



## Versorgungs- zuverlässigkeit und Spannungsqualität in Deutschland

Fakten





# Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität in Deutschland

## Fakten

© Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN)  
Bismarckstraße 33, 10625 Berlin  
Telefon: + 49 (0) 30 3838687 0  
Fax: + 49 (0) 30 3838687 7  
E-Mail: [fnn@vde.com](mailto:fnn@vde.com)  
Internet: [www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)



# Inhalt

<b>Aspekte der Versorgungsqualität</b> .....	<b>3</b>
Versorgungszuverlässigkeit .....	4
Spannungsqualität .....	4
<b>Versorgungszuverlässigkeit</b> .....	<b>5</b>
Qualitätsregulierung .....	5
Statistiken des VDE FNN .....	6
Verfügbarkeitsstatistik .....	6
Ergebnisse der Verfügbarkeitsstatistik .....	7
Störungsstatistik .....	7
Ergebnisse der Störungsstatistik .....	8
Kurze Versorgungsunterbrechungen (bis 3 Minuten) .....	9
Merkmale der Versorgungsspannung .....	9
<b>Spannungsqualität</b> .....	<b>10</b>
Netzbetreiber .....	10
Netzkunden .....	10
Gerätehersteller .....	11
Erwartungshaltung an die Spannungsqualität .....	11
Störfestigkeit .....	12
Sonderfall: Anschluss von Industriekunden .....	12
<b>Fazit: Das optimale Netz zur Sicherung der Versorgungsqualität</b> .....	<b>13</b>

## Aspekte der Versorgungsqualität

Im Zuge der Energiewende und der damit einhergehenden technischen Weiterentwicklung der Netze rücken Fragen der Versorgungsqualität in den Fokus. Dazu bedarf es einer differenzierten Betrachtung derer verschiedenen Bereiche.

Die Versorgungsqualität umfasst die Bereiche:

- Versorgungszuverlässigkeit
- Spannungsqualität und
- Servicequalität



*Bild 1 Versorgungsqualität in der elektrischen Energieversorgung*

## Versorgungszuverlässigkeit

Die Versorgungszuverlässigkeit wird durch die Anzahl und Dauer von Versorgungsunterbrechungen gekennzeichnet. Sie zeigt auf, ob ein elektrisches System seine Versorgungsaufgaben unter vorgegebenen Bedingungen während einer bestimmten Zeitspanne erfüllen kann. Für die Bewertung der Versorgungszuverlässigkeit werden die Versorgungsunterbrechungen beim Letztverbraucher (Netzkunden) ausgewertet. Hierzu gibt es international und europaweit abgestimmte Definitionen für Kenngrößen, wie zum Beispiel die der Nichtverfügbarkeit in Minuten pro Jahr [1, 2]. Diese Kenngrößen sind auf Kriterien ausgerichtet, die durch den Netzbetreiber beeinflusst werden können. Damit können die Kenngrößen als Grundlage für eine Qualitätsregulierung dienen. Wichtig ist, dass sie mit vertretbarem Aufwand erfasst werden können.

## Spannungsqualität

Die Spannungsqualität wird durch europäische und internationale Normen gekennzeichnet. Kurzgefasst beschreibt sie die Übereinstimmung zwischen den physikalischen Werten der Netzspannung, wie sie z.B. beim Kunden ankommen, und den vom Betreiber zugesagten Eigenschaften der Netzspannung. Die Spannungsqualität wird von verschiedenen teilweise komplexen Einflussgrößen bestimmt. Dies erschwert eine einfache Zuordnung der verschiedenen Effekte auf einen bestimmten Verursacher.

Die Spannungsqualität wird bestimmt durch

- das Netz des Betreibers und dessen Schalthandlungen
- Netzurückwirkungen von Erzeugungsanlagen und Verbrauchsgeräten beim Kunden. Diese sind vom Netzbetreiber nur sehr eingeschränkt und indirekt durch Normen oder Verträge beeinflussbar.
- weitere Einflussgrößen, wie z.B. atmosphärischen Erscheinungen (u.a. Gewitter, Sturm oder Raureif) oder Fremdeinwirkungen (u.a. Kabelschaden durch Bagger), die zu Erd- oder Kurzschlüssen führen können.

Das bedeutet, dass im Falle einer Störung nicht ohne weiteres geklärt werden kann, wo genau die Ursachen für einen bestimmten Vorgang liegen. Die Ursache kann beispielsweise beim von der Störung betroffenen Netzkunden selbst, bei einem anderen Kunden (z.B. in der Nachbarschaft) oder beim Netzbetreiber liegen. Dabei können sich auch mehrere Ursachen überlagern. Einzelne Effekte und Störgrößen breiten sich außerdem unterschiedlich aus.

Aufgrund ihrer Komplexität werden die Bereiche Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität im Folgenden getrennt betrachtet.

Die Bereiche Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität müssen getrennt betrachtet werden.

