

# Elektrische Verteilungsnetze der Industrie im Wandel

**Das KWK-Gesetz, das Erneuerbare Energiegesetz (EEG) und die Strompreisentwicklung bieten der Industrie Anreize, in die eigene Stromerzeugung zu investieren. Zudem beeinflussen diese Faktoren die zunehmende Dezentralisierung der Erzeugung in Deutschland. Dementsprechend müssen die Netzbetreiber ihre Verteilungsnetze an die zukünftigen Strukturänderungen anpassen. Die Anforderungen für die Netzanschlüsse von Eigenerzeugungsanlagen haben sich durch die revidierten Grid-Codes verändert und weitere Neuregelungen sind nicht auszuschließen.**

Christian Janotta

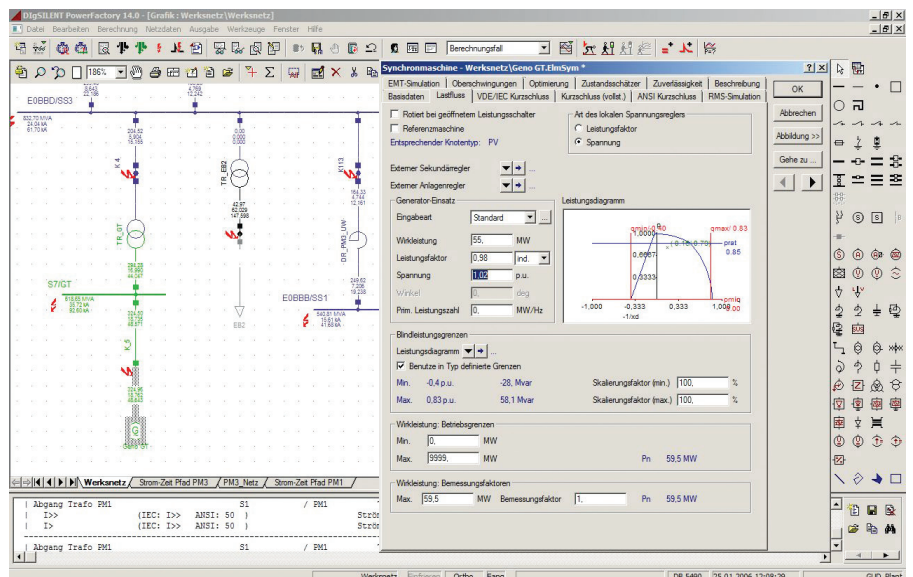
nen sich nennenswert auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen auswirken. Das betrifft die Investitionen für die Anlagentechnik sowie die Amortisationszeiten für die auf den Industrieprozess zugeschnittenen Erzeugungsanlagen.

Nicht nur die Deutsche Energie-Agentur [2] geht davon aus, dass sich die Stromerzeugung im Mittelspannungsnetz weiter vergrößern und die bestehende

Hohe Stromkosten und geringe Amortisationszeiten für eine Eigenerzeugungsanlage fördern in den energieintensiven Industriezweigen die Bereitschaft für Investitionen. Selbst Strom zu Erzeugen gleichzeitig die Abwärme zu nutzen ist ein lange bewährtes Konzept und wird durch das KWK-Gesetz entsprechend gefördert. Darüber hinaus lassen sich anfallende Reststoffe, zum Beispiel aus der Altpapieraufbereitung, für die Energieerzeugung einsetzen. In anderen Branchen, wie der Holzindustrie, setzt man auf die Biomasse und die Förderung durch das EEG. Während in der Papierindustrie vor Jahren die Dampferzeugung für den Prozess im Vordergrund stand und eine Dampfturbine im Größenbereich von 10 MVA Strom erzeugte, kommen heute nicht selten GUD-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 80 MVA und mehr zum Einsatz. Diese Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen werden effizient an den Dampf- und Strombedarf angepasst und haben mitunter ausreichend Leistung, um das gesamte Werksnetz im Inselbetrieb versorgen zu können.

## Neue Genehmigungsanforderungen

Bereits beim Projektstart ist das Konzept für den Netzanschluss der Eigener-



**Bild 1.** Für eine maßgeschneiderte Netzkonfiguration gibt es Berechnungs- und Simulationstools [3]

zeugung zu klären. Nicht zuletzt wegen neuer Bestimmungen wie dem Transmission Code 2007, dem Distribution Code 2007 und der neu verfassten technischen Richtlinien des BDEW [1]. Diese enthalten neben eindeutigen Spezifikationen auch Vorgaben, die einvernehmlich mit dem Verteilungs- oder Übertragungsnetzbetreiber festzulegen sind.

