zvei
electrifying ideas

# Spannungsqualität und Blindleistungskompensation

## Normen & Richtlinien

Verband der Elektro- und Digitalindustrie

# Inhalt


| | | |
|---|---|---|
| Einleitung | | 3 |
| 1 | Anwendungsbereiche der Normen | 4 |
| 2 | Normen zu Merkmalen und Qualität der Spannung in Netzumgebungen | 4 |
| 2.1 | DIN EN 50160 | 4 |
| 2.2 | DIN EN 61000-2-2 (VDE 0839-2-2) | 4 |
| 2.3 | DIN EN 61000-2-12 (VDE 0839-2-12) | 5 |
| 2.4 | DIN EN IEC 61000-2-4 (VDE 0839-2-4)) | 5 |
| 3 | Technische Regeln für den Anschluss und den Betrieb an öffentlichen Netzen | 5 |
| 3.1 | VDE-AR-N 4105 Anwendungsregel | 6 |
| 3.2 | VDE-AR-N 4100 Anwendungsregel | 6 |
| 3.3 | VDE-AR-N 4110 Anwendungsregel | 6 |
| 3.4 | VDE-AR-N 4120 Anwendungsregel | 7 |
| 3.5 | VDE-AR-N 4130 Anwendungsregel | 8 |
| 3.6 | VDE-AR-N 4141-1 Anwendungsregel | 8 |
| 3.7 | VDE-AR-N 4141-2 Anwendungsregel | 8 |
| 3.8 | D-A-CH-CZ Technische Regeln für die Beurteilung von Netzrückwirkungen | 9 |
| 4 | Normen zu Messverfahren der Spannungsqualität | 9 |
| 4.1 | DIN EN 61000-4-30 (VDE 0847-4-30) | 9 |
| 5 | Normen zu Leistungskondensatoren, Filterkreisdrosseln und Schaltgerätekombinationen | 9 |
| 5.1 | DIN EN 60831-1 (VDE 0560-46) | 9 |
| 5.2 | DIN EN 60871-1 (VDE 0560-410) | 10 |
| 5.3 | DIN EN 60076-6 (VDE 0532-76-6) | 10 |
| 5.4 | DIN EN IEC 61558-1 (VDE 0570-1) | 10 |
| 5.5 | DIN EN 61558-2-20 (VDE 0570-2-20) | 10 |
| 5.6 | DIN EN IEC 61439-1 (VDE 0660-600-1) | 11 |
| 5.7 | IEC 61921 // DIN EN 61921 (VDE 0560-700) | 11 |
| 6 | Weitere Referenzen | 11 |

# Einleitung

Mit dem ZVEI-Leitfaden „Verbesserung der Spannungsqualität in elektrischen Netzen“ (Juni 2021) kamen Nachfragen aus der Fachöffentlichkeit zu einem erweiterten Überblick bezüglich aktueller Normen und Richtlinien für den Bereich Spannungsqualität in den verschiedenen Netz-Umgebungen und der in diesem Zusammenhang oftmals in Verbindung stehenden Blindleistungskompensation.
Der vorliegende Leitfaden gibt eine Zusammenstellung der wesentlichen Normen und Richtlinien, die sich mit den Grenzwerten für Störpegel in Verbindung mit den einzuhaltenden Verträglichkeitspegeln in den unterschiedlichen Netz-Umgebungen beschäftigen.
Ebenso werden Normen und Richtlinien zu Anforderungen an die Blindleistungskompensation in den unterschiedlichen Netz-Umgebungen erläutert.

Die Zusammenstellung der Normen für Bauanforderungen und Prüfvorschriften von Komponenten und Anlagen der Blindleistungskompensation runden diesen Leitfaden ab.

Das nachfolgende Schaubild gibt eine Übersicht über die Netzumgebungen und die Spannungsebenen, sowie zu definierten Punkten. Industrielle-, bzw. nicht-öffentliche Netze haben üblicherweise ebenfalls unterlagerte Spannungsebenen mit entsprechenden Verknüpfungspunkten bezüglich der Spannungsqualität und Netzrückwirkungen von Anlagen und Geräten.