## Versorgungszuverlässigkeit

### Qualitätsregulierung

Deutschland zeichnet sich im Vergleich zu den europäischen Nachbarländern durch eine sehr hohe Zuverlässigkeit der Netze aus. Der Gesetzgeber hat die Einführung einer Qualitätsregulierung vorgeschrieben, um zu verhindern, dass Kosteneinsparungen und damit die vorgeschriebenen Erlösabsenkungen die Versorgungsqualität beeinträchtigen. Durch die Einführung der Qualitätsregulierung ist die Versorgungszuverlässigkeit mit einem Preis verbunden worden und wird damit zu einem entscheidenden Faktor für die Netzbetreiber. Das Ziel der Regulierung ist eine gesamtwirtschaftliche Optimierung der Netze, wobei von politischer Seite vorausgesetzt wird, dass die gegenwärtige Versorgungszuverlässigkeit beibehalten wird.

Dazu wurde von der Bundesnetzagentur der Wert der ausgefallenen Kilowattstunde ermittelt und als Monetarisierungsfaktor (18 ct/min/Kunde/Jahr) für die Berechnung von Bonus-/Maluswerten, die als Grundlage für die Bewertung von Investitionen in Maßnahmen zur Verbesserung der Versorgungszuverlässigkeit dienen, zugrunde gelegt. Einen Bonus erhält der Netzbetreiber, dessen Versorgungszuverlässigkeit besser ist als der Referenzwert für vergleichbare Betreiber. Ein Malus wird angerechnet, wenn der entsprechende Referenzwert nicht erreicht wird. Zu diesem Zweck erfasst die BNetzA die entsprechenden Kenndaten aller Netzbetreiber.

Vor diesem Hintergrund und mit Blick auf die zuverlässige Versorgung aller Kunden in ihren jeweiligen Netzgebieten müssen Betreiber den Netzbetrieb ständig optimieren.

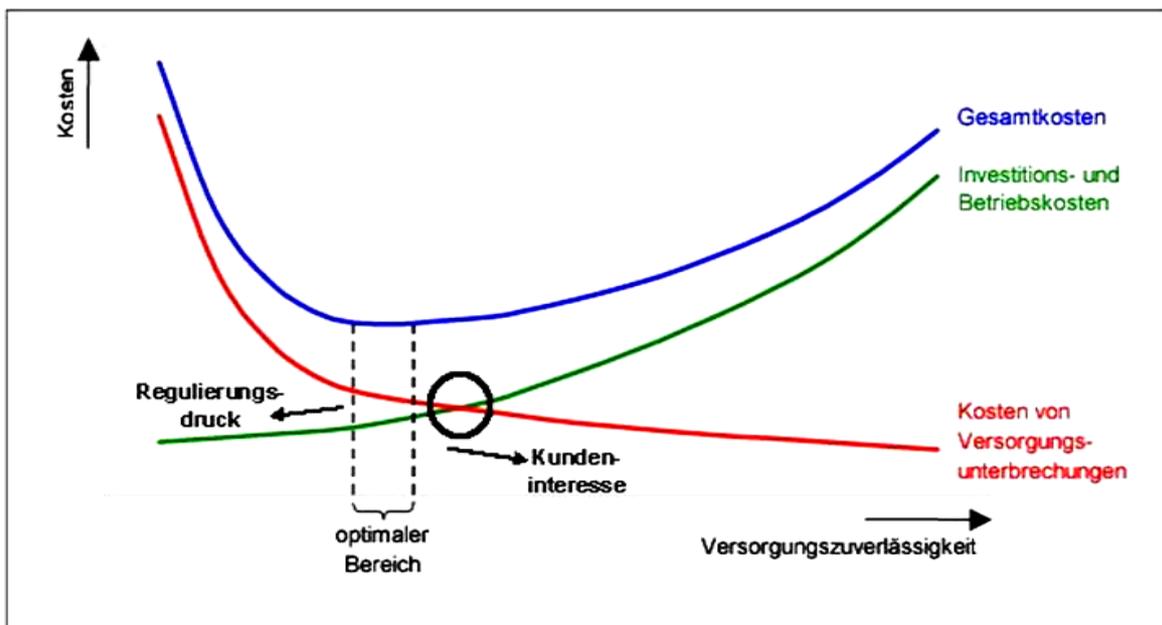


Bild 2 Grundlegende Zusammenhänge zwischen Qualität und Kosten

Ziel der Qualitätsregulierung ist eine gesamtwirtschaftliche Optimierung der Netze, wobei von politischer Seite vorausgesetzt wird, dass die gegenwärtige Versorgungszuverlässigkeit beibehalten wird. Aufgabe der Netzbetreiber ist die Optimierung für die Gesamtheit ihrer Kunden in ihrem Netzgebiet.

## Statistiken des VDE|FNN

VDE|FNN erfasst jährlich auf freiwilliger Basis die Störungs- und Verfügbarkeitsdaten von Netzbetreibern der allgemeinen, elektrischen Energieversorgung in Deutschland. Diese umfassen rund 80 % der deutschen Stromnetze auf einer repräsentativen Basis. Die Auswertung dieser Daten erfolgt anonymisiert und kumuliert. Jährlich wird hierzu eine Broschüre veröffentlicht, in der wesentliche Kenngrößen übersichtlich in einem 5-Jahresfenster dargestellt werden. Somit ist auch eine Einordnung der jeweiligen Jahresergebnisse in einen größeren zeitlichen Zusammenhang möglich.

Die gemeldeten Daten werden jährlich ausgewertet und in Form des Berichtes „FNN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik“ veröffentlicht [3].

Die Statistik umfasst zwei Schwerpunkte:

- Verfügbarkeitsstatistik mit Fokus auf die Verfügbarkeit beim Netzkunden (Letztverbraucher)
- Störungsstatistik, in der stochastische Störungen mit Fokus auf das Betriebsgeschehen im Netzbetrieb ausgewertet werden



## Verfügbarkeitsstatistik

In der Verfügbarkeitsstatistik werden alle wesentlichen Kennzahlen an der Schnittstelle zu den angeschlossenen Letztverbrauchern mit der Aufteilung auf die jeweiligen Spannungsebenen bzw. Störungsanlässe dargestellt. Dabei wird beispielsweise zwischen störungsbedingten und angekündigten Ausschaltungen mit Versorgungsunterbrechung unterschieden. Fokus ist also die konkrete Verfügbarkeit beim Netzkunden. Kennzahlen dazu werden auch von der Bundesnetzagentur erfasst bzw. dienen als Grundlage für internationale oder europäische Vergleiche. Bei Störungen im Hoch- oder Höchstspannungsnetz werden Versorgungsunterbrechungen als Rückwirkung auf der Mittelspannungsebene registriert. So werden aus Netzkunden-Sicht alle relevanten Vorgänge aus allen Spannungsebenen erfasst und ausgewertet.

Eckpunkte der FNN-Verfügbarkeitsstatistik:

- Störungen mit Versorgungsunterbrechungen in Niederspannungs- und Mittelspannungsnetzen mit einer Dauer > 3 Minuten
- Kenngrößen gemäß international abgestimmter Kennzahlen [4]:
  - Unterbrechungshäufigkeit  $H_U$  (mittlere Anzahl der Versorgungsunterbrechung pro „Kunde“ und Jahr)
  - Unterbrechungsdauer  $T_U$  (mittlere Dauer der Versorgungsunterbrechung pro Jahr)
  - Nichtverfügbarkeit  $Q_U$  (mittlere Dauer der Versorgungsunterbrechung pro „Kunde“ und Jahr).
- Mittlere maximale Wiederversorgungsdauer.

- ✓ Störungen mit Versorgungsunterbrechungen in Niederspannungs- und Mittelspannungsnetzen machen den Hauptteil der vom Netzkunden wahrgenommenen Verfügbarkeit aus.
- ✓ Gemäß international abgestimmter Verfahren werden für Versorgungsunterbrechungen mit einer Dauer > 3 Minuten folgende Kenngrößen ermittelt
  - Unterbrechungshäufigkeit
  - Unterbrechungsdauer
  - Nichtverfügbarkeit.
- ✓ Ergänzend kann daraus z.B. die mittlere maximale Wiederversorgungsdauer ermittelt werden.

### Ergebnisse der Verfügbarkeitsstatistik

Die mittlere Nichtverfügbarkeit im Berichtszeitraum 2011 betrug 16,2 Minuten (2010: 16,1 Minuten) pro Stromkunde. Damit wird das hohe Niveau der vergangenen fünf Jahre gehalten. Störungen infolge höherer Gewalt wurden dabei nicht berücksichtigt. Die mittlere Nichtverfügbarkeit pro Stromkunde mit Berücksichtigung der Störungen infolge höherer Gewalt lag in 2011 bei 17,7 Minuten (2010: 22,2 Minuten). Der Anteil der geplanten Versorgungsunterbrechungen lag in 2011 auf einem geringen Niveau von 11,5 Minuten pro Stromkunde (2010: 11,1 Minuten). In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, dass dieser Wert erzielt werden konnte, obwohl in 2011 häufig geplante Ausschaltungen zum Anschluss dezentraler Erzeugungsanlagen notwendig waren.

Deutschland belegt im europäischen Vergleich nach wie vor einen Spitzenplatz bei der Versorgungszuverlässigkeit.

- Fälle von Höherer Gewalt nicht berücksichtigt
- Fälle von Höherer Gewalt berücksichtigt

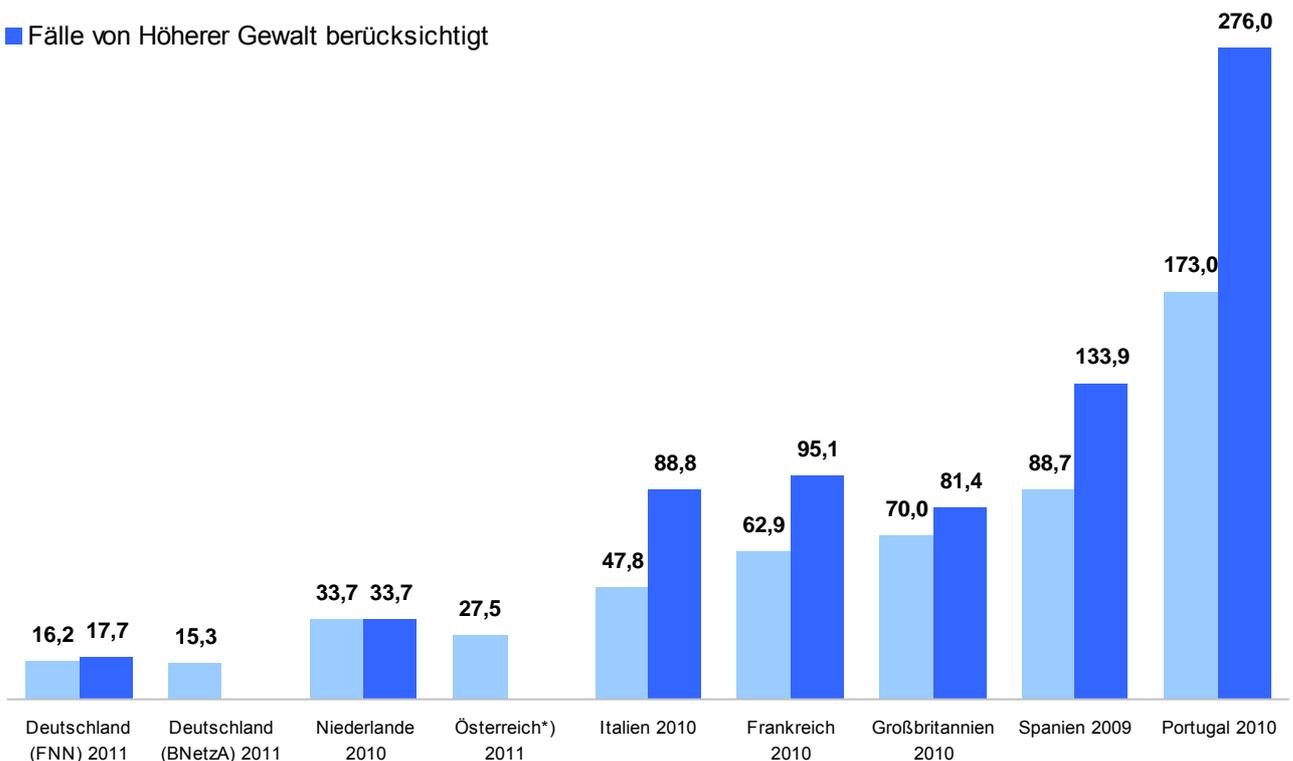


Bild 3: Übersicht Nichtverfügbarkeit 2011 in min/a im europäischen Vergleich (Stand 09/2012)

\*) ohne Niederspannung; Quellen: Council of European Energy Regulators (CEER); Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN), Berlin

### Störungsstatistik

Im Rahmen der Störungsstatistik werden seit rund zwanzig Jahren Störungen erfasst. Die Auswertungen geben den Netzbetreibern nützliche Hinweise zur weiteren Optimierung des Netzbetriebes. Zudem dienen sie als Basis zur Ermittlung von Betriebsmittelkennwerten für Zuverlässigkeitsberechnungen. Im Fokus sind Störungen in Mittelspannungs-, Hochspannungs- und Höchstspannungsnetzen. Erfasst werden dabei unter anderem der Ort des Fehlers, der Anlass der Störung und die Angaben zum Störungsverlauf.

Eine Störung mit Versorgungsunterbrechung liegt vor, wenn die Versorgung eines oder mehrerer Netzkunden und gegebenenfalls Weiterverteiler länger als eine Sekunde unterbrochen wird, unabhängig davon, wie viele Leiter betroffen sind. Arbeiten von Umschaltautomatiken, erfolgreiche automatische Wiedereinschaltungen (AWE) und kurzzeitige Ausschaltungen zur Erdschlusssuche (bis zu einer Dauer von drei Minuten) werden generell nicht als Versorgungsunterbrechungen erfasst. Spannungseinbrüche, Spannungsschwankungen oder Frequenzabweichungen, die zu keiner Änderung des Schaltzustandes führen, zählen hier nicht als Störungen [5]. Dies gilt auch für solche Ereignisse, die sich über mehrere Spannungsebenen auswirken und bei Letztverbrauchern oder Weiterverteilern unter Umständen Auslösungen bewirken.

### Ergebnisse der Störungsstatistik

Die Auswertung zeigt, dass die Häufigkeit der Ereignisse, die zu einem Spannungseinbruch führen, über mehrere Jahre stabil geblieben ist. Spannungseinbrüche durch Fehler in Kundenanlagen bleiben dabei unberücksichtigt, außer diese führen zu Versorgungsunterbrechungen, Schaltzustandsänderungen oder Isolationsfehlern im Netz.

Beispielhaft wird in Bild 4 die zeitliche Entwicklung der in der FNN-Störungsstatistik erfassten Ereignisse, die im Netz der öffentlichen elektrischen Energieversorgung zu einem Spannungseinbruch führen, aufgezeigt. Ein Zusammenhang mit der seit vielen Jahren stetig wachsenden Zahl dezentraler Erzeugungsanlagen lässt sich hier nicht erkennen.

Die Häufigkeit der Ereignisse, die zu einem Spannungseinbruch führen, ist über die vergangenen Jahre stabil geblieben.

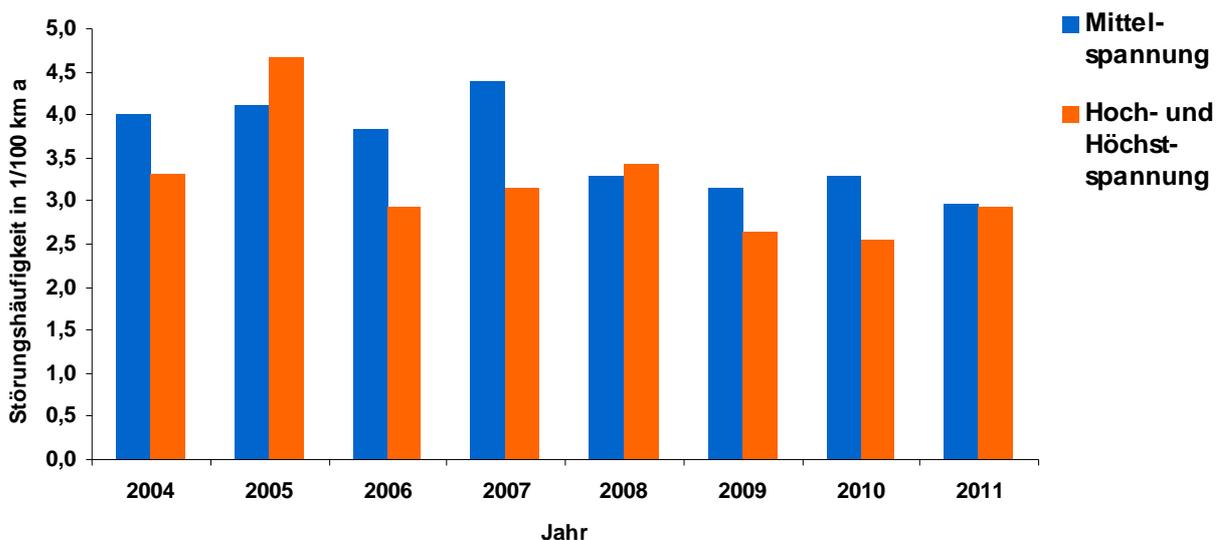


Bild 4: Entwicklung der in der FNN-Störungsstatistik erfassten Ereignisse, die zu einem Spannungseinbruch führen

### Kurze Versorgungsunterbrechungen (bis 3 Minuten)

Deutsche Netze sind europaweit am sichersten. Die Grundlage dafür ist unter anderem ein ausgefeiltes gestuftes Schutzsystem, das beispielsweise von Kurzschlüssen betroffene Leitungen kurzfristig identifiziert und diese Kurzschlüsse durch automatische Aus- und ggf. Wiedereinschaltung von Leitungen automatisch und in sehr kurzer Zeit beseitigt. Dieser Vorgang (Fehlersuche – Suche nach Fehlerart und Fehlerort – Fehlerbeseitigung) findet größtenteils im Millisekunden- bis Sekundenbereich statt, kann aber, abhängig vom Fehler und vom Fehlerort, bis zu einer Minute andauern. Vorgänge dieser Art finden täglich und in großer Zahl in den Netzen statt. Schaltvorgänge, v.a. auch solche, die durch Schutzeinrichtungen ausgelöst werden, sind für den Netzbetrieb unabdingbar, um größere Auswirkungen und längere Versorgungsunterbrechungen zu vermeiden.

Die Zahl der kurzen Versorgungsunterbrechungen bzw. Spannungseinbrüche korreliert stark mit atmosphärischen Einwirkungen (wie z.B. Gewitter, Windböen) sowie Fremdeinwirkungen. Daher gibt es in diesem Fall kaum nennenswerte Eingriffsmöglichkeiten.

### Merkmale der Versorgungsspannung

Die Merkmale der Versorgungsspannung sind in der europaweit geltenden Norm EN 50160 beschrieben [6]. Darin sind unter anderem für den Normalbetrieb in der Niederspannung folgende Merkmale gelistet (Auszug):

Merkmale	Wertebereich
Netzfrequenz	49,5 Hz bis 50,5 Hz
Langsame Spannungsänderung	230 V ± 10 %
Schnelle Spannungsänderung	230 V ± 5 % (selten bis 10 %)
Spannungseinbrüche (≤ 1 min)	Einige 10 bis 100 pro Jahr Einbruch (10-60 %)
Kurze Versorgungsunterbrechung (<3 Min)	Einige 10 bis mehrere 100 pro Jahr (Spannung < 1 % U <sub>c</sub> )

## Spannungsqualität

Die Spannungsqualität wird bestimmt durch die Qualität des jeweiligen Netzes sowie durch Netzurückwirkungen von Erzeugungsanlagen und Verbrauchsgerten. Netzurückwirkungen von Erzeugungsanlagen und Verbrauchsgerten können nur indirekt durch Normen und Verträge beeinflusst werden. Einige Merkmale, wie kurze Versorgungsunterbrechungen, werden stark durch atmosphärische Erscheinungen (Gewitter, Windböen) oder durch Eingriffe Dritter (z.B. durch Erd- und Baggararbeiten) beeinflusst.

### Netzbetreiber

Netzbetreiber leisten einen wesentlichen Beitrag zur Spannungsqualität, indem sie entsprechende Maßnahmen ergreifen, beispielsweise

- Netzausbau bei steigender Netzlast,
- permanente Netzüberwachung und -führung,
- Einsatz leistungsfähiger Betriebsmittel und Steuerungen,
- Begrenzung der Rückwirkung störender Kundengeräte auf die Versorgungsspannung.

### Netzkunden

Sowohl Verbraucher als auch Erzeuger können neutral oder netzstützend wirken. Ebenso können sie Netzurückwirkungen verursachen, die negative Auswirkungen auf das Netz selbst oder andere Nutzer, etwa am Nachbaranschluss, haben.

Negative Netzurückwirkungen sind beispielsweise

- Oberschwingungen (Schwingungen mit anderer Frequenz als 50 Hz, produziert u.a. durch Gleichrichter wie in Fernsehgeräten, Energiesparlampen, EDV-Geräten und Geräten der Unterhaltungselektronik, durch Frequenzumrichter für Drehstrommotoren, wie Pumpen, Papiermaschinen und Bandsägen oder Klimageräte oder durch Wechselrichter wie in Windkraftanlagen)
- Flicker (Flackern oder Flimmern, das durch Lastschwankungen beispielsweise bei Widerstandsschweißmaschinen oder Lichtbogenöfen verursacht wird), die zum Beispiel beim Glühlampenlicht direkt wahrgenommen werden können
- Unsymmetrien (durch einphasigen Anschluss leistungsstarker Verbraucher oder Erzeuger, wie z.B. Durchlauferhitzer, oder PV-Anlagen), die unter anderem zur Überhitzung von Motoren führen können.



Bild 5 Anforderungen und Rückwirkungen der Netzkunden

## Gerätehersteller

Hersteller bauen ihre Geräte nach den geltenden Produktnormen, die weltweit (größtenteils über IEC) abgestimmte Anforderungen an die Störfestigkeit (in welchem Rahmen der sichere Betrieb zuverlässig möglich sein muss) und an die zulässigen Störaussendungen (welche negativen Rückwirkungen auf das Netz zulässig sind) beschreiben. Damit können Geräte im Normalbetrieb weltweit sicher betrieben werden, ohne dass sich beispielsweise Nachbarn gegenseitig beeinträchtigen.

Die Konstruktion moderner Geräte erfolgt zunehmend nach der Vorgabe ‚Leistungselektronik statt Kupfer‘. Dies bedeutet, dass keine echten Transformatoren und keine großen (Glättungs-)kondensatoren und demnach auch weniger Energiespeicher verwendet werden. So können auch sehr kurze Spannungseinbrüche (die es schon immer gab) Auswirkungen auf den Betrieb der Geräte haben.

## Erwartungshaltung an die Spannungsqualität

Die Ansprüche der Stromverbraucher an die Qualität der Spannung sind insbesondere durch die hohe Empfindlichkeit von IT-Geräten deutlich gestiegen. So reagieren elektronische Steuerungen in höchstem Maße sensibel auf Spannungsschwankungen, auch wenn sich diese nur innerhalb eines Bruchteils von Sekunden abspielen. Da die Netzkunden nahezu beliebige Geräte und Anlagen weitgehend ohne Rücksprache mit dem Netzbetreiber anschließen und betreiben können, sind die Betreiber bestenfalls in der Lage, die Qualität der Versorgungsspannung in einem statistischen Rahmen unter Kontrolle zu halten [6]. Somit besteht ein geringes Risiko, dass ein Gerät ausfällt. Wenn dieses technisch unvermeidbare Restrisiko im Einzelfall abgesichert werden soll, sollten entsprechende Maßnahmen direkt dort aufgegriffen werden, wo der Bedarf besteht, in diesem Fall also direkt an der jeweiligen Kundenanlage.

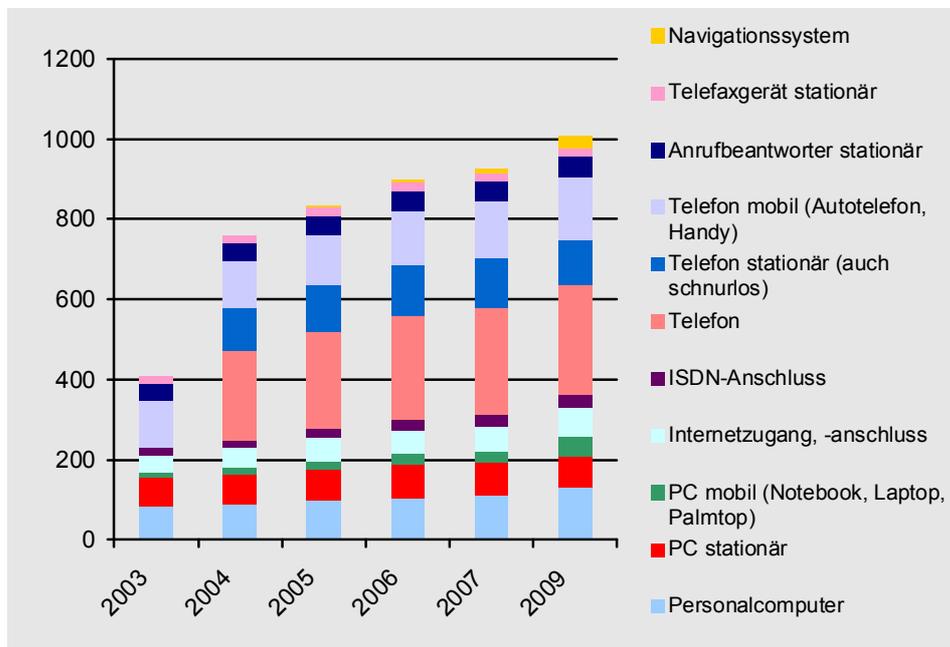


Bild 6: Ausstattung privater Haushalte<sup>1</sup> mit ausgewählten Gebrauchsgütern - Ausstattungsbestand je 100 Haushalte<sup>2</sup>: Informationsgeräte; Quelle: Statistisches Bundesamt 2011

<sup>1</sup> Ohne Haushalte von Selbstständigen und Landwirten/-wirtinnen und ohne Haushalte mit einem monatlichen Haushaltsnettoeinkommen von 18 000 Euro und mehr.

<sup>2</sup> Anzahl der in den Haushalten vorhandenen Gebrauchsgüter, bezogen auf hochgerechnete Haushalte der jeweiligen Spalte.

Das Bild 6 zeigt beispielhaft den Zuwachs an Geräten der Informationstechnik mit Gleichrichtern in deutschen Haushalten. Diese Geräte verursachen Netzrückwirkungen. Auf der Erzeugerseite wächst die Anzahl von Photovoltaik-Anlagen und Windenergieanlagen, die ebenfalls durch Wechselrichterbetrieb Netzrückwirkungen bewirken.

- ✓ Die bei den Netzkunden eingesetzten Geräte und Anlagen werden empfindlicher.
- ✓ Manche Störungen werden mitunter häufiger wahrgenommen, beispielsweise Spannungseinbrüche.
- ✓ Andere Störungen werden seltener als früher wahrgenommen, wie z.B. Flicker.

### Störfestigkeit

Die Störfestigkeit ist die Resistenz eines Systems gegen externe Störquellen, die es ihm bis zu einem gewissen Grad erlaubt, ungestört arbeiten zu können. Normen, die die Grenzwerte für die Störfestigkeit beschreiben, lehnen sich größtenteils an die Merkmale der Versorgungsspannung gemäß EN 50160 an.

Die europaweit geltende Norm EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“ [6] muss zusammen mit den Normen für Installationen, Isolationskoordinationen, Gerätesicherheit und zur elektromagnetischen Verträglichkeit/Störfestigkeit (EN 61000) weiter entwickelt werden. Der Fokus liegt dabei auf möglichen neuen Geräten und Anlagen auf der Verbraucher- sowie der Erzeugerseite. Darüber hinaus spielen hier Veränderungen im Systembetrieb der elektrischen Energieversorgung durch neue Betriebsmittel, wie z.B. den regelbaren Ortsnetztransformatoren, eine Rolle.

- ✓ Eine Voraussetzung für einen sicheren und zuverlässigen Systembetrieb ist, dass die Netzrückwirkungen der an das Netz angeschlossene Betriebsmittel, Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen in einem verträglichen Rahmen gehalten werden.

