



hochschule mannheim

Steinbeis-Transferzentrum  
an der Hochschule Mannheim



## **POWER QUALITY Online Seminar**

**Einfluss von Photovoltaik-Anlagen auf die Oberschwingungspegel in öffentlichen Niederspannungsnetzen**

Steinbeis-Transferzentrum ist für Bildungsmaßnahmen zertifiziert  
DIN EN ISO 9001:2015

Weitere Seminare unter  
<https://steinbeis-hsmannheim.de/index.php/seminare/>

**POWER QUALITY Online Seminar**  
**Einfluss von Photovoltaik-Anlagen auf die**  
**Oberschwingungspegel in öffentlichen**  
**Niederspannungsnetzen**

PQO 4847

Durch die aktuelle politische Situation und entsprechende Anreize steigt die Zahl der an das Netz anzuschließenden Photovoltaik (PV)-Anlagen wieder deutlich an. Dies betrifft gleichermaßen Anlagen im Kleinleistungsbereich (Dach-Anlagen im Niederspannungsnetz), als auch größere Anlagen im MW-Bereich, welche zumeist in das Mittelspannungsnetz eingebunden werden. Für die Ankopplung an das öffentliche Netz ist Leistungselektronik (Wechselrichter) erforderlich, welche Oberschwingungen, Zwischenharmonische und Frequenzen oberhalb von 2 kHz (Schaltfrequenzemission) aussendet, die das Versorgungsnetz unerwünscht beeinflussen können.

Das Seminar führt die typischen Netzzrückwirkungen ein, welche durch Wechselrichter von Photovoltaik-Anlagen zu erwarten sind. Der Schwerpunkt des Seminars liegt auf dem Bereich der Oberschwingungen bis 2 kHz. Zwischenharmonische sowie der Frequenzbereich 2 kHz bis 150 kHz (Supraharmonische) finden ebenfalls Berücksichtigung. Es wird eine Übersicht aktueller Normen gegeben, wobei die Emissionsgrenzwerte für Geräte kleiner Leistung (IEC 61000-3-x) und für Anlagen größerer Leistung (AR-N 4100/4110) im Vordergrund stehen. Anhand der Ergebnisse aus praktischen Messungen im Labor und im Feld werden die typischen Emissionen einzelner PV-Wechselrichter kleiner und größerer Leistung exemplarisch dargestellt. Interaktion und Summenwirkung mehrerer im Netz verteilter Anlagen kleiner Leistung (z.B. Dach-Anlagen in Einfamilienhaus-Siedlungen), aber auch von Anlagen größerer Leistung (mit Zentralwechselrichtern) werden anhand von Feldmessungen anschaulich erklärt. Dabei wird auf potentielle Herausforderungen hingewiesen, denen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Im Anschluss werden die Ergebnisse von Simulationen zum Einfluss einer hohen Durchdringung von Photovoltaik-Wechselrichtern kleiner Leistung im Niederspannungsnetz auf die Oberschwingungspegel und die frequenzabhängige Netzimpedanz vorgestellt. Die dafür verwendeten Modelle wurden auf Basis realer Messungen parametrisiert. Die messtechnische Bewertung der Emission bzw. der tatsächlichen Auswirkung auf das Netz stellt einen weiteren wichtigen Aspekt dar, der im Rahmen des Seminars behandelt wird. Die ausschließliche Bewertung von Stromharmonischen kann unter bestimmten Umständen den tatsächlichen Einfluss auf das Netz nicht richtig wiedergeben. Der Sachverhalt und entsprechende Lösungsansätze werden vorgestellt und mögliche Grenzen des messtechnischen Nachweises, u.a. im Hinblick auf die Messunsicherheit, diskutiert. Das Seminar schließt mit einem kurzen Ausblick auf den Einfluss von PV-Anlagen auf die Unsymmetrie sowie auf die Herausforderungen im Zusammenhang mit energieoptimierenden Haushalten (PV-Anlage mit Speicher) und möglichen Resonanzeffekten im supraharmonischen Bereich.

### **1. Einführung und Grundlagen**

- Überblick möglicher Netzzrückwirkungen
- Überlagerung und Ausbreitung
- Bedeutung der frequenzabhängigen Netzimpedanz
- Grenzwerte

### **2. Typische Emissionscharakteristik aus Labor- und Feldmessungen**

- Einphasige Wechselrichter kleiner Leistung für Dachanlagen
- Dreiphasige Wechselrichter kleiner und größerer Leistung
- Weitere Emissionen (Zwischenharmonische, Supraharmonische)

### **3. Ergebnisse aus Feldmessungen**

- PV-Anlagen unterschiedlicher Größe (100 kW, 1MW, 5 MW)
- Kombination von verteilten PV-Anlagen und Elektrofahrzeug-Ladungen in einem Stadtrandnetz

#### **4. Prognose der Auswirkungen auf Basis von Netzsimulationen**

- Netzmodell und Parameterbestimmung
- Randbedingungen der Simulation
- Ergebnisse für den Einfluss verschiedener Durchdringungen auf Pegel und Impedanz in einem städtischen und einem ländlichen Netz

#### **5. Herausforderungen beim messtechnischen Nachweis**

- Möglichkeiten zum messtechnischen Nachweis
- Vor- und Nachteile von Stromgrenzwerten vs. Spannungsgrenzwerten
- Einfluss der Messgenauigkeit
- Offene Fragestellungen bei der Bewertung

#### **6. Ausblick**

- Einfluss auf die Unsymmetrie (Messung und Simulation)
- Netzurückwirkungen energieoptimierender Haushalte (PV-Anlage mit Speicher)
- Resonanzerscheinung im Frequenzbereich 2-150 kHz in einer Einfamilienhaus-Siedlung mit einem hohen Anteil an verteilten Photovoltaik-Anlagen (Dach-Anlagen)

#### **Referenten**

Prof. Dr.-Ing. J. Meyer, TU Dresden

Dipl.-Ing. S. Müller, TU Dresden

## **Teilnehmerkreis**

Netzbetreiber, Netzplaner, Hersteller von PV-Anlagen und Komponenten, Prüflaboratorien

## **Seminargebühr: 750 EUR pro Teilnehmer**

Das Seminar wird Online durchgeführt.

Nach erfolgter Anmeldung erhalten Sie mit der Bestätigung einen Zugangscode zu dem Online Seminar. Die Seminarunterlagen werden zum download auf der Steinbeis Webseite zur Verfügung gestellt.

## **Termin: 27. November 2023 von 9:00 bis 17:00 Uhr**

Das Anmeldeformular muss vom Teilnehmer unterschrieben als eingescanntes Dokument per email an das Steinbeis Transferzentrum gesendet werden.

**Steinbeis-Transferzentrum  
an der Hochschule Mannheim  
Paul-Wittsack-Str. 10  
68163 Mannheim**



**Telefon: (0621) 292-6316  
Fax: (0621) 292-6452  
e-mail: [stz-tb@hs-mannheim.de](mailto:stz-tb@hs-mannheim.de)**

**Steinbeis-Transferzentrum ist für Bildungsmaßnahmen zertifiziert  
DIN EN ISO 9001:2015**



**STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM  
AN DER HOCHSCHULE MANNHEIM**

**Anmeldung - Bitte senden an:**

Steinbeis-Transferzentrum  
Frau Andrea Bentz  
Paul-Wittsack-Straße 10  
D-68163 Mannheim

E-Mail: stz-tb@hs-mannheim.de

**POWER QUALITY Tutorial Nr. 4847:**

**„Einfluss von Photovoltaik-Anlagen auf die Oberschwingungspegel in öffentlichen Niederspannungsnetzen“  
Teilnahmegebühr: EUR 750,00 pro Teilnehmer**

Hiermit melde ich mich verbindlich für o. g. Seminar an. Termin: 27. November 2023, 9:00 – 17:00 Uhr

<b>Name</b>	<b>Rechnungsanschrift, falls abweichend:</b>
Firma	<b>Firma</b>
Abteilung	<b>Abteilung</b>
PLZ/Ort	<b>PLZ/Ort</b>
Straße	
E-Mail des Teilnehmers	<b>Telefon</b>

Wir benutzen das Tool WebEx Meeting des Anbieters Cisco. Ein individuelles Nutzerkonto bei WebEx ist nicht erforderlich; zum Beitritt zum Online-Seminar wird nur ein individueller Nutzernamen gewählt und eine E-Mail-Adresse angegeben. Alle Inhalte der Konferenzen bleiben im Kreis der Teilnehmer. Es erfolgt keine Aufzeichnung oder Speicherung durch das Steinbeis Transferzentrum oder den Anbieter.

**Der Mitschnitt des Online-Seminars durch den Teilnehmer ist untersagt.**

Durch die Nutzung des Tools werden Daten über das Internet übertragen (Metadaten wie die IP-Adresse und das eingesetzte Betriebssystem); ein Programm ist bei Bedarf zu installieren; Cookies werden gesetzt. Der Dienst Cisco-WebEx-Meeting gibt in seiner Datenschutzerklärung an, wie die Daten verarbeitet werden. Datenschutzerklärung Cisco: [https://www.cisco.com/c/de\\_de/about/legal/privacy-full.html](https://www.cisco.com/c/de_de/about/legal/privacy-full.html)  
Cisco verpflichtet sich, datenschutzrechtliche Bestimmungen einzuhalten. Eine Überprüfung der Einhaltung ist durch das Steinbeis Transferzentrum nicht möglich.

**Ich habe die Datenschutzerklärung des Anbieters sowie des Steinbeis Transferzentrums zur Kenntnis genommen. Ich verpflichte mich, mit meiner Unterschrift keine Mitschnitte des Seminars anzufertigen und den Live-Stream keinen anderen Personen zugänglich zu machen.**

Ich möchte per E-mail über aktuelle Seminare (Newsletter) informiert zu werden.   
(Den Newsletter können Sie jederzeit durch Anklicken eines links im Newsletter oder auf der Steinbeis Webseite abbestellen. Danach werden keine E-mails mehr versandt.)

Ich möchte nicht über aktuelle Seminare informiert zu werden.

---

Datum

Unterschrift

Sie erhalten nach der Anmeldung umgehend eine Bestätigung. Bei einer Stornierung der Teilnahme werden 50 Euro bis 2 Wochen vor Veranstaltungsbeginn, danach die volle Gebühr fällig. Das Steinbeis-Transferzentrum behält sich vor, bis 4 Tage vor Seminarbeginn die Veranstaltung abzusagen.