Der Begriff Systemdienstleistungen lässt hier nicht selten Fragen offen. Die Anforderungen an die Eigenerzeugung bezüglich einer Netzstützung im Normalbetrieb und im Fehlerfall sind in den Grid Codes spezifiziert. Die Begrenzung der Wirkleistungserzeugung, die Bereitstellung von Blindleistung sowie die Fernsteuerbarkeit von Parametern der Eigenerzeugung durch den Netzbetreiber kön-

„Top Down“-Struktur zunehmend verändert wird. Dadurch wächst der Handlungsbedarf bei den für die Versorgungssicherheit in der Pflicht stehenden Netzbetreibern. Der Eingriff in die Regelbarkeit von Erzeugungsanlagen der Anschlussnehmer wird sich vermutlich weiter konkretisieren und auch vor bestehenden Anlagen nicht haltmachen.

## Grenzen im Mittelspannungsnetz

Die leistungsstarken Werksnetze der Industrie werden in der Mittelspannungsebene betrieben. Mit den heutigen 10-kV-Mittelspannungsschaltanlagen lassen sich Nennströme bis 4000 A beherrschen. Dagegen überschreiten die Kurzschlussparameter und die Netzurückwirkungen der großen Generatoren leicht die

Dipl. Ing. Christian Janotta ist Projektleiter im Bereich Energieerzeugung und -verteilung bei der Eproplan GmbH Stuttgart.

E-Mail: c.janotta@eproplan.de





zulässigen Grenzwerte. Selbst die luftisolierten Mittelspannungsschaltanlagen im oberen Leistungssegment mit einer thermischen Kurzschlussfestigkeit von 63 kA reichen nicht immer aus. Die SF6-isolierten Hochstromschaltanlagen für typische Blockschaltungen in Kraftwerken eignen sich ebenfalls nicht als Lösung, da die anderen Betriebsmittel im Netzbereich keine ausreichende Festigkeit bieten. Die technisch beste Lösung wäre die Einbindung in eine höhere Spannungsebene. Allerdings kann die Investition von mehreren Millionen Euro für einen 110-kV-Netzanschluss den Erfolg eines gesamten Projekts gefährden. Hier gilt es, gemeinsam mit dem Netzbetreiber, dem Errichter und dem Planer eine maßgeschneiderte Lösung, wenn möglich in der Mittelspannungsebene, zu finden (Bild 1). Dabei ist neben der Kompetenz des Netzbetreibers eine unabhängige und detaillierte Netzplanung gefragt, um eine kostengünstige Lösung entsprechend fundiert begründen zu können.

## Reduzierung des Kurzschlussstroms

Die möglichen Maßnahmen zur Reduzierung der Kurzschlussparameter sind begrenzt. Als bewährte Betriebsmittel gelten Drosselspulen und schnellschaltende Kurzschlussstrombegrenzer ( $I_s$ -Begrenzer).

Daneben lässt sich das Kurzschlussniveau durch die Bildung von Teilnetzen herabsetzen. Dabei dürfen die regionalen Unterschiede bei der Genehmigung von Konzepten nicht unterschätzt werden. So sind zum Beispiel  $I_s$ -Begrenzer als Maßnahme zur Reduzierung zu hoher Kurzschlussparameter teilweise von den Netzbetreibern nicht zugelassen. Begründet wird diese Entscheidung mit der Klassifizierung der  $I_s$ -Begrenzer als Schutzgerät. Eine Reduzierung der Kurzschlusswerte mit Schutzgeräten ist nicht erlaubt, da kein Reservechutz integriert ist. Um diese Anforderung zu erfüllen müsste man zwei  $I_s$ -Begrenzer in Reihe schalten. Interessant in diesem Zusammenhang ist die Frage, wie die Netzbetreiber die Kurzschlussstrombegrenzer der nächsten Generation einstufen.

Wenn das Verteilungsnetz und das Werksnetz schon mehrere Jahre in Betrieb ist, sind manchmal ungewöhnlich die Lösungen gefragt (Bild 2). In diesem Beispiel wurde der Kraftwerksteil neu implementiert. Der

