

Entwicklungstendenzen bei der Verbesserung der Versorgungsqualität

Improving the Quality of Power Supply – Current Developments and Experiences

Steffen Klinger, DREWAG – Stadtwerke Dresden GmbH, Dresden, Deutschland, steffen_klinger@drewag-netz.de

Dr. Christian Unger, Siemens AG, Erlangen, Deutschland, christian.unger@siemens.com

Kurzfassung

Eine hohe Versorgungsqualität spielt in Industrienetzen mit empfindlichen Prozessen eine zunehmende Rolle. Das betrifft insbesondere die Häufigkeit und Dauer von Spannungseinbrüchen, aber auch die Versorgungszuverlässigkeit gewinnt weiter an Bedeutung. Somit müssen die Planungen für das Kundennetz unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen der versorgten Prozesse frühzeitig mit den Gegebenheiten und Möglichkeiten des versorgenden öffentlichen Netzes abgeglichen und optimiert werden. Dieser Vortrag stellt die Erfahrungen eines städtischen Energieversorgers dar und verweist auf mögliche Lösungsansätze im Netz als auch auf der Kundenseite auf der Basis praktischer Beispiele.

Summary

A high quality of power supply plays a more and more important role especially for industrial networks with sensitive processes connected. Major concern is the frequency and duration of voltage dips, but also the importance of the supply reliability is increasing further. Accordingly, planning the power supply of an industrial network with sensitive processes supplied require an early consideration of the present situation and development possibilities of the supplying public network. This paper summarises the experiences of an urban utility and points out solutions possible in the network as well as in the customer's installation.

1 Einleitung

Die Versorgungsqualität basiert auf den Säulen Versorgungszuverlässigkeit, Spannungs- und Servicequalität. In den Netzen der öffentlichen Energieversorgung stellt sich basierend auf den angewandten Grundprinzipien der Netz- und Anlagengestaltung sowie der gewählten Betriebsführungs- und Ertüchtigungskonzeption für vergleichbare Anschlusspunkte im Netz ein Basiswert der Versorgungsqualität ein [1]. Die Beeinflussbarkeit dieses Basiswertes ist bekanntermaßen nur innerhalb der langfristig orientierten Investitionszyklen möglich.

Untersucht man die Qualitätsparameter im internationalen Vergleich, nehmen deutsche Netzbetreiber immer wieder eine führende Position ein. Die parallel diskutierten Netzentgelte stellen letztlich ein Maß für die Aufwendungen dar, die zu diesem Qualitätsniveau geführt haben und zu dessen Aufrechterhaltung erforderlich sind.

1.1 Versorgungsqualität versus Anreizregulierung

Unbestreitbar wächst der Kostendruck auf die Netzbetreiber im Rahmen der ab 2009 greifenden 1. Stufe der Anreizregulierung. Die Einhaltung von Effizienzvorgaben

wird zwangsläufig zur kritischen Prüfung der Investitions- und Aufwandsplanung führen. Parallel stellt der Gesetzgeber Optimierungsmöglichkeiten auf der Erlösschiene in Aussicht, u. a. im Rahmen einer noch zu definierenden Qualitätsregulierung. Kernaufgabe eines jeden Netzbetreibers wird es also zukünftig sein, eine Optimierungsfunktion zu finden, welche das kostenoptimale Netz (im Sinne der Anreizregulierungsverordnung) im Rahmen der gesetzlichen sowie technischen Möglichkeiten mit der maximal möglichen Versorgungsqualität verknüpft.

1.2 Kundenoptimale Versorgungsqualität

Versorgungsqualität um jeden Preis war und ist nicht Gegenstand der Netzgestaltung. Der Gesetzgeber fordert eine „... möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche Versorgung“ [2]. Augenblicklich ist der öffentliche Fokus stark auf die preisgünstige Versorgung ausgerichtet.

Dieser Interessenskonflikt ist nicht neu. Einerseits profitieren Kunden, welche auf Grund der vorgehaltenen Versorgungsqualität ihre eigenen Aufwendungen reduzieren können. Dem stehen Kunden gegenüber, welche eigentlich ein niedrigeres Qualitätsniveau akzeptieren würden, aber das höhere Niveau mitbezahlen.

Im Sinne der o. g. Optimierungsfunktion wird somit zukünftig das allgemeine Qualitätsniveau durchaus geringfügig sinken, kundenoptimierte Lösungen hingegen zunehmen.

2 Prinzipien der Netzgestaltung

Das Hoch- und Mittelspannungsnetz der DREWAG – Stadtwerke Dresden GmbH entspricht dem üblichen (n-1)-Kriterien. Gewährleistet wird dies durch ein vermaschtes 110-kV-Netz, automatisierte Umspannwerke sowie ein MS-Netz mit normal offenen Ringen als Basisvariante. Im Niederspannungsnetz wird ausschließlich ein Strahlennetz betrieben.

Den Schwerpunkt in der Betriebsführung bilden die Aktivitäten, welche der umfassenden Überwachung und Steuerung des Stromversorgungsprozesses im Normalbetrieb wie auch im gestörten Betrieb dienen. Ein Hauptaugenmerk ist dabei auf die gezielte Reduzierung von störungsbedingten Unterbrechungszeiten gerichtet.

Von besonderer Bedeutung hierbei sind:

- die zeitnahe Verfügbarkeit von Prozessdaten
- die fernwirktechnische Verfügbarkeit von Schaltern im Netz
- die schnelle Erreichbarkeit und Mobilität des Betriebspersonals
- eine optimal auf den konkreten Anlagenbestand ausgerichtete Instandhaltungsstrategie.

3 Anschlusslösungen im Mittelspannungsnetz

Basierend auf kundenindividuellen Anforderungen sind verschiedene Anschlusslösungen zur bedarfsgerechten Hebung des Qualitätsniveaus partnerschaftlich festzulegen. Basislösung ist eine Einschleifung in einen normal offen betriebenen Ring mittels einer Lastschaltanlage. Darüber hinaus steht von einer Fernüberwachung / Fernsteuerung ausgehend über eine Einbindung in einen normal geschlossenen Ring bis hin zu verschiedenen Zweiteinspeisungen ein entsprechender Variantenfächer zur Auswahl. Zweiteinspeisungen hingegen, welche eine Sicherheitsstromversorgung garantieren, werden aus Gründen der Planungsflexibilität und der resultierenden Einschränkungen in der Netzföhrung aktuell nicht mehr angeboten.

Geprägt durch die verstärkte Ansiedlung von Unternehmen der Mikroelektronik ab Mitte der 90er Jahre am Standort Dresden wurden Lösungen zur weiteren Erhöhung der Versorgungsqualität entwickelt, welche im folgenden näher dargestellt werden sollen.

3.1 Exklusivtransformator

Durch die Anschaltung über einen Exklusivtransformator können Kunden mit einem entsprechend hohen Leistungsbedarf das Störgeschehen des öffentlichen MS-Netzes komplett ausblenden. Lediglich die Spannungseinbrüche des vorgelagerten Netzes und anschlusspezifische Einflüsse bleiben unbeeinflusst.

Resultat in der Praxis ist eine Versorgung praktisch ohne Unterbrechung sowie ein Rückgang der Spannungseinbrüche auf ca. 20 % des mittleren Niveaus des MS-Netzes.

3.2 MS-Anschluss mit dynamischen Speicher

Sind Leistungsbedarf und die Anforderungen an die Versorgungszuverlässigkeit über eine MS-seitige Anbindung abdeckbar, so stellt dieser Anschluss in Kombination mit einem dynamischen Speicher eine sinnvolle Alternative dar (s. **Bild 1**) [3]. Alle netzseitigen Spannungseinbrüche und kurzzeitigen Spannungsunterbrechungen (bei vorhandener gesicherter Zweiteinspeisung nach DIN VDE 0100) bleiben ohne Auswirkung auf den Kunden.

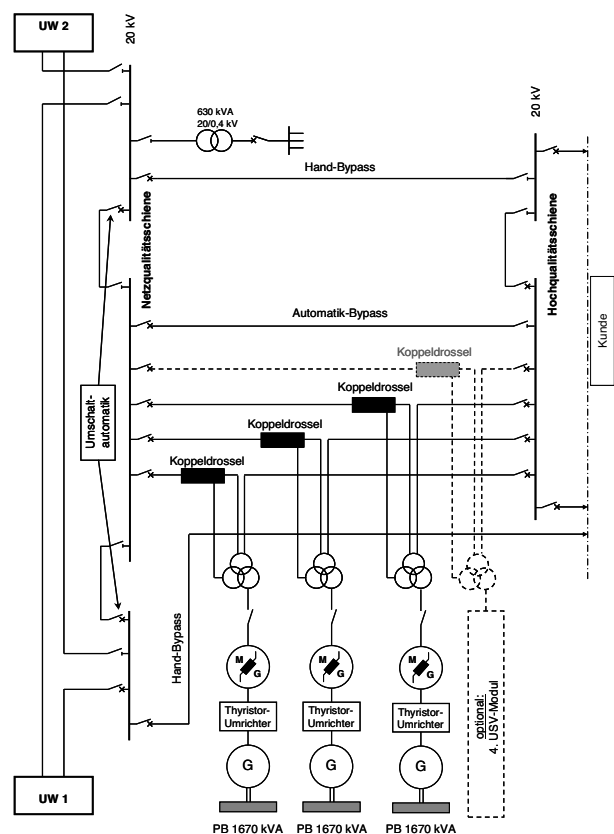


Bild 1 Anschlusslösung mit USV im Mittelspannungsnetz

3.3 BHKW mit dynamischem Speicher und Exklusivtransformator

Benötigt der Kunde neben dem reinen Medienbedarf für Strom und Gas auch Prozesswärme bzw. -kälte mit höchsten Qualitätsparametern, ist eine USV-gestützte BHKW-Lösung eine interessante Alternative (s. **Bild 2**). Der Netzparallelbetrieb wird auch hier bei entsprechendem Leistungsbedarf über einen Exklusivtransformator gewährleistet.

In diesem besonderen Fall arbeitet die USV in einem permanenten Teillastbetrieb, sie gleicht Lastschwankungen im Netzparallelbetrieb bzw. Frequenzschwankungen im Inselbetrieb aus.

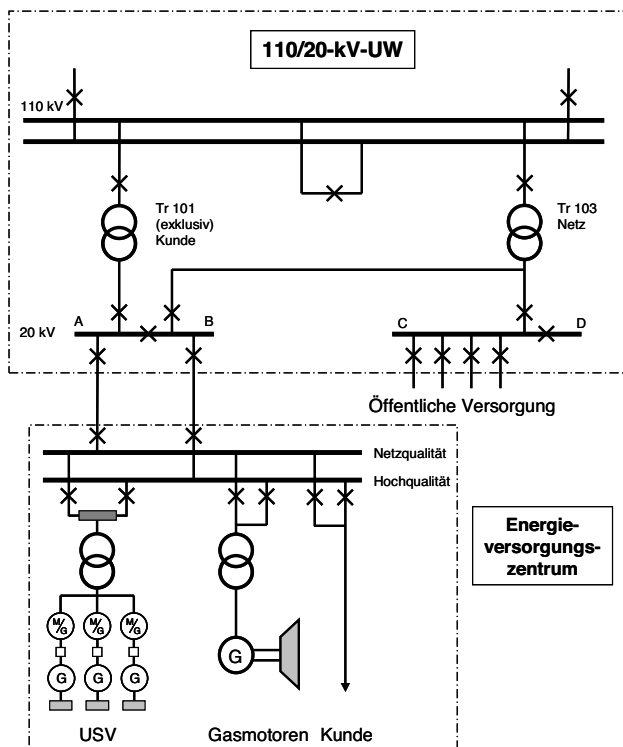


Bild 2 Anschlusslösung einer Eigenerzeugungsanlage mit USV

Beide letztgenannten Lösungen haben in der Praxis bisher zu einer totalen Ausblendung netzseitiger Spannungsschwankungen sowie Kurzunterbrechungen geführt. Die Qualitätsparameter nach CBEMA [4] bzw. SEMI F47 [5] werden eingehalten.

4 Kundenseitige Lösungsansätze

Während der störende Effekt z.B. von Spannungseinbrüchen und nachfolgenden Ausfällen von typischen sensiblen Lasten wie z.B. drehzahlregulierten Antrieben in den allermeisten Industrieanlagen unbestritten ist, so sind die dadurch real entstehenden Kosten, die nicht auf andere Weise wieder aufgefangen werden können, von einem technischen Prozess zum anderen und von einem Betrieb zum

anderen sehr unterschiedlich. Dementsprechend variieren auch die Aufwendungen stark, die sinnvoller Weise in entsprechende Abhilfemaßnahmen investiert werden sollten. Die Erfahrung zeigt, dass die in Abschnitt 3 dargestellten Lösungsansätze für eine Erhöhung der Versorgungsqualität im speisenden Netz nur für spezielle Kundenanlagen (wie z.B. die Halbleiterindustrie) ein wirtschaftliches und technisches Optimum darstellen. In vielen Fällen lassen sich in den Firmen und der Kundenanlage selbst spezifische Detaillösungen finden, mit denen mit geringerem Aufwand als im Versorgungsnetz möglich deutliche Verbesserungen für die Stabilität des technischen Prozesses zu erzielen sind.

In vielen Fällen ist es allein durch organisatorische Maßnahmen möglich, die realen Kosten von Spannungseinbrüchen und -ausfällen sehr gering zu halten, was aber im Rahmen dieses Aufsatzes nur am Rande erwähnt werden soll. Es gibt aber natürlich auch eine Reihe von technischen Lösungen, mit denen speziell die Auswirkungen von Spannungseinbrüchen in der Kundenanlage verringert werden können. Da diese typischerweise die übergroße Mehrheit der Ausfälle und Kosten verursachen, lassen sich durch eine Verringerung der Sensitivität des Prozesses gegen Spannungseinbrüche bereits oft substantielle Fortschritte bei der Verringerung der Störungshäufigkeit erreichen.

Die Anzahl, Tiefe und Dauer von Spannungseinbrüchen hängen im Wesentlichen von der Struktur von Netz und Schutz ab. Die Mehrzahl der Spannungseinbrüche haben eine Tiefe von deutlich unter 50% und eine Dauer von wenigen Hundert Millisekunden. Damit sind sie für viele „klassische“ Lasten wie z.B. Asynchronmaschinen unkritisch. Typischerweise treten deshalb Störungen am häufigsten bei zwei Gruppen von Lasten auf:

- elektronische Baugruppen aller Art wie z.B. Prozesssteuerungen etc.
- leistungselektronische Geräte wie z.B. drehzahl-geregelte Antriebe

4.1 Elektronische Baugruppen

Die ersteren sind dadurch gekennzeichnet, dass sie nur einen (im Vergleich zum Gesamtprozess) minimalen Leistungsbedarf haben, aber deren Ausfall oder temporäre Störung häufig fatale Auswirkungen auf den gesamten angeschlossenen Prozess haben. Zeigen die Erfahrungen mit netzseitigen Spannungseinbrüchen, dass der Ausfall elektronischer Baugruppen die häufigste Ursache von Störungen im Prozess ist, ist es häufig die billigste und effizienteste Maßnahme, diese sensible Lasten mit vergleichsweise kleinen Niederspannungs-USV-Anlagen zu schützen.

4.2 Leistungselektronik

Insbesondere in vielen neuen Industrieanlagen stellen drehzahl-geregelte Antriebe den Großteil der elektrischen

Lasten dar. Diese haben typischerweise einen eingebauten Unterspannungsschutz, der den Antrieb bei Spannungseinbrüchen regelmäßig abschaltet. Die Häufigkeit von unterspannungsbedingten Ausfällen des Antriebes lässt sich oft schon dadurch signifikant verringern, dass man die Einstellmöglichkeiten des Unterspannungsschutzes voll ausnutzt bzw. beim Vergleich der Produkte verschiedener Anbieter bereits in der Planungsphase diesen Aspekt mit berücksichtigt.

Für eine Reihe von Anwendungen werden auch Umrichter angeboten, die für eine bestimmte Zeitdauer eine Re-Synchronisation auf die wiederkehrende Spannung nach Spannungseinbrüchen garantieren und so unter bestimmten Bedingungen den Weiterbetrieb des Prozesses ermöglichen. Auch dieser Aspekt lässt sich bereits in der Planungsphase einer Anlage berücksichtigen.

4.3 Aktive Filter

Insbesondere für den Fall, dass ein beträchtlicher Teil der Gesamtlast empfindlich gegenüber Spannungseinbrüchen ist und jede Störung beträchtliche Schäden hervorruft, kann u.U. auch der Einsatz serieller aktiver Filter sinnvoll sein (nähere Details siehe z.B. [6]). Durch die bisher noch vergleichsweise hohen Kosten für die erforderliche Leistungselektronik bleiben derartige Lösungen jedoch eher Sonderanwendungen vorbehalten.

5 Fazit

Eine weitere Erhöhung der Versorgungsqualität für die Allgemeinheit über das heutige Basisniveau hinaus ist unter Berücksichtigung des steigenden Drucks auf die Netzentgelte nicht zu erwarten und auch nicht erforderlich. Andererseits erwarten insbesondere Kunden der Hochtechnologie auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene Lösungen. Der Netzbetreiber muss sicherstellen, dass Mehraufwendungen für diese Kunden individuell zuordenbar bleiben, da diese nicht von der Allgemeinheit mitgetragen werden können. Der Kunde seinerseits hat dadurch die Möglichkeit, die Mehraufwendungen im Verhältnis zu seinem Schadensrisiko wirtschaftlich zu bewerten.

In vielen Fällen gibt es auch in der Kundenanlage ein beträchtliches Potential, die Anzahl der Ausfälle und damit die Folgekosten insbesondere von Spannungseinbrüchen zu verringern. Die Auswahl der richtigen Maßnahmen hängt sehr stark von dem spezifischen Prozess und den eingesetzten elektrischen Lasten ab. Insbesondere in der Planungsphase von Industrieanlagen sollte dieser Aspekt größere Beachtung erlangen.

Für den Netzbetreiber ergeben sich durch das Angebot kundeninterner oder netzseitiger Lösungen von der Planung über die Realisierung bis hin zum Betrieb interessante Möglichkeiten zur Erweiterung seines Dienstleistungsspektrums.

6 Literatur

- [1] Schocke, 2002, „Versorgungsqualität in elektrischen Netzen“, VDE-Kongress 2002, Band 1, 365-370
- [2] Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), 13.07.2005, §1 Absatz 1
- [3] Klinger, Otto, Radtke: Kundenspezifische Lösungen bei erhöhten Anforderungen an die Versorgungsqualität, Cired 2003, Session 2, Paper 66
- [4] CBEMA, Information Technology Industry Council (ITI), www.itic.org
- [5] SEMI F47-0706 Specification for Semiconductor Processing Equipment Voltage Sag Immunity, www.semi.org
- [6] Mangold, Voss, Weinhold, Zurowski: Improvement of Supply Quality in Distribution Systems by an Active Device. CIGRE 1997