

Grundlagen, Bedeutung, Definition der Versorgungsqualität

Basics, Relevance, Definition of Supply Quality

Prof. Dr.-Ing. Wolfram H. Wellßow, Siemens AG, Erlangen, Deutschland

Kurzfassung

In Europa aber auch weltweit werden von Regulierungsbehörden zunehmend Vorgaben zur Sicherung der Versorgungsqualität gemacht, da die Marktkräfte allein aufgrund des natürlichen Monopols der Netzbetreiber keinen wirtschaftlichen Anreiz zur Aufrechterhaltung des Qualitätsstandards bieten können. Die ETG veranstaltet die Fachtagung "Versorgungsqualität" im Rahmen des VDE Kongresses 2008 um die damit zusammenhängenden Aspekte zu diskutieren. Der einleitende Beitrag beinhaltet Definitionen und Bedeutung der Versorgungsqualität

Abstract

In Europe, but also worldwide regulatory bodies have been publishing an increasing number of power quality standards, since due to the natural monopoly of network operators market forces alone do not provide sufficiently high economic incentives to sustain these quality levels. During the 2008 VDE Congress ETG will hold a symposium on Power Quality to discuss any related issues. This introductory presentation will provide definitions and illustrate the importance of power quality.

1 Einleitung

Die Märkte für elektrische Energie in Europa werden durch die Liberalisierung und eine Hinwendung zu einem gemeinsamen, offenen Markt geprägt. Der Wettbewerb und insbesondere Maßnahmen der Regulierungsbehörden haben zu erheblichem Kostendruck auf die Netzbetreiber geführt. Eine drastische Reduzierung des Personalstands und insbesondere der Investitionen und des Instandhaltungsaufwands sind die Folge.

Fragen der Versorgungsqualität sind zunächst in den Hintergrund geraten. Neben dem Mangel an verbindlichen Bewertungskriterien spielt hier noch ein Umstand eine Rolle, der typisch für den Elektrizitätsmarkt in Europa ist: Anders als bei sonstigen Produkten bestimmt bei der elektrischer Energie nicht der Erzeuger, sondern weitestgehend der Transporteur, das heißt der Netzbetreiber, die Qualität des gelieferten Produkts (Bild 1).

Da das Netz ein natürliches Monopol darstellt, kann der klassische "Qualität versus Preis" Wettbewerb nicht oder nur eingeschränkt funktionieren. Hinzu kommt, dass Einsparungen etwa bei Instandhaltungsmaßnahmen oder Re-

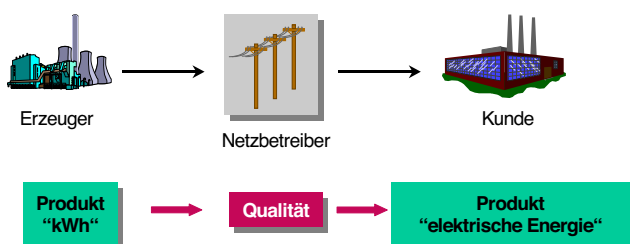


Bild 1 Verantwortung der Netzbetreiber für die Produktqualität

Investitionen erst nach relativ langen Zeitkonstanten signifikant auf Qualitätsmerkmale durchschlagen.

Anreize für eine Qualitätssicherung können entweder das Vergleichsmarktprinzip oder Qualitätsvorgaben der Regulierungsbehörden schaffen, wobei beide Kriterien, Preis der Netznutzung und Qualität der Netzdienstleistung, betrachtet werden müssen. Wegen des unverändert hohen Qualitätsniveaus beschränkt sich die öffentliche Diskussion in Deutschland bisher jedoch im Wesentlichen auf Preisvergleiche. Dennoch wird die Sicherung der Versorgungsqualität in liberalisierten Märkten zunehmend von staatlichen Aufsichtsbehörden thematisiert. Waren erste Vorgaben für einzuhaltende Standards der Versorgungszuverlässigkeit in den USA und Neuseeland noch die Folge von ausufernden Versorgungsunterbrechungen, so entstehen verbindliche Vorgaben seit einigen Jahren präventiv auch auf nationaler Ebene in Europa [1]. Auch die Bundesnetzagentur, der u.a. die Regulierung des Elektrizitätsmarktes in Deutschland obliegt, wird in zwei Stufen eine Qualitätsregulierung einführen (Bild 2)

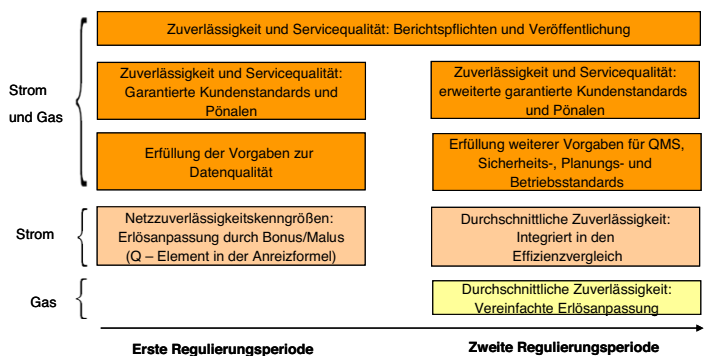


Bild 2 2-stufige Implementierung der Qualitätsregulierung in Deutschland [2]

2 Definitionen

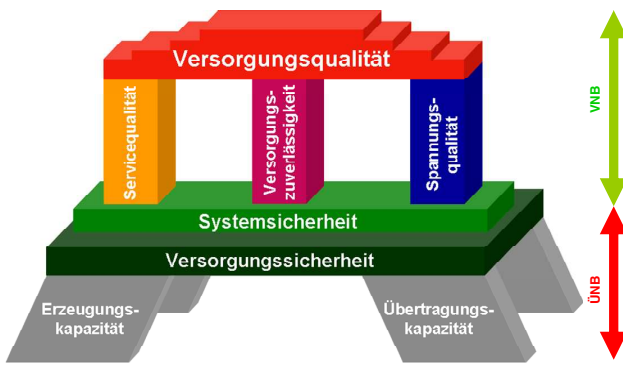


Bild 3 Elemente der Versorgungsqualität

Bild 3 zeigt das „Gebäude“ der Versorgungsqualität [3]. Die „Fundamente“ der Versorgungssicherheit sind eine ausreichende Erzeugungskapazität (nebst den erforderlichen Primärenergieträgern) sowie ausreichende Übertragungskapazitäten im Verbundnetz. Die sachgerechte Ausstattung mit schutz- und leitetechnischen Einrichtungen sowie die Einhaltung von betrieblichen Spielregeln gewährleisten die Systemsicherheit [4]. Dies ist Aufgabe der Übertragungsnetzbetreiber [5].

Die Versorgungsqualität und insbesondere die Zuverlässigkeit der Versorgung von Endkunden werden dagegen weitgehend von den Verteilnetzen bestimmt. Bild 4 zeigt das Ergebnis von Beispielrechnungen.

	Versorgungsunterbrechungen	Spannungsqualität	
		Spannungseinbrüche > 30 %	Oberschwingungspegel
Erzeugung	0 %	0 %	0 %
220/380-kV-Netze	0,1 %	74 %	= 0 %
110-kV-Netze	2 %	13 %	25 %
MS-Netze	98 %	13 %	75 %

Bild 4 Entstehungsort von Qualitätsproblemen.

Lediglich Spannungseinbrüche werden überwiegend in Übertragungsnetzen verursacht, allerdings ist die Restspannung meist höher als bei Vorgängen in Verteilnetzen, so dass sie für die Kunden geringere Auswirkungen haben. Alle anderen Qualitätsprobleme haben Ihre Ursachen weit überwiegend in den Verteilnetzen.

Die Versorgungszuverlässigkeit wird üblicherweise durch die Merkmale Unterbrechungshäufigkeit, Nichtverfügbarkeit sowie Unterbrechungsdauer beschrieben. Dabei werden häufig Unterbrechungen mit einer Dauer unter drei Minuten und solche, die durch äußeren Einfluss oder höhere Gewalt verursacht werden, für die Bewertung der Versorgungsqualität ausgenommen. Als quantitative Kenngrößen werden erfasst die Anzahl der Unterbrechungen bezogen auf die Gesamtzahl aller Kunden (SAIFI) oder der betroffenen Kunden (CAIFI) in Anzahl pro Jahr,

die Gesamtdauer der Nichtverfügbarkeit bezogen auf die Gesamtzahl aller Kunden (SAIDI) oder der betroffenen Kunden (CAIDI) in Stunden pro Jahr und die Unterbrechungsdauer eines einzelnen Ereignisses in Stunden [6]. Ferner werden auch die mit der unterbrochenen installierten Leistung gewichtete Nichtverfügbarkeit (TIEPI) und Unterbrechungshäufigkeit (NIEPI) als Maß herangezogen [7].

Neben der Versorgungszuverlässigkeit bildet die Spannungsqualität die zweite Säule der Versorgungsqualität (Bild 3). Sie umfasst alle Abweichungen von der idealen 50 Hz Sinusform der dem Kunden an der Übergabestelle angebotenen Netzspannung. Dies sind vor allem Abweichungen der Spannungshöhe (kurz- und langzeitige Spannungsabweichungen) sowie der Anteil von Oberschwingungen und Unsymmetrien [8]. Hinzu kommen Abweichungen der Frequenz, die aber im UCTE-System von untergeordneter Bedeutung sind.

Die dritte Säule der Versorgungsqualität bildet die Qualitätssicherung im Bereich Service und Dienstleistungen. Die sog. Servicequalität kann vereinfacht aufgeteilt werden in Dienstleistungen, die vor dem Zustandekommen einer Versorgung notwendig sind, d.h. im Wesentlichen die Bereitstellung von Informationen zu den Versorgungsbedingungen, und Transaktionen im Zuge der Versorgung. Zu den letzteren gehören die regelmäßigen Transaktionen wie Rechnungsstellung und Zahlungsverkehr, sowie spontan erforderliche Dienstleistungen, wie die Antwort auf Kundenanfragen und –reklamationen oder die rechtzeitige Ankündigung von geplanten Versorgungsunterbrechungen. Als Maß für die Qualität dienen in der Regel die Reaktionszeiten bei Kundenanfragen und die Häufigkeit von Fehlern bei Vorgängen wie Rechnungsstellung, Terminvereinbarung oder Unterbrechungsankündigungen.

3 Bedeutung

Die meisten Merkmale der Versorgungsspannung, etwa langsame und schnelle Spannungsänderungen, Flicker, transiente Überspannungen, Spannungsunsymmetrien sowie Oberschwingungsspannungen, lassen sich repräsentativ nur schwer statistisch erfassen, da sie zahlreichen lokalen Einflüsse aus der näheren Umgebung einer Kundenanlage oder aus der Kundenanlage selbst unterliegen.

Demgegenüber ist die Versorgungszuverlässigkeit sehr wohl statistisch erfassbar. Aus Sorge um die Festsetzung praxisfremder Mess- und Grenzwerte für die Versorgungsqualität wurde bereits 1993 von UNIPEDDE begonnen, mögliche Merkmale und Kenngrößen zu erarbeiten [9].

Ein Vergleich der Versorgungszuverlässigkeit in den verschiedenen Ländern der Europäischen Union ist nicht uneingeschränkt möglich, da Erfassungsart und Auswertung zum Teil erheblich differieren. Auch ist ein Vergleich zwischen verschiedenen Unternehmen aufgrund der teilweise völlig unterschiedlichen Strukturen nicht ohne wei-

teres zulässig. Weiter stehen nicht in allen Ländern statistische Daten zu Niederspannungsstörungen oder zu geplanten Abschaltungen zur Verfügung oder die Daten stammen nur von wenigen Unternehmen und können nicht verallgemeinert werden.

Der Vergleich der störungsbedingten Nichtverfügbarkeit je Kunde und Jahr nach Bild 5 ist daher mit Vorsicht zu bewerten. Leider hat Deutschland an der Benchmark-Studie der CEER im Jahre 2005 in Ermangelung eines Regulators zu diesem Zeitpunkt nicht teilgenommen, so dass die Zahl von 18,3 Minuten/Jahr Nichtverfügbarkeit für Deutschland aus anderen Quellen stammt [3]. Dennoch zeigen sich erhebliche Unterschiede und der Schluss ist zulässig, dass die Versorgungszuverlässigkeit in Deutschland eine Spitzenstellung einnimmt. Dies ist auch der Grund dafür, dass der Fokus der Regulierungsbehörde bisher auf Kostensenkung gerichtet war.

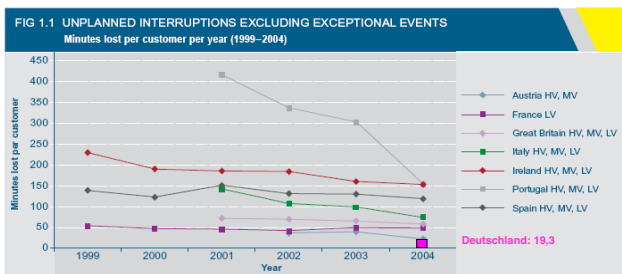


Bild 5 Benchmarkstudie der CEER zur Versorgungszuverlässigkeit von Endkunden [10]

Im zeitlichen Trend ist jedoch in allen Ländern eine Annäherung zu beobachten. In Ländern mit hoher Zuverlässigkeit werden die Netzstrukturen aus Kostengründen vereinfacht, in Ländern mit schlechterer Versorgungszuverlässigkeit wurden und werden zum Teil erhebliche Anstrengungen unternommen, die Qualität zu verbessern.

Dennoch besteht eine gewisse Besorgnis, dass aufgrund des steigenden Kostendrucks und der sich verändernden Erzeugungsstruktur in Deutschland die Versorgungsqualität in Mitleidenschaft gezogen werden könnte.

Bild 6 zeigt die wesentlichen Einflussgrößen, die die Versorgungszuverlässigkeit kurz- und mittelfristig beeinträchtigen können. Eine vergleichende Quantifizierung wäre wünschenswert, ist aber schwierig und stark von

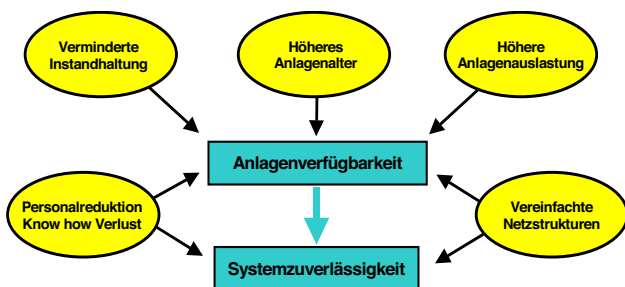


Bild 6 Einflussgrößen auf die Systemzuverlässigkeit [11]

lokalen Gegebenheiten abhängig. Daher werden hier nur qualitative Aussagen gemacht.

Die vielfach diskutierten vereinfachten Netzstrukturen werden kurzfristig naturgemäß eine untergeordnete Rolle spielen, da sie erst allmählich im Rahmen von Um- oder Neubaumaßnahmen realisiert werden. Ihre Konsequenzen sind mit den heute zur Verfügung stehen Verfahren zur Zuverlässigkeitsanalyse sehr genau quantitativ vorhersehbar.

Als besonders kritisch ist die Kombination aus verminderten Instandhaltungsaktivitäten bei steigendem Anlagenalter und gleichzeitig höherer Anlagenauslastung zu sehen. Dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass heute bereits ein erheblicher Teil der Anlagen in den Verteilnetzen älter als 30 Jahre ist. Bei einer Re-Investitionsquote von derzeit nur etwa 1% pro Jahr wird dieser Anlagenbestand in den nächsten Jahren die bisher als kritisch angesehene Grenze von 40 Betriebsjahren praktisch unverändert überschreiten. Geeignete Alterungsmodelle oder Statistiken, die eine Aussage über die zu erwartende Anlagenverfügbarkeit erlauben, sind entweder nur rudimentär oder gar nicht vorhanden.

Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass nicht nur die Anlagen altern sondern auch das Instandhaltungs-, Betriebsführungs- und Entstöpersonal. In vielen Unternehmen fehlt aufgrund des Einstellungsstopps in den vergangenen Jahren der Nachwuchs und die Alterspyramide hat sich entsprechend ungünstig entwickelt. Zusammen mit dem bereits erfolgten massiven Personalabbau ist durch das Ausscheiden von erfahrenen Mitarbeitern aus dem Erwerbsleben mit einem vermehrten know-how-Verlust zu rechnen.

Die Qualitätsregulierung soll hierzu ein Gegengewicht schaffen. Die grundlegende Idee besteht darin, ein gesamtwirtschaftliches Optimum aus den Kosten des Netzbetriebes und den Kosten der Kunden, die durch mangelnde Qualität hervorgerufen werden, anzustreben, Bild 7.

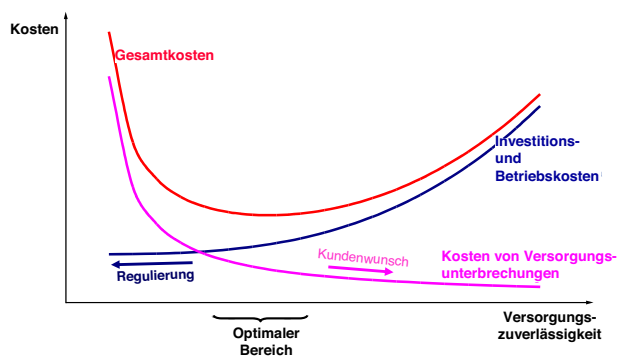


Bild 7 Prinzipieller Zusammenhang zwischen Gesamtkosten und Versorgungsqualität

So einleuchtend und wünschenswert eine derartige Optimierung aus volkswirtschaftlicher Sicht ist, so schwierig ist sie in der Praxis umzusetzen. Während das Kosten-Nutzen Verhältnis bei einzelnen Maßnahmen auf Seiten der Netzbetreiber durchaus quantifizierbar ist, ist eine allgemeine statistische Aussage wegen der hohen Individualität der Netze und der Vielfalt der möglichen Maßnahmen außerordentlich schwierig. Noch schwerer ist es, fundierte Aussagen über die Kosten auf Kundenseite zu machen aufgrund der großen Vielfalt der Kundenprozesse, deren Störungskosten zudem noch zeitlich höchst variabel sind.