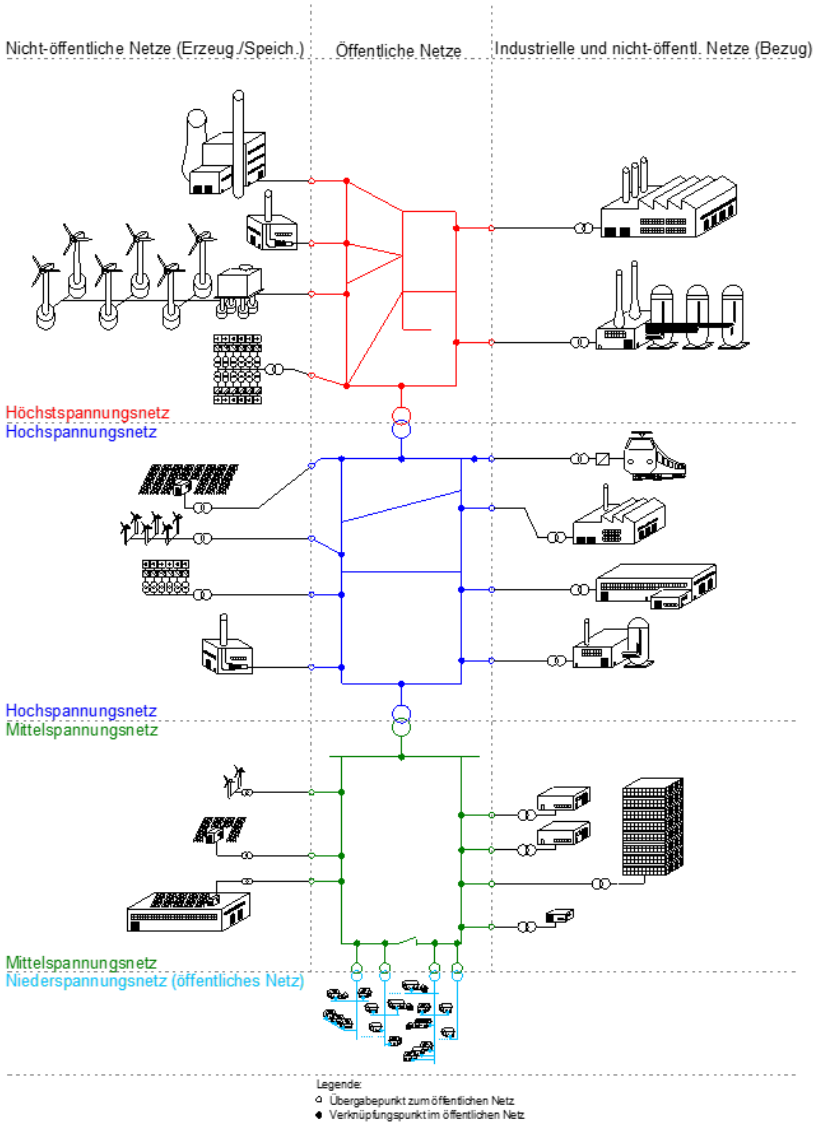


Abbildung 1: Schaubild Netzumgebungen und Spannungsebenen, Quelle: ZVEI

# 1 Anwendungsbereiche der Normen

Bezüglich der Anwendungsbereiche unterscheiden die nachfolgenden Normen jeweils nach der Netzumgebung „öffentliches Netz“ und „nicht-öffentliches (industrielles) Netz“ und der Spannungsebene.

# 2 Normen zu Merkmalen und Qualität der Spannung in Netzumgebungen

Die in den nachfolgenden Normen betrachteten Merkmale der Spannungsqualität in Wechselstromnetzen sind vielfältig.
Für die Gewährleistung einer weitgehenden einwandfreien Funktion von Geräten und Anlagen werden Grenzwerte und Verträglichkeitspegel für folgenden Merkmale der Versorgungsspannung beschrieben und definiert:

- Netzfrequenz
- Langsame Spannungsänderungen
- Schnelle Spannungsänderungen
- Flicker (wahrnehmbare Helligkeitsschwankung von Lampen)
- Phasen-Unsymmetrie bei mehrphasiger Versorgungsspannung
- Oberschwingungs- und zwischenharmonische Spannungsverzerrungen
- Supraharmonische Spannungen Spannungsverzerrungen
- Transiente Spannungen

Die Normen und die darin definierten Grenzwerte und Verträglichkeitspegel beziehen sich jeweils auf eine beschriebene Umgebung in denen Geräte und Anlagen angeschlossen sind.

## 2.1 DIN EN 50160

**Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungs-Netzen**
Ausgabe: 2020-11
Deutsche Fassung EN 50160:2010 + Cor.:2010 + A1:2015 + A2:2019 + A3:2019

Diese Norm beschreibt Merkmale der Spannung im Normalbetrieb und die Grenzen, in denen die Werte zu erwarten sind.
Die Grenzwerte innerhalb derer die Merkmale der Spannung zu erwarten sind gelten am *Übergabepunkt* zum Netznutzer in öffentlichen Nieder-, Mittel- und Hochspannungs-Wechselstromnetzen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es Stellen in öffentlichen Netzen gibt, wo diese Grenzwerte nicht eingehalten werden. Auch Ausnahmesituationen wie z. B. außergewöhnliche Wetterbedingungen, Naturkatastrophen, Störungen durch Dritte werden von der Norm nicht abgedeckt.

## 2.2 DIN EN 61000-2-2 (VDE 0839-2-2)

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-2:**
**Umgebungsbedingungen-Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen**
Ausgabe: 2020-05
(IEC 61000-2-2:2002 + A1:2017 + A2:2018); Deutsche Fassung EN 61000-2-2:2002 + A1:2017 + A2:2019

Diese Norm befasst sich mit leitungsgebundenen Störgrößen im Frequenzbereich von 0 bis 9 kHz mit einer Erweiterung bis 148,5 kHz bei Spannungen bis 420 V (einphasig) bzw. 690 V (dreiphasig) mit 50 Hz oder 60 Hz in öffentlichen Niederspannungsnetzen.

Spezifiziert werden Verträglichkeitspegel für Störgrößen, die am Verknüpfungspunkt des Verbrauchers an das Netz auftreten können. Sie sind Richtwerte für
- Die Festlegung von Grenzwerten für die Störaussendung in Industrienetzen
- Die Auswahl von Störfestigkeitsgrenzen von Geräten zum Anschluss an derartige Netze.

Die beschriebenen Störgrößen sind Spannungsschwankungen und Flicker, Oberschwingungen und Zwischenharmonische bis zur 50. Oberschwingungsordnung, höherfrequente Spannungsanteile (oberhalb der

50. Oberschwingung), Spannungseinbrüche und Kurzzeitunterbrechungen, Spannungsunsymmetrie, transiente Überspannungen, Schwankungen der Netzfrequenz, Gleichanteile und Signalübertragung.

## 2.3 DIN EN 61000-2-12 (VDE 0839-2-12)

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Teil 2-12:**
**Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Mittelspannungsnetzen**
Ausgabe: 2004-01
(IEC 61000-2-12:2003); Deutsche Fassung EN 61000-2-12:2003

Diese Norm befasst sich mit leitungsgebundenen Störgrößen im Frequenzbereich von 0 bis 9 kHz mit einer Erweiterung bis 148,5 kHz in **öffentlichen Mittelspannungsnetzen** mit 1kV bis 35 kV mit 50 Hz oder 60 Hz.

Spezifiziert werden Verträglichkeitspegel für Störgrößen, die am Verknüpfungspunkt des Verbrauchers an das Netz auftreten können. Sie sind Richtwerte für

- Die Festlegung von Grenzwerten für die Störaussendung in Industrienetzen
- Die Auswahl von Störfestigkeitsgrenzen von Geräten zum Anschluss an derartige Netze.

Die beschriebenen Störgrößen sind Spannungsschwankungen und Flicker, Oberschwingungen und Zwischenharmonische bis zur 50. Oberschwingungsordnung, höherfrequente Spannungsanteile (oberhalb der 50. Oberschwingung), Spannungseinbrüche und Kurzzeitunterbrechungen, Spannungsunsymmetrie, transiente Überspannungen, Schwankungen der Netzfrequenz, Gleichanteile und Signalübertragung.

## 2.4 DIN EN IEC 61000-2-4 (VDE 0839-2-4))

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-4:**
**Umgebungsbedingungen - Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen**
Ausgabe: 2025-10
(IEC 61000-2-4:2024); Deutsche Fassung EN 61000-2-4:2024

Diese Norm befasst sich mit leitungsgebundenen Störgrößen im Frequenzbereich von 0 bis 150 kHz mit Spannungen bis 35 kV mit 50 Hz oder 60 Hz in industriellen und nicht-öffentlichen Netzen. Ausdrücklich ausgenommen sind Netze für Schiffe, Flugzeuge, Arbeitsplattformen auf See und für Eisenbahnen.

Festgelegt werden Verträglichkeitspegel für Störgrößen, die an jedem anlageninternen Anschlusspunkt innerhalb der Netze auftreten können.
Die Verträglichkeitspegel sind Richtlinie für die Festlegung

- von Grenzwerten für die Störaussendung in Industrieverteilnetzen;
- von Störschwellen für Einrichtungen (Betriebsmittel, Geräte) die in diesen Netzen betrieben werden.

Die in der Norm behandelten Störphänomene sind Spannungsschwankungen, Spannungseinbrüche und Kurzzeitunterbrechungen, Spannungsunsymmetrie, Schwankungen der Netzfrequenz, Ober-schwingungen und Zwischenharmonische bis zur 50. Oberschwingungsordnung, höherfrequente Spannungsanteile oberhalb der 40. Oberschwingungsordnung (> 2 kHz) bis zu 150 kHz, Gleichanteile und transiente Überspannungen.

Die Verträglichkeitspegel werden für verschiedene, elektromagnetische Umgebungsklassen angegeben. Die jeweilige elektromagnetische Umgebung wird bestimmt durch die Eigenschaften des Versorgungsnetzes und die Lasten, die in den Netzen betrieben werden.

# 3 Technische Regeln für den Anschluss und den Betrieb an öffentlichen Netzen

Die VDE-Anwendungsregeln legen die Technischen Anschlussregeln (TAR) für die Planung Errichtung, Betrieb und Änderungen von Kundenanlagen an das öffentliche Netz eines Netzbetreibers der allgemeinen Versorgung fest. Diese sind die Basis für die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) des Netzbetreibers und somit Vertragsbestandteil von Netzanschlussverträgen.

Allgemein legen die Anwendungsregeln in dem Abschnitt „Netzrückwirkungen“ fest, dass Kundenanlagen in einer Weise zu planen, zu bauen und zu betreiben sind, so dass die Rückwirkungen auf das jeweilige Netz

des Netzbetreibers und somit auf die Anlagen anderer Anschlussnehmer auf ein zulässiges Maß begrenzt werden. Treten nachweislich Störungen durch die Kundenanlage auf das jeweilige Netz des Netzbetreibers auf, sind Maßnahmen zur Beseitigung in Abstimmung mit dem Netzbetreiber treffen.

Beim „Blindleistungsverhalten“ der Kundenanlage wird für MS-, HS- und HöS-Netzspannung dahingehend unterschieden, ob es sich um Kundenanlagen mit Wirkleistungsbezug oder um Kundenanlagen mit Einspeisung von Wirkleistung handelt.

## 3.1 VDE-AR-N 4105 Anwendungsregel

Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz - Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am (öffentlichen) Niederspannungsnetz
Gültige Ausgabe: 2018-11

Im Abschnitt „Netzrückwirkungen“ wird auf die zulässigen Grenzwerte der nachfolgend beschriebene VDE-AR-N 4100 verwiesen.

Im Abschnitt „Statische Spannungshaltung / Blindleistungsbereitstellung“ werden die Anforderungen an die Blindleistungsbereitstellung bei der Energielieferung zur statischen Spannungshaltung im öffentlichen Verteilnetz an Erzeugungsanlagen und/oder Speicher beschrieben.

Ein Entwurf für neue Ausgabe, voraussichtlich im Jahr 2025, der TAR-Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz wurde im Oktober 2024 zur öffentlichen Konsultation vorgelegt. Die eingegangenen Beiträge werden aktuell geprüft.

## 3.2 VDE-AR-N 4100 Anwendungsregel

Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das (öffentliche) Niederspannungsnetz und deren Betrieb (TAR-Niederspannung)
Gültige Ausgabe: 2019-04

Der Abschnitt „Netzrückwirkungen“ wurde in der Änderung A1 (VDE-AR-N 4100/A1 Anwendungsregel: 2024-07) überarbeitet. Der Abschnitte umfasst die Bewertung einzelner Geräte, die Bewertung von Kundenanlagen mit Geräten deren Anschluss an bestimmte Bedingungen geknüpft ist, sowie die Bewertungskriterien und Grenzwerte für Netzrückwirkungen für Kundenanlagen

Im Abschnitt „Blindleistungs-Kompensationseinrichtungen“ ist für elektrischer Verbrauchsmittel vorgegeben, dass diese mit dem Netzbetreiber abzustimmen sind.
Weiterhin sind besondere Anforderungen an das Blindleistungsverhalten für den Betrieb von stationären Speichern und von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge beschrieben.

Ein Entwurf für neue Ausgabe, voraussichtlich im Jahr 2025, der TAR-Niederspannung wurde im Oktober 2024 zur öffentlichen Konsultation vorgelegt. Die eingegangenen Beiträge werden aktuell geprüft.

## 3.3 VDE-AR-N 4110 Anwendungsregel

Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das *(öffentliche)* Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR-Mittelspannung)
Ausgabe: 2023-09

Der Abschnitt „Netzrückwirkungen“ umfasst alle relevanten Parameter bezüglich der nachfolgend beschriebenen Rückwirkungen von Kundenanlagen auf das Mittelspannungsnetz.

Die Grenzwerte für schnelle Spannungsänderungen durch Schaltvorgängen werden in Abhängigkeit von Häufungen und Pausenzeiten tabellarisch festgelegt.

Die zulässigen Flickerstärken aller Kundenanlagen eines Mittelspannungsnetzes sind mit spezifischen Werten angegeben. Die zulässige Flickerstärke einer einzelnen Kundenanlage wird mit einer Gleichung berechnet, wobei jeder Kundenanlage auch ein minimaler Störaussendungspegel als Grundpegel zugestanden wird.

Für die Einspeisung von Strömen von Oberschwingungen, Zwischenharmonische und Supraharmonische in den Netzanschlusspunkt werden Obergrenzen mit den jeweiligen Gleichungen in Abhängigkeit von der Anschlussleistung und den elektrischen Gegebenheiten am Netzverknüpfungspunkt ermittelt. Der Einbau von Filterkreisen zur Reduzierung von Oberschwingungsströmen erfolgen durch den Anschlussnehmer immer in Absprache mit dem Netzbetreiber.

Beim Betrieb von netzgeführten Stromrichtern darf der spezifizierte Grenzwert der relativen Tiefe der Kommutierungseinbrüche im ungünstigsten Betriebszustand nicht überschritten werden. Die Berechnungsgleichung zur Berechnung der relativen Tiefe der Kommutierungseinbrüche wird vorgegeben.

Weiterhin ist im Mittelspannungsnetz der Beitrag von Kundenanlagen zur Unsymmetrie so gering wie möglich zu halten. Hierzu kann der anteilig zulässige Gegensystemstrom rechnerisch ermittelt werden.

Abschließen werden noch die zulässigen Einflüsse auf eine ggf. vom Netzbetreiber betriebene Tonfrequenz-Rundsteueranlage angegeben. Der Anschlussnehmer darf das Mittelspannungsnetz nur zur trägerfrequenten Übertragung von Signalen nutzen, wenn der Netzbetreiber dieses ausdrücklich genehmigt hat.

Im Abschnitt „Blindleistungsverhalten“ ist der zulässige Bereich des Verschiebefaktors $\cos\varphi$ bei Kundenanlagen mit Wirkleistungsbezug beschrieben. Der Betrieb und die technische Ausführung von Kompensationsanlagen zur Einhaltung des Verschiebefaktors ist mit dem Netzbetreiber abzustimmen.
Das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Wirkleistungseinspeisung in das Mittelspannungsnetz ist im Abschnitt „Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung“ beschrieben.

## 3.4 VDE-AR-N 4120 Anwendungsregel

Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das *(öffentliche)* Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR-Hochspannung)
Ausgabe: 2018-11

Der Abschnitt „Netzrückwirkungen“ umfasst alle relevanten Parameter bezüglich der nachfolgend beschriebenen Rückwirkungen von Kundenanlagen auf das Hochspannungsnetz.
Der Grenzwert für schnelle Spannungsänderungen durch Schaltvorgänge ist für Hochspannungsnetzte im Normalschaltzustand festgelegt, insofern die rechnerische Häufigkeit und die Mindestpausenzeit der Spannungsänderungen eingehalten werden.

Die zulässigen Flickerstärken aller Kundenanlagen eines Hochspannungsnetzes sind mit spezifischen Werten angegeben. Die zulässige Flickerstärke einer einzelnen Kundenanlage wird mit einer Gleichung berechnet, wobei jeder Kundenanlage auch ein minimaler Störaussendungspegel als Grundpegel zugestanden wird.

Für Bezugsanlagen gibt der Netzbetreiber die Obergrenzen für die Einspeisung von Oberschwingungsströmen auf Basis des Leistungsbezuges der Kundenanlage und den elektrischen Gegebenheiten am Netzverknüpfungspunkt vor. Es gelten die Grenzwerte der D-A-CH-CZ – Technische Regeln für die Beurteilung von Netzrückwirkungen. Für Erzeugungsanlagen am Hochspannungsnetz sind die Obergrenzen von Oberschwingungs- und Zwischenharmonischen-Strömen in den Netzverknüpfungspunkt tabellarisch, auf die Netzkurzschlussleistung bezogen, festgelegt. Zusätzlich ist noch eine Gleichung angegeben, mit der die Tabellenwerte im Verhältnis der Netzanschlussleistung zur Referenzleistung aufzuteilen sind. Im Fall von Resonanzstellen im Hochspannungsnetz sind diese zu ermitteln (D-A-CH-CZ - Technische Regeln für die Beurteilung von Netzrückwirkungen) und die entsprechenden Tabellenwerte zu reduzieren.

Beim Betrieb von netzgeführten Stromrichtern darf der spezifizierte Grenzwert der relativen Tiefe der Kommutierungseinbrüche im ungünstigsten Betriebszustand nicht überschritten werden. Die Berechnungsgleichung zur Berechnung der relativen Tiefe der Kommutierungseinbrüche wird vorgegeben.

Bezüglich der Unsymmetrie einer Kundenanlage am Hochspannungsnetz darf ein spezifiziertes Verhältnis der Ströme von Gegen- zu Mitsystem nicht überschritten werden. Abweichungen sind nur für besondere Erzeugungsanlagen in Absprache mit dem Netzbetreiber zulässig.

Abschließen werden noch die zulässigen Einflüsse auf eine ggf. vom Netzbetreiber betriebene Tonfrequenz-Rundsteueranlage angegeben. Der Anschlussnehmer darf das Mittelspannungsnetz nur zur trägerfrequenten Übertragung von Signalen nutzen, wenn der Netzbetreiber dieses ausdrücklich genehmigt hat.

Im Abschnitt „Blindleistungsverhalten“ ist der zulässige Bereich des Verschiebefaktors cosφ bei Kundenanlagen mit Wirkleistungsbezug beschrieben. Der Betrieb und die technische Ausführung von Kompensationsanlagen zur Einhaltung des Verschiebefaktors ist mit dem Netzbetreiber abzustimmen.
Das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Wirkleistungseinspeisung in das Mittelspannungsnetz ist im Abschnitt „Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung“ beschrieben.

## 3.5 VDE-AR-N 4130 Anwendungsregel

Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das *(öffentliche)* Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR-Höchstspannung)
Ausgabe: 2018-11

Im Rahmen der übergeordneten Systemverantwortung haben die vier in Deutschland tätigen Übertragungsnetzbetreiber die Koordination der Störgrößen über alle Netzebenen hinweg zu berücksichtigen.

In dem Abschnitt „Netzrückwirkungen“ werden Richtwerte für zulässige Netzrückwirkungen beschrieben, die in Einzelfällen mit dem Anschlussnehmer abweichend vertraglich festgelegt werden können, um die Rückwirkungen der Kundenanlage auf das Höchstspannungsnetz und somit auf die Anlagen anderer Kunden auf ein zulässiges Maß zu begrenzen. Überschreiten die Störausendungen der Kundenanlage ein zulässiges Maß, sind mit dem Übertragungsnetzbetreiber Maßnahmen zur Begrenzung der Netzrückwirkungen abzustimmen und auszuführen.
Bezüglich der Einspeisung von Oberschwingungsströmen am Netzanschlusspunkt gibt der Übertragungsnetzbetreiber die Obergrenzen vor. Dabei werden die Anschlussleistung der Kundenanlage und die Netzbedingungen am Netzanschlusspunkt berücksichtigt.

Im Abschnitt „Blindleistungsverhalten“ ist der zulässige Bereich des Verschiebefaktors cosφ bei Kundenanlagen mit Wirkleistungsbezug beschrieben. Sind Kompensationsanlagen zum Einhalten des zulässigen Bereiches des Verschiebefaktors notwendig, können gleichzeitig Maßnahmen zur Begrenzung von Oberschwingungsströmen erforderlich sein. Die technische Ausführung und die Regelungsart der Kompensationsanlage sind mit dem Übertragungsnetzbetreiber abzustimmen.
Das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Wirkleistungseinspeisung in das Mittelspannungsnetz ist im Abschnitt „Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung“ beschrieben.

## 3.6 VDE-AR-N 4141-1 Anwendungsregel

Technische Regel für den Betrieb und die Planung von elektrischen Netzen – Teil 1: Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetz
Ausgabe: 2019-01

Die Anwendungsregel richtet sich an Übertragungsnetzbetreiber und an Verteilnetzbetreiber von öffentlichen und nicht-öffentlichen Verteilnetzen mit direkter Verbindung an das Übertragungsnetz.
In der Anwendungsregel werden die technischen und prozessualen Mindestanforderungen an den Schnittstellen zwischen Übertragungsnetzen der Höchstspannungsebene und den öffentlichen und nicht-öffentlichen Verteilnetzen der Hochspannungsebene zu Sicherstellung der Netz- und Systemsicherheit beschrieben.
Der Abschnitt „Anforderungen hinsichtlich der Blindleistung“ beschreibt den zwischen Übertragungsnetzbetreiber (Höchstspannungsnetz) und Verteilnetzbetreiber (Hochspannungsnetz) zu vereinbaren Blindleistungsbereich in dem der Blindleistungsaustausch, in der Regel bezogen auf eine Netzgruppe, stattfinden darf, um die statische Spannungshaltung zu gewährleisten.

## 3.7 VDE-AR-N 4141-2 Anwendungsregel

Technische Regel für den Betrieb und die Planung von elektrischen Netzen – Teil 2: Schnittstellen zwischen Verteilnetzen
Ausgabe: 2022-09
Die Anwendungsregel richtet sich an Verteilnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber angeschlossener Verteilnetze als Grundlage für einen störungsfreien Betrieb der Verteilnetze. In dem Kontext richtet sich die Anwendungsregel hauptsächlich an die Verteilnetzbetreiber der Hochspannungsebene mit angeschlossenen Verteilnetzen der Mittelspannungsebene.

Der Abschnitt „Anforderungen hinsichtlich der Blindleistung“ beschreibt den zwischen Verteilnetzbetreibern zu vereinbarenden Blindleistungsbereich, in dem der Blindleistungsaustausch stattfinden darf, um die statische Spannungshaltung zu gewährleisten.

### 3.8 D-A-CH-CZ Technische Regeln für die Beurteilung von Netzrückwirkungen

Ausgabe: Teil A – Grundlagen; 3. Ausgabe (2021)
Ausgabe: Teil B – Anforderungen und Beurteilung – Abschnitt I Niederspannung; 3. Ausgabe (2021)
Ausgabe: Teil B – Anforderungen und Beurteilung – Abschnitt II Mittelspannung; 3. Ausgabe (2021)
Ausgabe: Teil B – Anforderungen und Beurteilung – Abschnitt III Hochspannung; 3. Ausgabe (2023)

Die „Technische Regeln für die Beurteilung von Netzrückwirkungen“ ist eine von Experten aus vier Ländern (D-A-CH-CZ) hervorragend zusammengestellte Unterlage zum umfangreichen Thema Netzrückwirkungen in **öffentlichen** Versorgungsnetzen.
Unterteilt in Grundlagen (Teil A) und die Teilabschnitte B, I bis III für die jeweiligen Spannungsebenen, geben diese Technischen Regeln detaillierte, für Fachleute gut nachvollziehbare Grundlagen und Beurteilungsverfahren auf Basis von Definitionen und Normen und stellen zulässige Werte für Qualitätskenngrößen der Spannungsqualität zur Verfügung.

## 4 Normen zu Messverfahren der Spannungsqualität

Für Gerätehersteller unabhängige, verlässliche und wiederholbare Messungen der Merkmale der Spannungsqualität zu ermöglichen, sind normierte Messverfahren notwendig. Die nachfolgende Norm beschreibt die normierten Messverfahren.

### 4.1 DIN EN 61000-4-30 (VDE 0847-4-30)

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren - Verfahren zur Messung der Spannungsqualität**
Ausgabe: 2023-10
(IEC 61000-4-30:2015 + COR1:2016 + A1:2021); Deutsche Fassung EN 61000-4-30:2015 + AC:2017 + A1:2021

Für Messungen der Merkmale der Spannungsqualität, wie sie in den zuvor beschriebenen Normen und Anwendungsregeln genannt werden, sind in dieser Norm die Messverfahren für jedes relevante Merkmal und der Interpretation der Ergebnisse festgelegt. Üblicherweise werden Messungen gefordert, die das Messverfahren der Klasse A anwenden.

## 5 Normen zu Leistungskondensatoren, Filterkreisdrosseln und Schaltgerätekombinationen

In den zuvor beschriebenen Normen und Richtlinien zur Spannungsqualität wurde vielfach auf das Blindleistungsverhalten von Anlagen eingegangen. Um die Blindleistung von Kundenanlagen in den vorgegebenen Bereich zu halten, werden Blindleistungs-Kompensationsanlagen hergestellt. Zumeist werden Kompensationsanlagen zur Kompensation von induktiven Verbraucherleistungen mit verdrosselten Kondensatoren hergestellt. In besonderen Fällen sind allerdings auch Kompensationsanlagen zur Kompensation von kapazitiven Verbraucherleistungen mit Kompensationsdrosseln notwendig.
Die nachfolgende Normenzusammenstellung gibt einen Überblick über die Geräte- und Anlagennormen.

### 5.1 DIN EN 60831-1 (VDE 0560-46)

**Selbstheilende Leistungs-Parallelkondensatoren für Wechselstromanlagen mit einer Bemessungsspannung bis 1 000 V, Teil 1: Allgemeines – Leistungsanforderungen, Prüfung und Bemessung – Sicherheitsanforderungen – Anleitung für Errichtung und Betrieb**
Ausgabe: 2014-11
(IEC 60831-1:2014 + Cor.:2014); Deutsche Fassung EN 60831-1:2014

Der Anwendungsbereich der Norm IEC 60831 Teil 1 umfasst Leistungskondensatoren, die dazu bestimmt sind, den Leistungsfaktor von Wechselspannungsnetzen mit einer Nennspannung von bis zu 1.000 V und Frequenzen zwischen 15 Hz und 60 Hz zu verbessern.

Zusätzlich gilt dieser Abschnitt auch für Kondensatoren, die in Leistungs-Filterkreisen eingesetzt werden. Diese Filterkreise werden genutzt, um bestimmte unerwünschte elektrische Signale zu filtern oder zu reduzieren, um die Netzqualität sicherzustellen.

## 5.2 DIN EN 60871-1 (VDE 0560-410)

**Parallelkondensatoren für Wechselspannungs-Starkstromanlagen mit einer Bemessungs-spannung über 1 kV, Teil 1: Allgemeines**
Ausgabe: 2015-04
(IEC 60871-1:2014); Deutsche Fassung EN 60871-1:2014

Der Anwendungsbereich der Norm IEC 60871 Teil 1 gilt sowohl für Kondensatoreinheiten als auch für Kondensatorbatterien, die zur Leistungsfaktorkorrektur von Wechselstromnetzen mit einer Nennspannung über 1.000 V und Frequenzen von 15 Hz bis 60 Hz bestimmt sind.
Darüber hinaus gilt dieser Teil der IEC 60871 auch für Kondensatoren, die für den Einsatz in Leistungsfilterkreisen vorgesehen sind.

## 5.3 DIN EN 60076-6 (VDE 0532-76-6)

**Leistungstransformatoren**
Teil 6: Drosselspulen
**Ausgabe: 2009-02**
(IEC 60076-6:2007); Deutsche Fassung EN 60076-6:2008

Die genannte Norm gilt für eine Vielzahl von Drosselspulen, darunter Kompensationsdrosselspulen, Reihendrosselspulen für verschiedene Anwendungen wie Strombegrenzung, Erdungstransformatoren und andere. Sie umfasst auch Drosselspulen für Filterkreise, Dämpfung, Entladung von Kondensatoren und mehr, sowohl für Wechselstrom- als auch für Hochspannungs-Gleichstromanwendungen. Es gibt jedoch einige Ausnahmen, für die die Norm nicht gilt, wie Drosselspulen mit niedrigeren Bemessungswerten oder solche, die für spezielle Anwendungsfälle wie HF-Trägerfrequenz-Sperrkreise oder Fahrzeuganwendungen ausgelegt sind.

## 5.4 DIN EN IEC 61558-1 (VDE 0570-1)

**Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und entsprechenden Kombinationen**
Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
Ausgabe: 2019-12
(IEC 61558-1:2017); Deutsche Fassung EN IEC 61558-1:2019

Die genannte Internationale Norm legt Sicherheitsanforderungen für Transformatoren fest. Unter dem Begriff "Transformator" werden Transformatoren, Drosseln und Netzgeräte, sofern zutreffend, zusammengefasst. Teil 1 der Norm zielt darauf ab, eine Reihe von Anforderungen und Prüfungen bereitzustellen, die im Allgemeinen auf die meisten Arten von Transformatoren anwendbar sind. Diese Anforderungen können als Referenz verwendet werden, wenn sie für spezifische Anforderungen in Teil 2 der Norm benötigt werden.

## 5.5 DIN EN 61558-2-20 (VDE 0570-2-20)

**Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und entsprechenden Kombinationen**
Teil 2-20: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Kleindrosseln
Ausgabe: 2011-09
(IEC 61558-2-20:2010); Deutsche Fassung EN 61558-2-20:2011

Dieser Abschnitt der IEC 61558 behandelt die Sicherheit von Kleindrosseln für allgemeine Anwendungen. Der Begriff "Transformator" oder "Drossel" bezieht sich im Folgenden auf alle Kleindrosseln, es sei denn, es wird etwas anderes angegeben. Diese Norm gilt für ortsfeste oder ortsveränderliche, einphasige oder mehrphasige luftgekühlte Drosseln für allgemeine Anwendungen, einschließlich verschiedener Typen wie Wechselstrom-, vormagnetisierte und stromkompensierte Drosseln, unabhängige Drosseln oder Gerätedrosseln. Die Spannung und Frequenz der Drosseln sollten bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten, ebenso wie die Bemessungsleistung. Es gibt spezifische Werte für einphasige und mehrphasige Drosseln. Diese Norm gilt für Trockendrosseln, unabhängig davon, ob ihre Wicklungen vergossen sind oder nicht.

## 5.6 DIN EN IEC 61439-1 (VDE 0660-600-1)

**Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, Teil 1: Allgemeine Festlegungen**
Ausgabe: 2021-10
(IEC 61439-1:2020); Deutsche Fassung EN IEC 61439-1:2021

Der Anwendungsbereich der Norm umfasst Verteiler, die ein oder mehrere Niederspannungsschaltgeräte sowie zugehörige Geräte zur Steuerung, Messung, zum Schutz und zur Regelung enthalten, sowie alle internen elektrischen und mechanischen Verbindungen und Konstruktionselemente.
Die Norm behandelt hauptsächlich drei Hauptbereiche:
Sicherheit: Dies umfasst Aspekte wie Spannungsfestigkeit, Kurzschlussfestigkeit, Strombelastbarkeit, Schutz gegen elektrischen Schlag sowie Beständigkeit gegenüber Hitze und Feuer.
Funktion der Anlage: Hier geht es um den Schutz vor Umwelteinflüssen, die Betriebsfähigkeit, die Stabilität der Funktionen sowie Installation, Anschluss und Inbetriebnahme.
Verfügbarkeit: Dies beinhaltet Vorgaben für die Wartung, den Austausch von Bauteilen sowie Änderungen oder Erweiterungen einer bestehenden Anlage.

## 5.7 IEC 61921 // DIN EN 61921 (VDE 0560-700)

**Leistungskondensatoren – Kondensatorbatterien zur Korrektur des Niederspannungsleistungsfaktors**
Ausgabe. 2017-06 // 2004-02
(IEC 61921:2003); Deutsche Fassung EN 61921:2003

Die vorliegende internationale Norm behandelt Wechselspannungs-Kondensatorbatterien im Niederspannungsbereich, die dazu dienen, den Leistungsfaktor zu korrigieren. Sie legt Richtlinien für deren Bemessung, Errichtung, Betrieb und Sicherheit fest. Diese Kondensatorbatterien sind mit einer eingebauten Schaltanlage oder einem Schaltgerät ausgestattet, um sie mit dem Netz zu verbinden oder davon zu trennen, um den Leistungsfaktor zu korrigieren. Aufgrund der Vielzahl von Kondensatortypen und verschiedenen Einflussfaktoren kann es jedoch keine einfachen Regeln geben, die alle möglichen Fälle abdecken. Die Norm konzentriert sich daher auf die wichtigsten Punkte, die berücksichtigt werden müssen, und es wird empfohlen, auch die Anweisungen der Hersteller und der Energieversorgungsunternehmen zu beachten.

# 6 Weitere Referenzen

Leitfaden - Verbesserung der Spannungsqualität in elektrischen Netzen
ZVEI Fachverband Starkstromkondensatoren, Juni 2021

Empfehlungen zu Oberschwingungs- und Leistungsmessungen in elektrischen Netzen
ZVEI Fachverband Starkstromkondensatoren, April 2018

Einsatz neuer Technologien zur Blindleistungskompensation in elektrischen Netzen
ZVEI Fachverband Starkstromkondensatoren, Dezember 2012

Leitfaden für die gegenseitige Bereitstellung von Blindleistung an der Schnittstelle zwischen Netzbetreibern
www.netztransparenz.de, 07. November 2024

**Kontakt**
Dr. Marcus Dietrich • Geschäftsführer • Power Capacitors and Power Quality • Bereich Energie
Mobil: +49 162 2664- 928 • E-Mail: Marcus.Dietrich@zvei.org

ZVEI e. V. • Verband der Elektro- und Digitalindustrie • Amelia-Mary-Earhart-Str. 12 • 60549 Frankfurt a. M.
Lobbyregisternr.: R002101 • EU Transparenzregister ID: 94770746469-09 • www.zvei.org

Datum: 30.10.2025