### Sonderfall: Anschluss von Industriekunden

Durch Kurzschlüsse entstehen in Hoch- und Höchstspannungsnetzen Spannungseinbrüche, die sich trichterförmig ausbreiten. Bei Kunden innerhalb dieses Trichters senkt sich die anstehende Spannung ab. Dort reagieren dann u.U. bereits eingebaute Sicherheitseinrichtungen (Spannungsüberwachungsschutz) und schalten ab, um die Anlage zu schützen. Mögliche Fehler bei der Einstellung der Schutzparameter können dabei zu unnötigen Abschaltungen und somit zu eigentlich vermeidbaren Einschränkungen in der Kundenanlage führen.

Der Anschluss von Industriekunden erfolgt abhängig von deren individuellen Anforderungen und wird im Netzanschlussvertrag geregelt. Möglich sind etwa ein einfacher oder ein unabhängiger doppelter Netzanschluss. In Schmelzwerken können bei längerem Stromausfall große Schäden dadurch entstehen, dass die Schmelze in den Öfen abkühlt, sich verfestigt und vor Wiederinbetriebnahme mühselig entfernt werden muss. Im schlimmsten Fall muss der komplette Ofen ersetzt werden. Bei chemischen Prozessen und in Walzstraßen können auch Schäden durch kurze Versorgungsunterbrechungen entstehen, wenn hierdurch die Steuerung aufwendiger Produktionsprozesse ausfällt.

## Fazit: Das optimale Netz zur Sicherung der Versorgungsqualität

Die Geräte der Netzkunden sind unterschiedlich sensibel und reagieren teilweise schon auf kleinste Abweichungen oder Störungen. Selbst sehr kurze Versorgungsunterbrechungen können bei besonders empfindlichen elektronischen Steuerungen zu Beeinträchtigungen führen. In Industriebetrieben sind oft ganze Produktionsstraßen mit entsprechenden Steuerungen ausgestattet. Ausfälle können hier also große Schäden verursachen. Industriekunden mit besonders empfindlichen Steuerungen schützen die betreffenden Komponenten durch Vorschaltung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung, die genau für dieses Bauteil ausgelegt ist. Das ist aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoller als die pauschale Absicherung ganzer Netzteile.

Zusammengefasst muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen:

- Privatkunden (hohe Versorgungszuverlässigkeit bei niedrigen Netzentgelten)
- Industriekunden (teilweise höchste Versorgungszuverlässigkeit mit besonderen Ansprüchen hinsichtlich einer Aufwandsminimierung bei der Ersatzstromversorgung o.ä.)
- Gerätehersteller (geringer Aufwand für Störfestigkeit elektrischer Geräte)
- Netzbetreiber (niedrige Investitions- und Betriebskosten).

Eine volkswirtschaftliche Sicht bei der Auswahl technischer Maßnahmen hilft Kosten zu begrenzen:

- Was ist technisch zu akzeptablen Kosten machbar?
- Welche Aufwendungen sind auf Netzseite realistisch, beispielsweise unter Berücksichtigung technischer Aspekte, wie Schutzauslösezeiten?
- Welche Aufwendungen sind auf Kundenseite sinnvoll leistbar, beispielsweise im Bereich der Störfestigkeit betriebener Geräte oder in Form geeigneter Vorsorgemaßnahmen? Um dies zu beurteilen ist eine entsprechende kundeneigene und prozessabhängige Bewertung notwendig.

Entsprechende Abwägungen müssen im Einzelfall erfolgen. Bei Bedarf werden geeignete Maßnahmen bilateral zwischen Netzbetreiber und Netzkunde vereinbart.

- ✓ Wenn in Einzelfällen höhere Anforderungen an die Versorgungsqualität bestehen, so sind entsprechende optimale Vorsorgemaßnahmen häufig nur direkt in der abzusichernden Anlage umzusetzen, wenn sie kostengünstig realisiert werden können.

- [1] CEER: 5TH CEER BENCHMARKING REPORT ON THE QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY 2011, 2012
- [2] FNN: Versorgungszuverlässigkeit im Kontext der Qualitätsregulierung – Untersuchungsergebnisse und Ausblick, August 2011, erhältlich unter [www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)
- [3] FNN: Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik - Berichtsjahr 2011, erhältlich unter [www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)
- [4] DISQUAL: Distribution Study Committee, UNIPED Group of Experts, 50.05.DISQUAL, Availability of Supply Indices UNIPED, Ref. 05005Ren9733, Paris, 1997
- [5] FNN: Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik – Anleitung - Systematische Erfassung von Störungen und Versorgungsunterbrechungen in elektrischen Energieversorgungsnetzen und deren statistische Auswertung, 2012, erhältlich unter [www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)
- [6] EN 50160: Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

BNetzA	Bundesnetzagentur
CEER	Council of European Energy Regulators
DISQUAL	Distribution Quality
HöS	Höchstspannung ( $\geq 220$ kV)
HS	Hochspannung ( $>60$ kV und $<220$ kV)
IEC	International Electrotechnical Commission
MS	Mittelspannung ( $\geq 6$ kV und $\leq 60$ kV)
NS	Niederspannung ( $\leq 6$ kV)
UNIPED	Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique