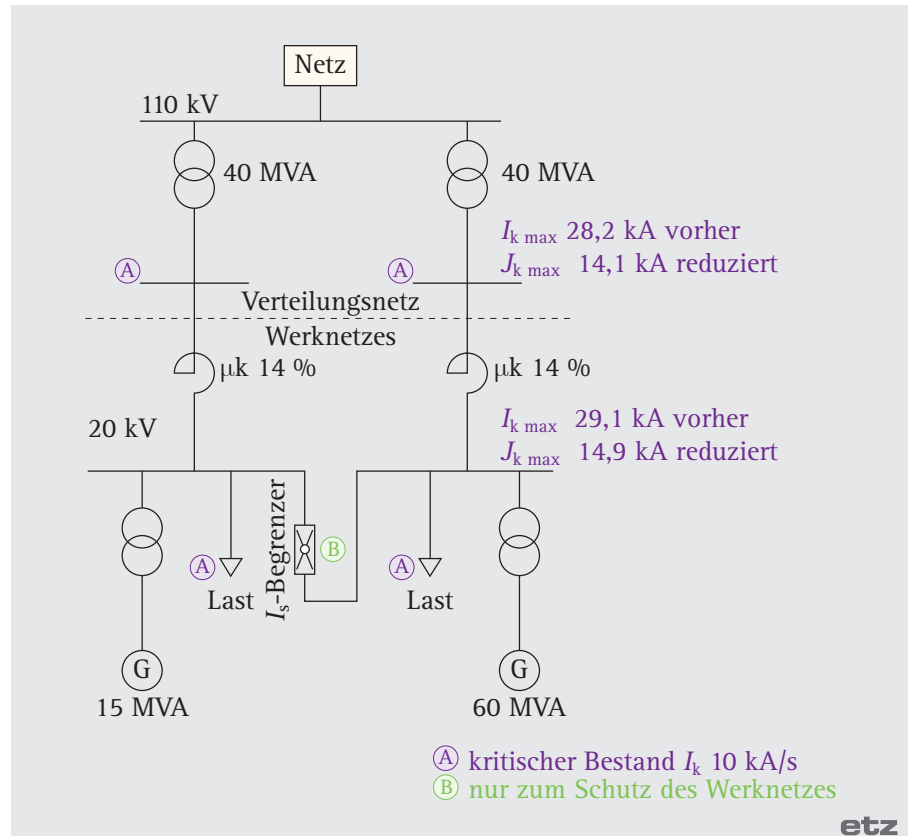
Bestand der 20-kV-Schaltanlagen ist mit einer thermischen Kurzschlussfestigkeit von 16 kA ausgelegt. Aus Gründen der Versorgungssicherheit sollten beide 40-MVA-Netztransformatoren parallel betrieben werden. Da  $I_s$ -Begrenzer zum Schutz der Betriebsmittel des Netzbetreibers nicht zugelassen waren, blieb nur die Möglichkeit, die Kurzschlusswerte auf der Netzseite mit Drosselspulen zu reduzieren. Die Spannungshaltung übernehmen je nach Netzkonfiguration die Generatoren bzw. die 110-kV/20-kV-Transformatoren. Die Verluste durch die Drossel-

spulen fallen kaum ins Gewicht, da die Eigenerzeugung im Dauerbetrieb fährt und nur eine geringe Leistung über den Netzknoten transferiert wird. Wie bei vergleichbaren Netzstrukturen, die auch Drosselspulen zwischen Netz und Stromerzeugung geschaltet haben, zeigt sich eine sehr gute Stabilität bei Kurzunterbrechungen im vorgelagerten 110-kV-Netz. Die Drosselspulen dämpfen die dabei entstehenden dynamischen Ausgleichsvorgänge. Als Folge wird der Generatorschutz erst bei ausgeprägteren Netzunterbrechungen angeregt.

## Anforderungen an die Leittechnik

Der Netzparallelbetrieb und der Inselbetrieb haben sich für die abgebildete Anlage nach einjährigem Betrieb bewährt. Auch die maßgeschneiderte Leittechnik hat daran ihren Anteil. Neben automatisierten Steuerungen, wie dem Lastmanagement oder der Inselbetrieb-

schaltberechtigten Personal und eine klare Trennung zur Prozessleittechnik ist notwendig. Ein wesentlicher Pluspunkt für E-Scada-Systeme sind jedoch die standardisierten Systemlösungen für die Schaltanlagentechnik wie der Verriegelungssteuerung oder der Bedien- und Beobachtungsebene.



**Bild 2.** Kombiniertes Einsatz von Drosselspulen und  $I_s$ -Begrenzern

Schaltung, bleiben Eingriffe von Hand notwendig, die nur schaltberechtigtes Personal ausführen darf.

Häufig gibt die Prozesstechnik in einem Industrieunternehmen die Leittechnik vor. Zudem werden die Bedienung und die Beobachtung für das elektrische Werksnetz gerne in diese Systeme eingebunden. Dabei spielen wirtschaftliche Aspekte für das Gesamtunternehmen, wie Vereinheitlichung der Hardware und der Systempflege, eine wichtige Rolle. Durch die Entwicklung der Normenreihe IEC 61850 [4] haben sich Scada-Systeme für die Energieverteilung weiterentwickelt und bieten zunehmend Vorteile für die anstehenden Aufgaben. So wurden die Schnittstellen bei E-Scada-Systemen insgesamt offener. Notwendige Informationen der Energieverteilung können zur Prozess-Leittechnik übermittelt werden. Zum anderen liegt die Bedienung der elektrischen Verteilungsnetze beim

## Fazit

Unterm Strich dokumentieren diese Beispiele den stetigen Wandel im Bereich der industriellen Verteilungsnetze. Steigende Energiepreise und rechtliche Neueregulungen geben Impulse für neue Investitionen. Eine intelligente Netzführung mit zunehmender Automatisierung ist die Antwort auf diese Anforderungen. Der Begriff Smart Grid gewinnt in der industriellen Praxis an Bedeutung.

## Literatur

- [1] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. [www.bdew.de](http://www.bdew.de)
- [2] Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin: [www.dena.de](http://www.dena.de)
- [3] Digsilent Power Factory, Gomaringen: [www.digsilent.de](http://www.digsilent.de)
- [4] IEC 61850-1:2003-04 Communication networks and systems in substations - Part 1: Introduction and overview. Genf/Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale