

Zukünftige Anforderungen bei der Planung von Verteilungsnetzen

Dr. Christoph Nietsch, Powerise Consult
Gewidmet Dr. hc. Prof. Dr. Gerhard Hosemann zum 80. Geburtstag

Kurzfassung

Die Einbindung dezentraler Erzeuger und regenerativer Energien in Verteilungsnetze birgt Optimierungspotenziale für den Netzausbau und den wirtschaftlichen Netzbetrieb. Voraussetzungen sind lokale Intelligenz und die Nutzung von Kommunikationsmöglichkeiten. Im Folgenden werden die Anforderungen erläutert, die die neuen Rahmenbedingungen und die Verwendung neuer Technologien an die Planung von Verteilungsnetzen stellen, und an Hand von Beispielen beschrieben.

Derzeit erleben wir grundlegende politische, wirtschaftliche und technische Veränderungen in der elektrischen Energieversorgung. Das beeinflusst auch die Planung elektrischer Verteilungsnetze. Hier sind inzwischen einige zusätzliche Punkte zu beachten.

Energieversorgung im Wandel

Mehrere Faktoren führen zu neuen Wegen bei der Energieversorgung: die Sättigung des Energiebedarfs in den industrialisierten Ländern auf hohem Niveau, die Deregulierung, rasante Entwicklungen in den sogenannten Schwellenländern und die Forderung nach schonendem Umgang mit den Ressourcen und der Umwelt. Während Kraftwerke in der Regel in die Hochspannungsebene einspeisen, gehen inzwischen erhebliche Leistungen direkt in das Verteilungsnetz. Die Mittel- und Niederspannungsnetze haben nicht mehr ausschließlich die Funktion des Verteilens, das „Einsammeln“ des Stromes gehört ebenfalls zu ihrer Aufgabe. Erste Auswirkungen sind bereits deutlich erkennbar:

- Vermehrte Einbindung von Windanlagen mit Umrichtertechnologie
- Erhöhte Auslastung der Betriebsmittel
- Stärkere Rückwirkungen der Prozesse auf die lokale Spannungsqualität
- Durchleitung

Durch die Deregulierung entstehen erheblicher Kostendruck und zusätzliche Investitionsrisiken für den Netzbetreiber. Bild 1 zeigt die Anforderungen an den Netzbetreiber und die dafür notwendigen Komponenten und Netzeigenschaften.

Das Verteilungsnetz macht ca. 50% der Kosten des gesamten elektrischen Energieversorgungssystems einschließlich der Kraftwerke aus. Zur Funktions- und Werterhaltung ist eine kontinuierliche und vor allem systematische Pflege der Netze notwendig. Fehlplanungen wirken sich auf Grund der

hohen Kosten und langen Lebensdauer nachhaltig auf die Versorgungsqualität aus.

Komponenten für den lokalen Energiemix

Große Windparks erreichen bereits das Leistungsniveau von Kraftwerken. Durch die geplanten Offshore-Anlagen wird diese Entwicklung noch weiter vorangetrieben. Darüber hinaus werden auch entlegene Windpotenziale in Netzausläufern verstärkt genutzt. Dieser Umstand hat zur Folge, dass die Netze lokal ertüchtigt werden müssen.

Brennstoffzellen scheinen besonders geeignet für die dezentrale Energieversorgung von Gebäuden und Industrieanlagen. Sobald die Brennstoffzellen ihren technischen Reifeprozess durchlaufen haben und durch einen wirtschaftlichen Betrieb konkurrenzfähig gegenüber anderen Arten der Energieversorgung sind, wird mit zunehmender Verbreitung ihr Anteil im Verteilungsnetz flächendeckend stark ansteigen. Besonders im privaten Wohnbereich und in großen Teilen der Industrie, wo der Strom- und Wärmebedarf gleichzeitig auftritt, kann mit dem Einsatz von Brennstoffzellen gerechnet werden.

Die positive Entwicklung des Photovoltaikmarktes um 20% pro Jahr setzt sich unvermindert fort. Im Jahr 2002 wird allein in Deutschland eine jährliche Steigerung von 80 MWp prognostiziert, die zusätzlich zumeist vom Niederspannungsnetz aufgenommen werden muss.

Durch die Wirkungsgradverbesserungen und die Kostensenkung bei Kleinaggregaten werden Koppelprozesse stärker zur Energieerzeugung in Industrieanlagen herangezogen.

Die Anwendung von Energiespeichern zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung der Versorgung stellt ein weiteres Potenzial dar.

Darüber hinaus kann dem Kostendruck durch eine stärkere Integration von Elektrizität-, Gas-, Wärme-, Wasser- und

Kommunikationsnetzen bei den Versorgern begegnet werden.

Bild 2 gibt einen Überblick über die Vielzahl an Komponenten. Ob die Wirkung Störung oder Nutzen ist, hängt von der Art und Weise ab, wie die neuen Geräte im Verteilungsnetz integriert werden.

Bild 1: Anforderungen an den Netzbetreiber

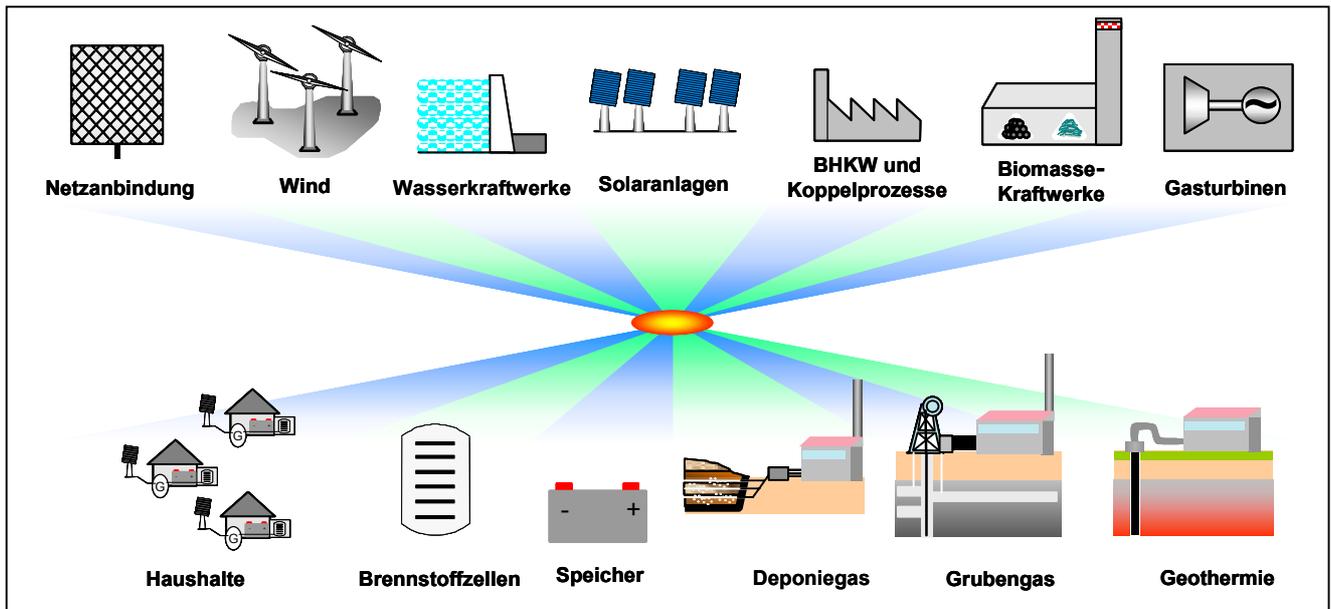


Bild 2: Komponenten für den lokalen Energiemix

Auswirkungen auf die Netze

Die Netzanbindung von dezentralen Erzeugern zeichnet sich überwiegend dadurch aus, dass die erzeugte Energie über einen leistungselektronischen Wechselrichter in das Netz eingespeist und der überwiegende Anteil der Energie unabhängig vom lokalen Netzbedarf bereitgestellt wird. Das bringt eine Reihe von Problemen beim Aufbau und Betrieb des Verteilungsnetzes mit sich:

- Spannungshaltung
- Netzbelastung
- Netzurückwirkungen
- Leistungsbereitstellung
- Versorgungszuverlässigkeit

Diese müssen gelöst werden, wenn der Anteil derartiger Erzeugungsanlagen einen Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs im gesamten oder auch in einem Teilnetz liefern soll. Mit dem Wandel der Energieversorgung und der Einbindung dezentraler Erzeuger besteht gleichermaßen die Chance zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung der Verteilungsnetze.

Für den sicheren Betrieb von Verteilungsnetzen reichten bislang auf Grund der eindeutigen Energieflussrichtung wenige Netzparameter zur Überwachung aus. Im Wesentlichen sind dies die Betriebsmittelbelastungen und die vertraglich vereinbarten Spitzenleistungen in den Netzanbindungen. Für die Leittechnik ist es der Schaltzustand und die Störfallüberwachung. Für eine höhere Auslastung der Netze und die sinnvolle Nutzung dezentraler Erzeuger ist ein Energiemanagement und eine Überwachung der Erzeugerkomponenten erforderlich. Für die Prognose der Erzeugerleistungen kommen die stochastischen Prozesse der regenerativen Quellen und der Wärme- bzw. Kältebedarf der Koppelprozesse hinzu. Um die Informationen flächendeckend erfassen zu können, sind eine erweiterte Leittechnik und die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnik im Verteilungsbereich notwendig, siehe Bild 3.

Die Einführung lokaler Intelligenz, die Nutzung neuer Kommunikationstechniken und die Erweiterung der Netzleittechnik durch Energiemanagement mit modernen Prognosemethoden lassen als Ergänzung zum bestehenden Netzleitsystem ein hohes Optimierungspotenzial erkennen. Hier können wichtige Informationen gebündelt, Fahrpläne erstellt und die Netzauslastung gesteigert werden.

Auswirkungen auf die Planung

Zumeist sind die Netzstrukturen historisch gewachsen und basieren auf einem hierarchischen Aufbau mit eindeutigen Lastflüssen aus dem Hoch- ins Mittel- und Niederspannungsnetz. Durch die dezentralen Erzeuger und neue Vertragsbedingungen entstehen wechselnde Lastflüsse in den Verteilungs- und Anschlussnetzen. Die lokale Spannung hängt nun von dem Netzzustand, der Last bzw. den angeschlossenen Energiequellen und der Situation im Energiemarkt ab.

Die Spannungshaltung und Netzurückwirkungen erfordern

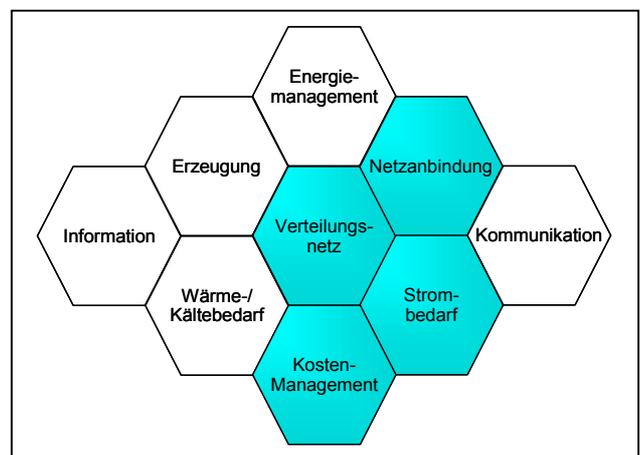


Bild 3 Erweiterung der Komponenten

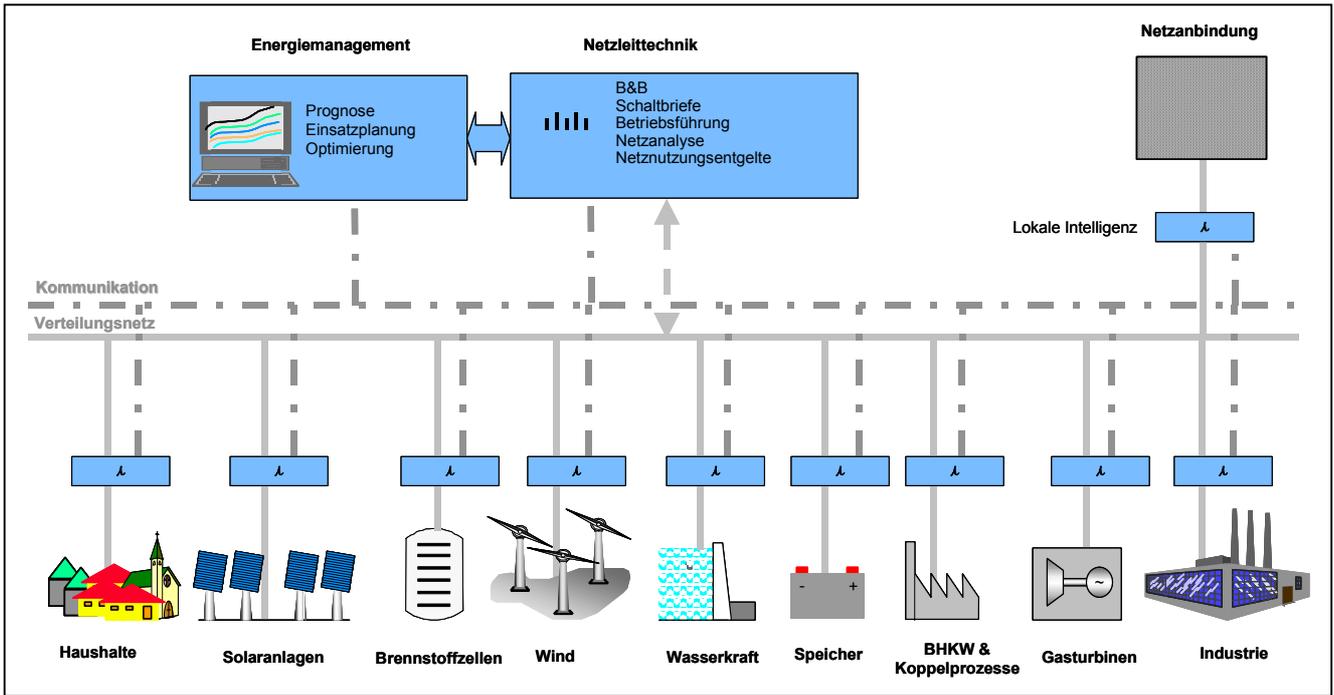


Bild 4: Energiemanagement und Netzleittechnik

eine flächendeckende Analyse des Netzes. Die Planung des Netzausbaus darf die Systemverträglichkeit nicht außer Acht lassen.

Eine Straffung der Netzstruktur und eine stärkere Nutzung der Automatisierungstechnik vereinfacht den Netzausbau und sicheren Betrieb im Normal- und Störfall. Bestehende Netzstrukturen und Netzknoten sind auf ihre Funktion und Notwendigkeit hin zu prüfen. Durch die Systemplanung besteht die Möglichkeit, die Effizienz zu steigern und die System- und die Folgekosten zu senken.

Die technische und wirtschaftliche Optimierung bezieht die

lokalen und geographischen Besonderheiten ein. Daraus folgen Varianten und die Bewertung aus unterschiedlichen technischen und wirtschaftlichen Perspektiven:

- Energieeinkauf und -bereitstellung
- Netzkapazitäten
- Versorgungsqualität
- Netzbetrieb
- Netzausbau
- Ausbaurkosten und Betriebskosten
- Nutzen und Ertrag

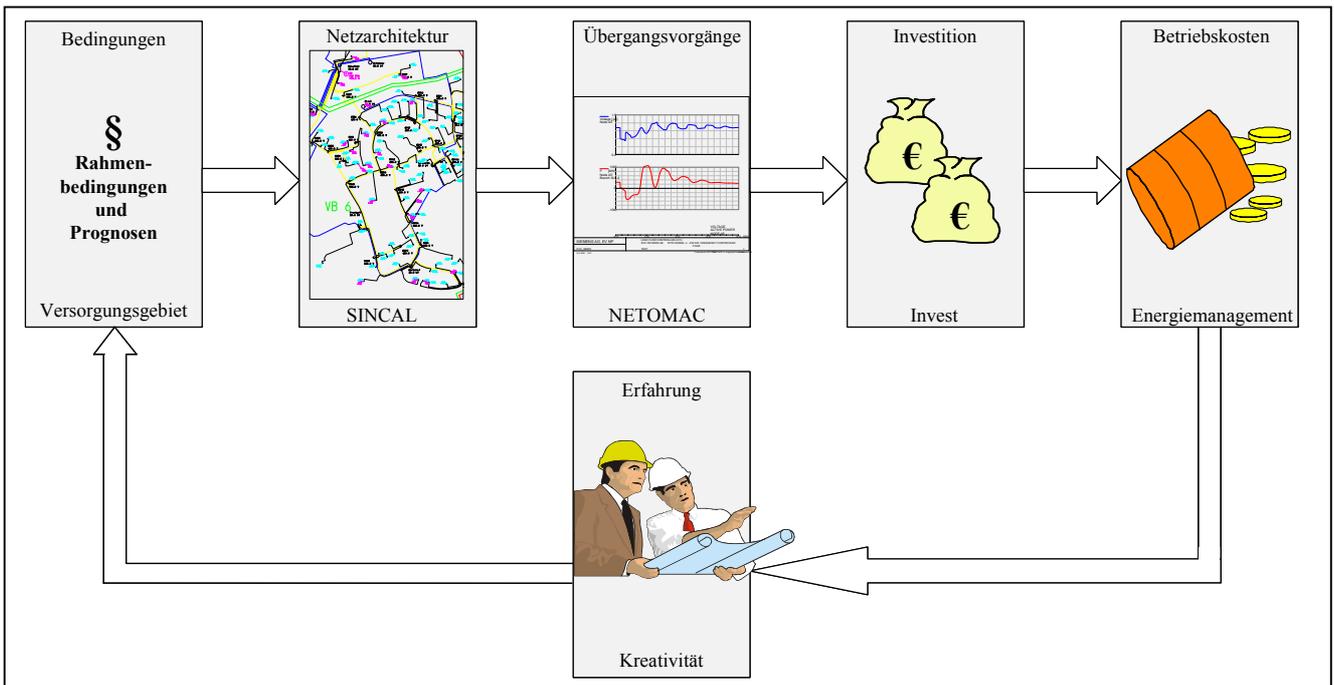


Bild 5: Zukünftiger Planungs- und Entscheidungsprozess

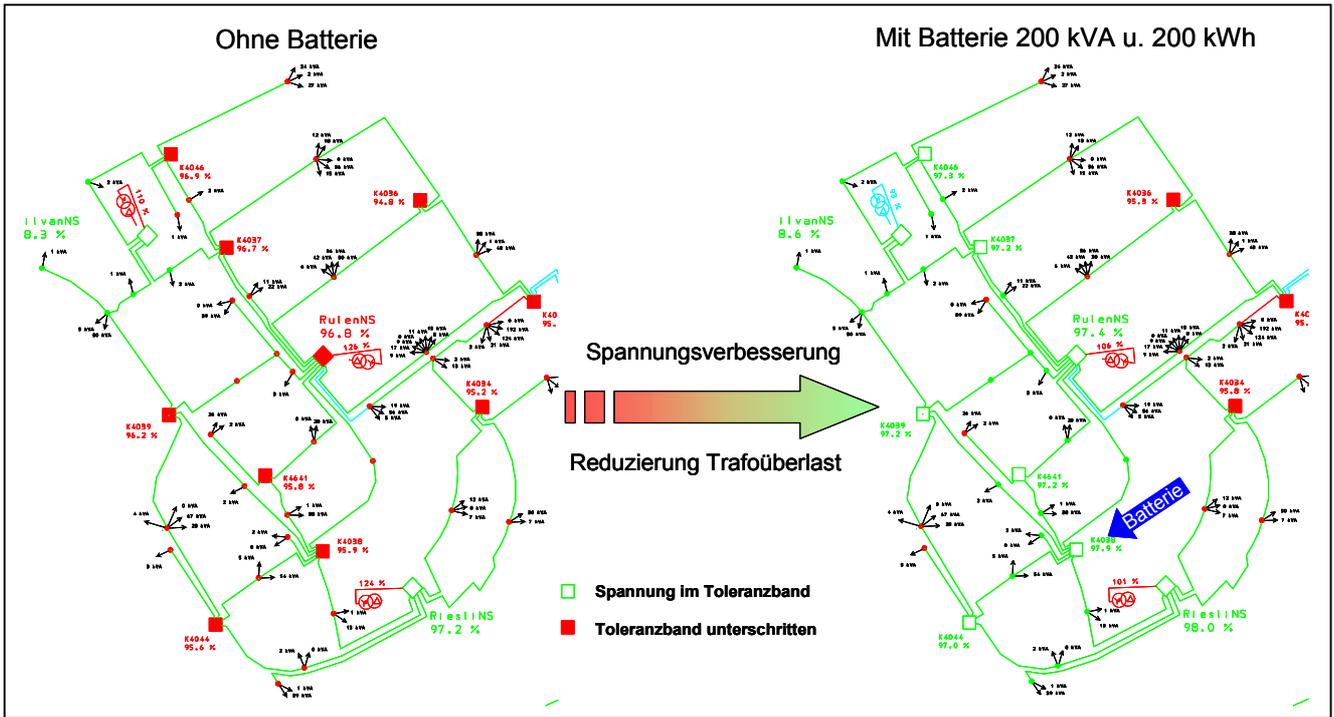


Bild 6: Beispiel - Spannungsverbesserung durch dezentrale Speicher oder Quellen

Um die wesentlichen Einflussfaktoren berücksichtigen und bewerten zu können, ist unter den neuen Rahmenbedingungen ein erweiterter Planungs- und Entscheidungsprozess notwendig, siehe Bild 5.

Er umfasst:

- Rahmenbedingungen und Prognosen im Versorgungsgebiet
- Netzarchitektur und die Netzberechnungen
- Übergangsvorgänge und Rückwirkungen
- Investitionsplanung
- Betriebskosten
- Erfahrung und Kreativität

Die Berücksichtigung dieser Planungsschritte gewährleistet

ein hohes Maß an Sicherheit hinsichtlich Betrieb und Investition. Die nachfolgenden Beispiele zeigen die Vorteile eines solchen Planungsprozesses im Verteilungsbereich.

Netzentlastung durch Speicher

Ein Siedlungsgebiet wird über Niederspannungsfreileitungen und kleine Niederspannungstransformatoren 100...200 kVA versorgt. Das Wohngebiet in Bild 6 wird im Wesentlichen mit elektrischen Speicherheizungen betrieben. Der allgemeine Lastanstieg in den letzten Jahren erfordert erhebliche Netzverstärkungen und neue bzw. größere Trafostationen. Durch die enge Bebauung und die Verwendung von kleinen Trafoboxen ist der Aus- bzw. Neubau von

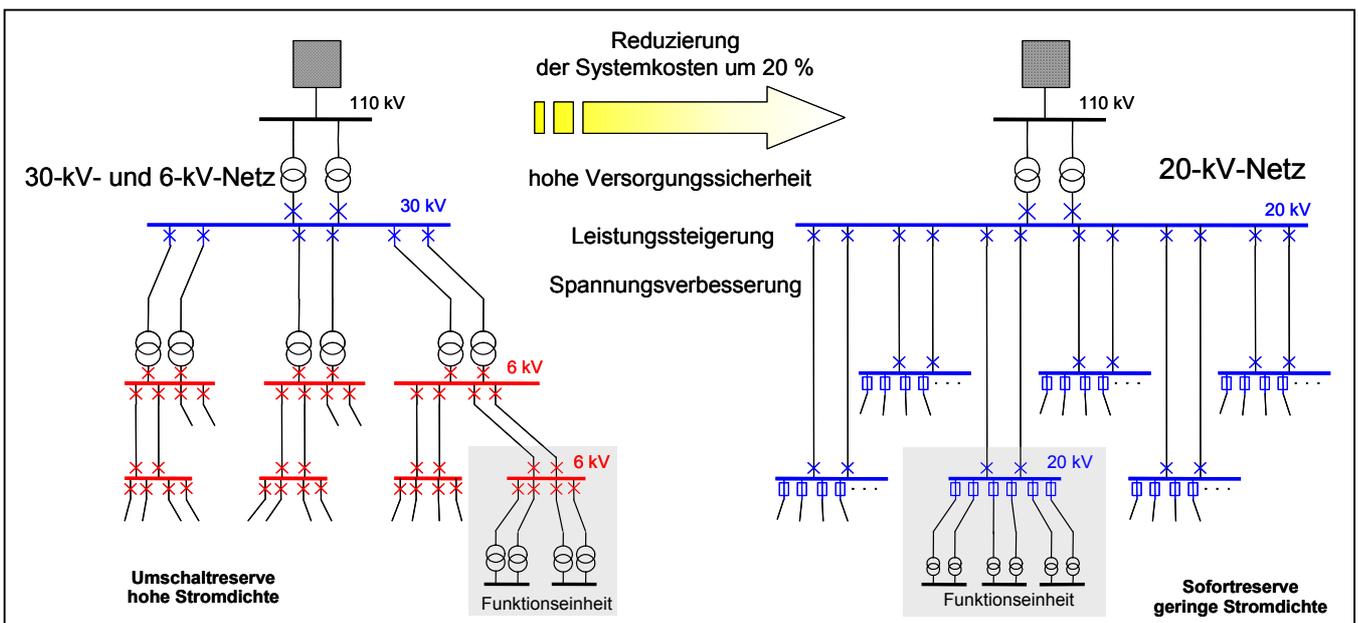


Bild 7: Beispiel - Reduzierung der Spannungsebenen im Industrienetz

Trafostationen erschwert oder unmöglich. Zu Spitzenlastzeiten kommt es zu erheblichen Trafouberlastungen und auf Grund der hohen Netzimpedanz zu Spannungsproblemen. Die Lösung wäre eine Netzerneuerung mit Verkabelung ausreichenden Querschnitts und wenigen Standard-Netzstationen, für die der Platz geschaffen werden müsste. Für eine Entlastung des Netzes kann ein lokaler Speicher bzw. eine Quelle dienen. Ein Speicher kann in den Lasttälern geladen und bei Lastspitzen entladen werden. Ergänzend sorgt ein moderner Umrichter für eine Spannungsverbesserung des Netzes für 24 h pro Tag. Eine solche Maßnahme führt zu einer Investitionsverschiebung bzw. -vermeidung für mehrere Jahre, die zum schrittweisen Umbau genutzt werden kann.

Verbesserungen durch Spannungsumstellung

Die Versorgung einer Industrieanlage besteht aus überalterten 30-kV- und 6-kV-Anlagen, siehe Bild 7. Es treten Spannungsprobleme bei der Prozessversorgung auf, und die Kurzschlussfestigkeit der Anlagen reicht nicht mehr aus. Während die Funktionseinheiten früher über viele direkt betriebene Asynchronmaschinen in der 6-kV- und 0,4-kV-Ebene versorgt wurden, werden heute nahezu alle Maschinen über geregelte Halbleitersteuerungen aus dem 0,4-kV-Netz betrieben. Mit der Einführung einer geeigneten Span-

nungsebene mit standardisierten Betriebsmitteln konnte die Leistung für die Prozesse gesteigert, die Spannungsqualität gesichert und Versorgungssicherheit erhöht werden. Außerdem wurden die Investitions- und Betriebskosten gegenüber einer Einspeisungs-Erneuerung um 20% gesenkt.

Resümee

Die zukünftige Investitionsentscheidung für den Netzausbau wird immer stärker von aktuellen Vertragsbedingungen für Energieerzeugung, -bezug und -durchleitung sowie der Unternehmensorganisation bestimmt. Mit einem erweiterten Planungsprozess, der die neuen Möglichkeiten zur Optimierung des Verteilungsnetzes nutzt, können die technischen und wirtschaftlichen Anforderungen an den Netzbetrieb gelöst werden. Gerade hier kommt der Netzplanung eine wichtige Schnittstellenfunktion zu.

Dr. Christoph Nietsch
Powerise Consult
Adlitzer Weg 9
91077 Neunkirchen am Brand
www.Powerise-Consult.de