang mit PQ-Problemen in Unternehmen

1. Aufmerksamkeit erhöhen

Zunächst sollte im Unternehmen Power Quality als Querschnittsthema verstanden werden. Das Bewusstsein, dass der Einsatz von Geräten, Maschinen und Anlagen über ihren Aufstellort hinaus Einfluss auf den Produktionsprozess und den Betriebsablauf in anderen Abteilungen nehmen kann, ist essentiell. Häufig genügt es nicht, dass Kabelquerschnitt, Sicherungsauslegung und Normung erfüllt sind. Gerade beim Ersatz netzgespeister Motoren durch drehzahlgeregelte kann es zu schlechter Netzqualität kommen, wenn Details zur Netzverträglichkeit außer Acht gelassen werden. Der intensive Erfahrungsaustausch zwischen Planern, Anlagenbetreibern und Energiemanagern zu Fragen der innerbetrieblichen Versorgungsqualität ist im täglichen Geschäft zu verankern. Diverse Planungshilfen und Standards können hier helfen.

2. Messen und überwachen

Um PQ-Probleme ausschließen zu können, müssen diese zunächst erfasst werden. Dazu dient eine Kombination von kommunikationsfähigen Messgeräten und Power Quality-Recordern mit einer Energiemonitoring-Software. Sie vereinfacht den Vergleich unterschiedlicher Messstellen und die Eingrenzung von Störursachen. Wichtig dabei ist, dass die Messung in den Geräten nicht vom Netz beeinflusst wird.

3. Konsequent handeln

Sind die Messgrößen im Messgerät erfasst, können Rückschlüsse auf die Störquelle im System gezogen werden. Der Verursacher von Betriebsstörungen aufgrund verzerrter Netzspannung lässt sich üblicherweise in einer der drei folgenden Gruppen³⁾ finden:

- Netzbetreiber (EVU)
- Anlagenbetreiber
- Gerätehersteller

Auch umliegende Haushalte bzw. Kleingewerbe können einen Einfluss haben. Häufig kann man jedoch davon ausgehen, dass unzureichend ausgelegte Geräte die Störquelle darstellen. Lassen diese sich nicht umrüsten, müssen Maßnahmen zur Oberschwingungskompensation durch aktive oder passive Filter eingeleitet werden.

3) Wissenswertes über Netzurückwirkungen – VDE Schriftenreihe Dipl.-Ing. Hartmut Dornger, Prof. Dr.-Ing Manfred Fender VDE-Schriftenreihe Normen verständlich – VDE Verlag Berlin Offenbach 2013

Praxisbeispiel A

Wetterabhängige Schwankungen der Netzqualität

Nach Auslieferung und Inbetriebnahme einer Anlage werden vom Betreiber Unregelmäßigkeiten im Betrieb gemeldet. Vornehmlich an sonnenreichen Tagen gehen Einstellwerte verloren.

Durch Überwachen des Anlagen-Netzanschlusses und Aufzeichnen der Messwerte mit einem PQ-Messgerät konnten Störungen im Versorgungsnetz als Ursache nachgewiesen werden. Eine genaue Analyse zeigte, dass ein defekter PV-Wechselrichter im Netz an sonnigen Tagen mit besonders hoher Leistung einspeiste und dadurch die Störungen verursachte.

PQ-Messgeräte und Energiemonitoringsoftware helfen dabei, die Ursachen einer Netzstörung und der damit verbundenen Anlagenfehlfunktion schnell und eindeutig zu erkennen und zuzuordnen. Integrierte Webserver können sogar die für eine Anlage benötigte Netzqualität weltweit überwachen. Insbesondere international agierende Maschinen- und Anlagenbauer werden dies nutzen, um einen reibungslosen Betrieb sicherzustellen.

Die Einspeisemenge erneuerbarer Energien ist wetterabhängig. Das hat Auswirkungen auf die Versorgungsqualität und kann zu Unregelmäßigkeiten in der Produktion führen.

PQ-Messgeräte geben schnell und zuverlässig Überblick, ob alle Komponenten einwandfrei funktionieren – wie z. B. PV-Gleichrichter. So können Störungsursachen schnell identifiziert und behoben werden.



Abb. 5 – PQ-Messgeräte geben zuverlässig Aufschluss über den aktuellen Zustand der Stromversorgung

Praxisbeispiel B

Versteckte Fehler bei Anlagenmodernisierungen

Bei Routineauswertungen der „EN 50160“-Reports ist eine zunehmende Grenzwertüberschreitung der harmonischen Oberschwingungen aufgefallen. Dies deckte sich zeitlich mit einer zuvor erfolgten Modernisierung der Gebäudebelüftung.

Nachforschungen zeigten, dass für die dort eingesetzten Frequenzumformer keine bzw. die falschen Netzfilter eingesetzt wurden. Das Risiko von Folgestörungen an Servern und weiteren Anlagen konnte durch den Einsatz korrekt ausgelegter Netzfilter erheblich reduziert werden.

Kontinuierliches Energiemonitoring und die Betrachtung PQ-relevanter Messwerte decken Planungsfehler auf. So können rechtzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet, Anlagenstillstände vermieden und Folgekosten verhindert werden.

Bei Anlagenmodernisierungen können schnell versteckte Fehler entstehen. Wenn z. B. die Frequenzumrichter einer Belüftungsanlage im Rechenzentrum mit falschen Netzfiltern bestückt sind, kann das zu Serverstörungen führen.

PQ-relevante Messwerte werden konstant überwacht und ausgewertet. So können Störquellen im Netz frühzeitig erkannt und beseitigt werden.



Abb. 6 – Mit PQ-Messgeräten sind Sie auch bei Anlagenmodernisierungen auf der sicheren Seite

Fazit

Mit Energiemonitoring geht die Gleichung auf

Versorgungsqualität = Spannungsqualität + Verfügbarkeit + Servicequalität

Im Idealfall kann man im Voraus planen und alle Anforderungen der Netzqualität einbeziehen, überdimensionieren und genehmigen, damit Störungen im Betriebsablauf vermieden werden. Doch die wenigsten Planungen können auf den Idealfall bauen. Die Energiewende ist bereits in vollem Gang. Es wird nachgerüstet, aufgewertet und eingespart. Maschinen und Anlagen müssen weltweit gleich gut funktionieren – auch wenn die Versorgungsqualität auch noch so weit vom Idealzustand entfernt ist.

Kontinuierliches Energiemonitoring mit Messgeräten bildet die notwendige technische Basis zur Bewertung der Versorgungsqualität. Denn elektrische Energie muss als Rohstoff und Produkt der eigenen Wertschöpfung einer ständigen Qualitätskontrolle unterliegen.

Herausgeber Siemens AG

Smart Infrastructure
Low Voltage Products
Siemensstraße 10
93055 Regensburg
Deutschland

Wünschen Sie mehr Informationen,
wenden Sie sich bitte an unser
Customer Support Center.
Tel.: +49 180 524 70 00
Fax: +49 180 524 24 71
(Gebühren in Abhängigkeit vom Provider)
E-Mail: support.energy@siemens.com

Artikel-Nr. SIEP-B10238-00
Dispo 25600 TH S22-220143 WS 0622
© Siemens 2022

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.
Die Informationen in diesem Dokument
enthalten lediglich allgemeine Beschrei-
bungen bzw. Leistungsmerkmale, welche
im konkreten Anwendungsfall nicht immer
in der beschriebenen Form zutreffen bzw.
welche sich durch Weiterentwicklung der
Produkte ändern können. Die gewünsch-
ten Leistungsmerkmale sind nur dann
verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss
ausdrücklich vereinbart werden.

Alle Produktbezeichnungen können Marken
oder sonstige Rechte der Siemens AG,
ihrer verbundenen Unternehmen oder
dritter Gesellschaften sein, deren Benut-
zung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke
die Rechte der jeweiligen Inhaber ver-
letzen kann.