



hochschule mannheim

Steinbeis-Transferzentrum
an der Hochschule Mannheim



POWER QUALITY Tutorials Online Seminare

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

» Zahlt sich aus: **Die Bildungsprämie**

Wir akzeptieren Prämiegutscheine!

Das Steinbeis Transferzentrum an der Hochschule Mannheim führt seit vielen Jahren erfolgreich Seminare zum Thema POWER QUALITY durch.

Netzurückwirkungen treten in Form verschiedener Störphänomene auf: Spannungsänderungen, Spannungsunsymmetrien, Oberschwingungen, Zwischenharmonische, Flicker.

Netzurückwirkungen haben u.a. Auswirkungen auf das Betriebsverhalten von Betriebsmittel (Geräten und Anlagen), auf die zusätzliche Erwärmung von Kondensatoren, Motoren, Transformatoren, auf Fehlfunktionen von Rundsteuerempfängern und elektronischen Steuerungen. Fernmelde- Fernwirk- und EDV-Anlagen, Schutz- und Messeinrichtungen können beeinflusst werden

Die Rückwirkungen auf das Netz selbst äußern sich in folgender Weise: Verschlechterung des Leistungsfaktors, Erhöhung der Übertragungsverluste, Beeinträchtigung der Erdschlusslöschung, Herabsetzung der Belastbarkeit von Betriebsmittel.

Um ein einwandfreies Funktionieren aller Betriebsmittel, einschließlich aller Netzelemente zu gewährleisten, muss die „Elektromagnetische Verträglichkeit“ gewährleistet sein – allgemein übliche Verbrauchsgeräte müssen einwandfrei betrieben werden können. Zu den Verbrauchsgeräten zählen auch Erzeugungs- und Speicheranlagen.

Zur Sicherstellung der Schutzziele sind eine Reihe von Gesetzen und Normen einzuhalten. Neben den VDE-Bestimmungen sind die neuen VDE-Anwendungsregeln und die EU-Netzkodizes zu berücksichtigen.

Das Steinbeis Transferzentrum an der Hochschule Mannheim führt ein- bzw. mehrtägige POWER QUALITY Online-Seminare (PQO) und POWER QUALITY Tutorials (PQT) durch. Diese Tutorials sind drei- bzw. vierstündige Lehreinheiten zu unterschiedlichen in sich abgeschlossenen Themenbereichen.

Die Teilnehmer erhalten damit die Möglichkeit sich gezielt über einzelne Themen kompetent zu informieren. Die angebotenen Themen umfassen das gesamte Spektrum der Elektromagnetischen Verträglichkeit, von den Grundlagen, über die Anwendung von Normen und technischen Regelwerken, den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen bis hin zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Eine Übersicht über die geplanten POWER QUALITY Online-Seminare sowie über die POWER QUALITY Tutorial finden Sie in diesem Online-Seminarkalender.

Da wir immer bemüht sind, schnell und aktuell zu informieren, unterliegen alle Ankündigungen der ständigen Überprüfung und Aktualisierung; die Inhalte können geändert und neue Online Seminare aufgenommen werden.

Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Seminare, einschließlich der erforderlichen Anmeldeformulare werden auf der Steinbeis-Webseite unter **POWER QUALITY** bereitgestellt. Dort können Sie auch unseren **Newsletter** kostenlos abonnieren.

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

Viel Erfolg wünscht
Ihr Steinbeis-Seminar-Team

...übrigens, Themenvorschläge für neue Seminare sind stets willkommen.

Stand 1. März 2022
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

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

Termine im April 2022

Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen (D-A-CH-CZ) Anforderungen – Niederspannung Ausgabe 3 (2021)	PQO4521	7. April. 2022 8:30 – 17:00 Uhr
--	-------------------------	---------------------------------------

Termine im Mai 2022

Power Quality Anwenderschulung - Praxis	PQT4674	10. Mai. 2022 12:30 – 16:30 Uhr
Spannungsqualitätsnorm DIN EN 50160:2020 Anforderung und Messung	PQT4670	24. Mai. 2022 13:00 – 17:00 Uhr

Termine im Juli 2022

Power Quality Anwenderschulung - Praxis	PQT4661	5. Juli 2022 12:30 – 16:30 Uhr
---	-------------------------	--------------------------------------

Termine im Oktober 2022

Störphänomene in Energienetzen Für alles gibt es eine Lösung	PQT4667	26. Okt. 2022 12:00 – 17:00 Uhr
---	-------------------------	---------------------------------------

Termine im November 2022

Netzurückwirkungen in Nieder- und Mittelspannungsnetzen Grundlagen	PQO4676	9. Nov. 2022 8:30 – 17:00 Uhr
---	-------------------------	-------------------------------------

POWER QUALITY Online
Technische Regeln zur Beurteilung von
Netzurückwirkungen (D-A-CH-CZ)
Anforderungen – Niederspannung
Ausgabe 3 (2021)

Übersicht
PQO 4521

Der steigende Einsatz von Leistungselektronik in elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen sowie der sich verbreitende Einsatz dezentraler Einspeiser sowie flexibler Lasten haben es notwendig gemacht, die „Technischen Regeln grundlegend zu überarbeiten und zu aktualisieren. In der neuen Ausgabe wird u.a. auf die bisherige Unterscheidung zwischen Verbraucher- und Erzeugungsanlagen verzichtet. Unabhängig von der Richtung des Wirkleistungsflusses wird ausschließlich der Begriff Kundenanlage verwendet. Eine notwendige Trennung von Anschluss- und Verknüpfungspunkt wird vorgenommen. Mit dieser grundsätzlichen Philosophieänderung trägt man auch bereits dem zu erwartenden Einsatz von dezentralen Speicheranlagen Rechnung.

Die neue Ausgabe 3 besteht aus drei Teilen:

- Der Teil 1 „Grundlagen“ enthält neben den grundsätzlichen Informationen (Festlegungen, Kurzschlussleistung und Begriffe) auch alle für deren Verständnis notwendigen Informationen. Das Teildokument soll dem interessierten Anwender helfen, die entsprechenden Festlegungen für die einzelnen Phänomene zu verstehen. Technische Zusammenhänge und mathematische Methoden werden in einer verständlichen Form beschrieben, sodass die Herleitung der einzelnen Richt- und Grenzwerte nachvollziehbar ist.
- Im Teil 2 „Anforderungen“ sind alle für die Anwendung der technischen Regeln notwendigen Formeln und Wertetabellen zusammengestellt. In diesem Teil wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der zulässigen Störaussendungsgrenzwerte einer Kundenanlage beschrieben und die einzelnen Schritte zur Beurteilung eines Anschlussgesuches angegeben. Im Sinne der Nutzerfreundlichkeit ist dieser Teil nach Spannungsebenen in die Abschnitte Nieder-, Mittel- und Hochspannung aufgeteilt.
- Im Teil 3 „Beispiele“ sind entsprechende Berechnungsbeispiele zur Anschlussbeurteilung, wiederum geordnet nach Phänomenen und Spannungsebenen, zusammengefasst.

Die Anforderungen für das Niederspannungsnetz sind fertiggestellt und wurden zur Veröffentlichung freigegeben.

In diesem Online-Seminar werden die wichtigsten Phänomene (Oberschwingungen, Zwischenharmonische, Supraharmonische, Spannungsänderungen und Flicker, Unsymmetrien) eingehend beschrieben und deren Einordnung im Gesamtkonzept der elektromagnetischen Verträglichkeit dargestellt. Wichtige Netzkenngößen, wie z.B. Kurzschlussleistung und frequenzabhängige Netzimpedanz werden vorgestellt. Die Berechnung von Emissionsgrenzwerten und die Beurteilung eines Anschlussgesuches werden anhand von Beispielen demonstriert.

Die Referenten sind durch ihre Mitarbeit in der D-A-CH-CZ-Arbeitsgruppe maßgeblich an der Erarbeitung der neuen Richtlinie beteiligt.

Das bedeutet Informationen aus erster Hand.

Grundlagen

- Begriffe und Definitionen
- Notwendigkeit der Begrenzung von Netzrückwirkungen
- Spannungsqualität, Elektromagnetische Verträglichkeit und Verträglichkeitskoordination
- Normativer Rahmen (EN 50160, EN 61000 Reihe, VDE AR-N 41xx)
- Entstehung, Weiterentwicklung, Geltungsbereich der D-A-CH-CZ Richtlinie
- Geltungsbereich der D-A-CH-CZ Richtlinie (Kontext zur VDE AR-N 4100)
- Unterschied zwischen Anschlusspunkt, Verknüpfungspunkt und Übergabestelle
- Zählfeilsysteme
- Berechnung der Impedanzen einzelner Betriebsmittel
- Bestimmung der minimalen Kurzschlussleistung

Spannungsänderungen und Flicker

- Grundlegende Begriffe
- Langsame/schnelle Spannungsänderung
- Pst-Verfahren, Flickermeter EN61000-4-15
- Berechnung der relativen Spannungsänderung am Anschlusspunkt
 - symmetrische Laständerung
 - unsymmetrische Laständerung
- Summationsgesetz
- Messung/Analytische Berechnung der Flickerstärke am Anschlusspunkt
- Verteilung von Flicker im Netz
 - Aufwärts-/Abwärts-Transfer
 - Umrechnung von Spannungsänderung/Flicker auf den Verknüpfungspunkt
- Begrenzung von Spannungsänderungen und Flicker, Anschlussbeurteilung
 - Koordination der Flickerpegel über allen Spannungsebenen
 - Ermittlung der zulässigen relativen Spannungsänderung einer Kundenanlage
 - Ermittlung der zulässigen Flickerstärke einer Kundenanlage

Harmonische, Zwischenharmonische und Supraharmonische

- Grundlegende Begriffe
- Typische Verursacher
- Hintergrund zur Bestimmung der Proportionalitätsfaktoren
- Bedeutung und Bestimmung der frequenzabhängigen Netzimpedanz
- Anschlussbeurteilung
- Berechnung der Emissionsgrenzwerte für Kundenanlagen
- Möglichkeiten für den messtechnischen Nachweis
- Beispielbeurteilung

Spannungsunsymmetrie

- Grundlegende Begriffe
- Definition des unsymmetrischen Leistungsanteils
- Anschlussbeurteilung
- Berechnung der Emissionsgrenzwerte für Kundenanlagen
- Möglichkeiten für den messtechnischen Nachweis
- Beispielbeurteilung

Referenten

Dr.-Ing. J. Meyer, TU Dresden

Prof. Dr.-Ing. W. Mombauer, Hochschule Mannheim

POWER QUALITY Tutorial

Power Quality Anwenderschulung - Praxis

Übersicht
PQT4674
PQT4661

Dieses Seminar richtet sich an Praktiker welche sich in Ihrer täglichen Arbeit mit dem Thema Power Quality auseinandersetzen.

Der Referent bringt das Thema Power Quality den Teilnehmern anhand von vielen Praxisbeispielen aus dem Bereich EVU sowie Industrienetze näher.

Eine Aufgabe für den Elektriker ist die Beurteilung und Analyse von Störungen (Störaufklärung). Dazu sind Messungen erforderlich. Wie messe ich, was messe ich, was sagt mir die Geräteanzeige? Moderne Netzanalysatoren erfassen heutzutage mehrere tausend verschiedene Messwerte. Wofür benötige ich diese vielen Daten in der Störungsauflösung oder in der Bewertung der Netzqualität überhaupt?

Anhand von realen Netzanalysen aus Industrienetzen oder dem öffentlichen Netz, wird anschaulich erklärt, für welche Art von Störung man welche Messwerte in Relation setzen würde, um dem Verursacher dieses Problems auf die Schliche zu kommen.

Das Seminar richtet sich gezielt an den Praktiker. Die notwendigen Kenntnisse werden nicht theoretisch, durch Formeln vermittelt, sondern durch Erfahrungen und anhand von vielen Messbeispielen hinterlegt.

Die heutigen Geräte und Betriebsmittel (Schaltnetzteile, Frequenzumrichter, Ladeeinrichtungen für E-Mobile) arbeiten mit hohen Taktfrequenzen, die sowohl zu leitungsgebundenen als auch zu feldgebundenen (eingekoppelte) Beeinflussungen führen können. Auch hier muss sich der Anwender fragen: „Kann mein Messgerät diese Art von Störung überhaupt erfassen, ab wann ist mein Gerät für diese Art von Störung blind?“ Wir sprechen auch über die Grenzen der jeweils eingesetzten Messtechnik und Sensoren (z.B. Stromwandler)

In diesem Onlineseminar werden aktuelle Power-Quality-Messungen in Niederspannungsnetzen sowie an ausgewählten Anlagen und Geräten vorgestellt und die systematische Vorgehensweise bei der Störaufklärung behandelt:

- Was war das Problem?
- Wo ist der geeignetste Messpunkt das Messgerät einzubauen um am schnellsten den Verursacher zu finden? (das ist teilweise sehr unterschiedlich - am Hausanschluss; am Ort der Störung tief im Netz; im Kabelverteiler oder der Station außerhalb – jede Messstelle hat jeweils Vor- und auch Nachteile)
- Welche Messdaten schaue ich mir als erstes an, um die Störung zu erklären und welche Daten nehme ich jeweils in die Korrelation, um den Verursacher zu finden?
- Wie kann die Richtung bestimmt werden, aus der die Störung kommt?
- Inwieweit helfen Normen weiter?
- Gemeinsame Auswertung von Power Quality Messungen
- Was sind die Abhilfemaßnahmen um dieses Problem zu beheben?

Der Referent erklärt die systematische Vorgehensweise bei der Störaufklärung

- Messtechnische Vorgehensweise in der Bewertung der Netzqualität sowie in der Ermittlung von Verursachern von Störungen
- Tipps und Tricks im Einsatz von Netzanalysatoren
- Sicherheit im Umgang mit Netzanalysatoren
- Häufig gemachte Fehler in der Parametrierung der Messgeräte werden erklärt

Zu folgenden Problemfällen werden reelle Meßbeispiele aus der Praxis anschaulich erklärt.

- Transienten
- Oberschwingungen / Netzresonanzen
- Spannungsschwankungen (Überspannungen, Netzeinbrüche)
- Flicker
- Spannungsunsymmetrie
- Supraharmonische (Frequenzprobleme im Bereich 2kHz bis 150kHz)

Experten Auswertungen

Für ein ausgewähltes Phänomen werden zusätzliche tiefergehende Auswertungen beschrieben und anhand von ausgewählten praktischen Meßbeispielen demonstriert. In jedem Seminar wird ein anderes Phänomene behandelt.

Referent

Jürgen Blum,
A. Eberle GmbH & Co. KG, Nürnberg

POWER QUALITY Tutorial
Spannungsqualitätsnorm DIN EN 50160:2020
Anforderung und Messung

Übersicht
PQT4670

Die EN50160 beschreibt die Merkmale der Spannung an der Übergabestelle zur Kundenanlage. Die Norm wurde aktualisiert und erweitert Ende 2020 neu veröffentlicht.

In diesem Tutorial werden die einzelnen Phänomene, u.a.

- Höhe der Versorgungsspannung
- Spannungseinbrüche
- Oberschwingungen
- Spannungsschwankungen und Flicker
- Unsymmetrien

anschaulich erläutert.

Die Messung und Beurteilung von Spannungsqualitätsmerkmalen erfolgt mit einem Power Quality Messgerät nach EN61000-4-30.

Die Messverfahren für jedes einzelne Phänomen werden dargestellt; Hinweise für die Messdurchführung und Auswertung der Messergebnisse werden gegeben.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen werden erörtert.

Referent

Prof. Dr. W. Mombauer
HS Mannheim

Das Thema Netzurückwirkungen spielt in zunehmendem Maße eine bedeutende Rolle. Einerseits kommen immer mehr Verbrauchsgeräte mit neuen Technologien ans Netz, andererseits nimmt die Ausbauleistung der Erzeugungsanlagen in allen Netzebenen stark zu. Beispiele sind PV-Anlagen; Ladestationen für Elektrofahrzeuge sowie Speichersysteme.

Bedingt durch die endliche Impedanz der Netze entstehen Rückwirkungen auf das Versorgungsnetz, die unter Umständen andere am gleichen Netz betriebene Anlagen oder Geräte stören können.

Sowohl auf den Netzbetreiber als auch auf den Hersteller und Anlagenbetreiber kommen neue Aufgaben zu. Der Netzbetreiber muss die Störgrößen im Netz koordinieren, damit sowohl die Verträglichkeitspegel am Verknüpfungspunkt eingehalten werden, als auch die Rahmenbedingungen nach der Spannungsqualitätsnorm EN 50160 an der Übergabestelle nicht verletzt werden. Dazu ermittelt der Netzbetreiber für Anlagen größerer Leistung bereits im Planungsstadium zulässige Störaussendungsgrenzwerte, deren Einhaltung nach Inbetriebnahme der Anlage durch Messung nachzuweisen ist.

Eine gute Kenntnis der einzelnen Phänomene, der Normen und technischen Regelwerke ist daher besonders wichtig.

In dem eintägigen Grundlagenseminar werden

- die grundlegenden Eigenschaften der Oberschwingungen, die Messung, die Erzeugung und Verteilung in Drehstromnetzen sowie die Begrenzung der Oberschwingungsströme,
- die grundlegenden Eigenschaften der Spannungsschwankungen und Flicker, die Messung, Erzeugung und Verteilung in Drehstromnetzen sowie das analytische Verfahren besprochen und
- die technischen Anschlussregeln (**TAR**) **VDE-AR-N-4100/10** dargestellt.

- **Konzept der Elektromagnetische Verträglichkeit**

- **Oberschwingungen, Zwischenharmonische und Supraharmonische**
 - Kennwerte, Summationseffekt, Zeigerdarstellung, Superposition
 - Oberschwingungserzeuger
 - Oberschwingungsimpedanz und Resonanz
 - Oberschwingungen in Stromversorgungsnetzen
 - Neutralleiterbelastung
 - Messung von Oberschwingungen - EN 61000-4-7

- **Spannungsschwankungen und Flicker**
 - Grundlegende Begriffe
 - Pst-Verfahren, Flickermeter EN61000-4-15
 - Analytische Berechnung der Flickerstärke
 - Berechnung der relativen Spannungsänderung
 - Summationsgesetz
 - Verteilung von Flicker im Netz

- **Unsymmetrie**

- **Spannungseinbrüche**

- **Beurteilung der Spannungsqualität in öffentlichen Netzen**
 - EN 50160, EN 61000-2-2
 - PQ-Messgerät EN 61000-4-30,

- **Technische Regelwerke der Netzbetreiber**
 - TAR (Technische Anschlussregeln) VDE-AR-N 4100/10

Referent

Prof. Dr. W. Mombauer
Hochschule Mannheim

POWER QUALITY Tutorial

Störphänomene in Energienetzen

Für alles gibt es eine Lösung

[Übersicht](#)
PQT4667

Das Thema Netzurückwirkungen spielt in zunehmendem Maße eine bedeutende Rolle. Einerseits kommen immer mehr Verbrauchsgeräte mit neuen Technologien ans Netz, andererseits nimmt die Ausbauleistung der Erzeugungsanlagen in allen Netzebenen stark zu. Beispiele sind PV-Anlagen; Ladestationen für Elektrofahrzeuge sowie Speichersysteme.

Bedingt durch die endliche Impedanz der Netze entstehen Rückwirkungen auf das Versorgungsnetz, die unter Umständen andere am gleichen Netz betriebene Anlagen oder Geräte stören können.

Sowohl auf den Netzbetreiber als auch auf den Hersteller und Anlagenbetreiber kommen neue Aufgaben zu. Der Netzbetreiber muss die Störgrößen im Netz koordinieren, damit sowohl die Verträglichkeitspegel am Verknüpfungspunkt eingehalten werden, als auch die Rahmenbedingungen nach der Spannungsqualitätsnorm EN 50160 an der Übergabestelle nicht verletzt werden. Dazu ermittelt der Netzbetreiber für Anlagen größerer Leistung bereits im Planungsstadium zulässige Störaussendungsgrenzwerte, deren Einhaltung nach Inbetriebnahme der Anlage durch Messung nachzuweisen ist.

Eine gute Kenntnis der einzelnen Phänomene, der Normen und der unterschiedlichen technischen Lösungsmöglichkeiten ist erforderlich.

Das Seminar gliedert sich in einen Teil Störungsursachen und einen Teil Lösungsmöglichkeiten.

Im Teil Störungsursachen werden folgende Themen behandelt:

- Aktuelle Normen für das öffentliche Netz, sowie Industrienetze
- Verschiedene Störungsphänomene werden anhand von realen Messungen dargestellt. Messbeispiele aus der Praxis in Mittel- und Niederspannungsnetzen
- Tipps und Tricks zur Messtechnik und zur Bestimmung des Verursachers von Störungen werden im Seminar vermittelt.
- Strategien bei der Ermittlung von Störquellen besprochen
- Die zu verwendeten Messmittel, einschließlich der Wandler, auch im Hinblick auf deren Messgenauigkeit werden behandelt

Im Teil Lösungsmöglichkeiten werden diese Themen vermittelt:

- Auswahl von rückwirkungsarmen Betriebsmitteln
- Maßnahmen an der Infrastruktur, Netzausbau
- Blindleistungs-Kompensationsanlagen für neue Aufgabenstellungen
- Spannungskonstanter
- Passive und aktive Oberschwingungsfiler

Störungsursachen / Normen (J. Blum)

- **Spannungsqualitätsnormen für Industrienetze und öffentliche Netze**
 - EN 50160, EN 61000-4-30, EN 61000-2-2; EN 61000-2-4 (Industrienetze Klasse 1, 2, 3)
- **Aktuelle Oberschwingungsbelastung in Nieder- und Mittelspannungsnetzen (Industrieanlagen / öffentliches Netz)**
 - Emissionen von moderner Leistungselektronik, zum Beispiel von PV-Wechselrichter, Frequenzumrichter, geregelte Antriebe, E-Mobile, Windkraftanlagen und Schaltnetzteilen
 - Störungen durch höherfrequente Emission im Bereich 2 bis 150kHz
- **Spannungseinbrüche, Transiente Überspannungen**
 - Netzurückwirkungen durch Anlaufströme
 - Hohe Schalttransienten
- **Systematische Vorgehensweise bei der Störaufklärung**
 - Messtechnische Vorgehensweise in der Bewertung der Netzqualität, sowie in der Ermittlung von Verursachern von Störungen
 - Tipps und Tricks im Einsatz von Netzanalysatoren
- **Power Quality Messungen im Mittelspannungsnetz**
 - Spannungs- und Stromwandler und deren Eignung für Power Quality-Messungen
 - Netzformen (MS-Netze) Sternpunktbehandlung
 - Auswirkungen auf die Spannungsqualität (gelöschte und isolierte Netze)

Lösungsmöglichkeiten (M. Polinski)

- **Bei Frequenzschwankungen (Inselnetz)**
- **Bei Spannungsänderungen und -einbrüchen**
 - Eingetragen aus dem vorgelagerten Netz
 - Durch Lastdynamik selbst verursacht
- **Bei Spannungsunsymmetrie**
 - Durch Schiefast
 - Durch Einleiterkabel
 - Durch fliegenden Sternpunkt
- **Bei erhöhtem Oberschwingungsaufkommen**
 - Durch einphasige Betriebsmittel
 - Durch dreiphasige Betriebsmittel
 - Durch Resonanz
- **Bei Flicker**
- **Bei Kommutierungseinbrüchen**
- **Bei Taktfrequenzen**
- **Bei Transienten**
- **Bei Störungen durch das Rundsteuersignal**
- **Bei Gleichanteilen**

Referenten

- J. Blum, A. Eberle GmbH & Co. KG, Nürnberg
- M. Polinski, A. Eberle GmbH & Co. KG, Nürnberg