Da die Minimierung der Kosten der Kunden nicht per se das Ziel der Netzbetreiber in einem liberalisierten Marktumfeld sein kann, ist es Aufgabe der Regulierungsbehörden, durch eine geeignete Qualitätsregulierung dieses Optimum anzustreben.

Dies ist für alle Beteiligten, die Netzbetreiber, die Kunden aber auch für die herstellende Industrie, von hoher Bedeutung. Für die Netzbetreiber stellen der Q-Faktor und/oder drohende Pönalen bei Qualitätsproblemen einen erheblichen wirtschaftlichen Faktor dar. Es ist zu erwarten, dass wenn die Qualitätsregulierung einmal eingeführt sein wird, auf Seiten der Netzbetreiber eine Optimierung der Gesamtkosten erfolgen wird, also Ausgaben zur Qualitätssicherung versus regulierte Kosten bei Qualitätsproblemen. Dies kann auch dazu führen, dass Qualitätsprobleme bewusst in Kauf genommen werden, wenn etwa Gegenmaßnahmen teurer wären als Pönalen.

Damit wird über die Qualitätsregulierung und insbesondere über die Höhe der Pönalen indirekt langfristig das zukünftige Qualitätsniveau bestimmt werden. Dies ist einerseits der gewünschte Steuerungseffekt, andererseits besteht die Gefahr, dass durch fehlerhafte oder unzureichende Qualitätsregulierung ein Qualitätsniveau eingestellt wird, dass nicht dem gewünschten volkswirtschaftlichen Optimum entspricht.

Die herstellende Industrie ist über den Umweg des Investitionsverhalten und der Spezifikation von Anlagen ebenso betroffen.

Letztendlich ist der Hauptbetroffene natürlich der Kunde. Denn er muss sowohl alle Kosten tragen als auch mit dem sich einstellenden Qualitätsniveau zurechtkommen.

4 Struktur der Fachtagung

Die vorgenannten Aspekte sind für die ETG Anlass genug, dem Thema Versorgungsqualität erneut eine Fachtagung zu widmen. Sie ist in vier Sessions gegliedert:

- Normen und Richtlinien
- Wert und Kosten der Versorgungsqualität
- Qualitätsregulierung im In- und Ausland
- Technik

Ziel ist es, einen umfassenden Überblick über die aktuelle Entwicklung zu geben und insbesondere auch die Aspekte der bevorstehenden Qualitätsregulierung zu beleuchten.

5 Literatur

- [1] Pitz, V.; Wellßow, W.H.: Sicherung der Versorgungsqualität in Europa. Elektrizitätswirtschaft 101 (2002), Heft 12, 22-25.
- [2] Bericht der Bundesnetzagentur nach §112a EnWG zur Einführung der Anreizregulierung nach §12aEnWG, 30.06.2008, www.bundesnetzagentur.de
- [3] Hellmuth, H.: Übersichtsvortrag, ETG-Fachtagung Versorgungsqualität – Kosten und Nutzen, 16.-17. Januar 2007, Mannheim
- [4] UCTE Operation Handbook. www.ucte.org
- [5] Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung, 7. Juli 2005, BGBl 2005, 1970 (3621), "Energiewirtschaftsgesetz"
- [6] IEC (50) 191-3 Dependability and Quality of Service
- [7] Rivier, J.; Ignacio de la Fuente, J.; Gómez, T.; Román, J.: Power Quality Regulation under the New Regulatory Framework of Distribution Systems. Proceedings of the 13th PSCC Vol. 2 pp 891-897, Trondheim, Norway, June 1999
- [8] DIN EN 50160: Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen. März 2000
- [9] UNIPEDA, Distribution Study Committee, 50.05.DISQUAL, Availability of Supply Indices, July 1997, Ref. 05005REN9733
- [10] CEER: Third Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply 2005, www.energy-regulators.eu
- [11] Schnettler, A.; Schwan, M.; Wellßow, W.H.: Einflussfaktoren auf die Zuverlässigkeit. ETG-Tagung "Zuverlässigkeit in der Stromversorgung", (2003), Mannheim