

DAS ELEKTRISCHE ENERGIESYSTEM IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN TECHNIK UND MARKT

Lothar FICKERT¹

Kurzfassung

Durch die gegenwärtigen Entwicklungen auf technischem Gebiet einerseits (Steigerung der Leistungseinspeisung durch erneuerbare Energien wie Windkraft und Photovoltaik) und andererseits hinsichtlich der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (europäische Strombörsen, gestiegenes Fördervolumen) zeigen sich besondere Herausforderungen an das elektrische Energiesystem: Speziell durch die zeitlich intermittierende bzw. unabhängig von den Stromentnahmewünschen erfolgende Leistungseinspeisung, welche im Fall der Windkraftnutzung nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich von den Entnahmestellen durch die Verbraucher disloziert ist, sind Anforderungen primär an den Stromtransport und sekundär an gegebenenfalls erforderliche Speicherungs- bzw. Lastverschiebungsmöglichkeiten hinsichtlich der Integration in das Gesamtsystem für die Erhaltung seiner Funktionalität erforderlich. Somit steht das elektrische Energiesystem im Spannungsfeld zwischen Technik und Markt.

Grundlegend ist hinsichtlich der Funktionalität und der Verlässlichkeit elektrischer Energieübertragungs- und Versorgungssysteme festzuhalten, dass entsprechend den Axiomen der Netzplanung und –Betriebsführung folgende Randbedingungen eingehalten werden müssen:

- Spannungsband
- Stromtragfähigkeit
- Resilienz

Zusätzlich zu diesen technischen Parametern kommt das Erfordernis, in der Welt der Realwirtschaft den wirtschaftlichen Randbedingungen Genüge zu tragen.

Spannungsband

Der überregionale Transport elektrischer Energie und auch die interregionale Verteilung sind dann hinsichtlich der Übertragungsverluste am effizientesten, wenn der Transport elektrischer Leistung auf einer möglichst hohen Spannungsebene erfolgt. Sowohl zu hohe als auch zu niedrige Spannungen in einem elektrischen Netz verursachen Probleme: Überspannungen beanspruchen die Isolation und setzen die Lebensdauer der Betriebsmittel (Überspannungsableiter, Kabel, Muffen,...)herunter, wohingegen Unterspannungen kritisch hinsichtlich der Anregesicherheit von Schutzeinrichtungen sind bzw. weil bei der üblicherweise vorausgesetzten Leistungsregelung seitens der Verbraucher bei kleineren Spannungen entsprechend höhere Ströme fließen müssen.

Im Gegensatz zu Hoch- und Höchstspannungsnetzen, die für den Abtransport der aus Windkraftanlagen stammenden Leistung in den Fokus des Interesses gerückt sind, sind in Niederspannungsnetzen durch die weite Verbreitung der dezentralen und feinräumig strukturierten Fotovoltaik-Einspeisungen Spannungsband-Probleme festgestellt worden. Bezüglich des Aufnahmevermögens elektrischer Niederspannungsnetze für derartige Einspeiser, zu denen auch Blockheizkraftwerke zählen, kann unter Zuhilfenahme der Systemadmittanzmatrix gezeigt werden, dass zumindest die an einem Netzpunkt üblicherweise entnommene Leistung eingespeist werden kann, ohne die üblichen Spannungsbänder zu verletzen.

¹ Technische Universität Graz/Institut für Elektrische Anlagen, Inffeldgasse 18/1, 8010 Graz, Tel.: +43 (0)316 873-7550, lothar.fickert@tugraz.at, www.ifea.tugraz.at

Stromtragfähigkeit

In elektrischen Netzen ist wegen der guten Einhaltung der Spannungsbänder im Bereich von wenigen Prozent bezüglich der Sollwerte und der angestrebten geringen Blindleistungstransporte ein linearer Zusammenhang zwischen transportierter Wirkleistung und Stromfluss in den Leitern gegeben. Auf die Einhaltung einer maximalen Stromdichte ist großer Wert zu legen, da Erwärmungen der Leitungen zu nachhaltigen irreparablen Schäden führen. Daher gilt: der Transport größerer elektrischer Leistungen erfordert größere Leitungsquerschnitte bzw. neue Leitungen, und eine Übertragung mit möglichst hohen Nennspannungen ist aus Effizienzgründen anzustreben.

Bezüglich einer gleichmäßigen Belastung von Kabelnetzen mit dem üblicherweise angegebenen "EVU-Strom" kann nur gewarnt werden, da hier auslegungsgemäß eine im Tagesrhythmus schwankende Stromstärke unterlegt wird, die in Schwachlastphasen zu einer merklichen Abkühlung des Kabels und des umgebenden Erdreiches führt und damit die Lebensdauer sicherstellt. Bei erhöhtem Dauerstrom sinkt diese Lebensdauer daher, weshalb Langzeitschäden nicht ausgeschlossen sind.

Resilienz

Mit Resilienz bezeichnet man das Vermögen eines Systems, auf Einflüsse von außen - im Fall elektrischer Netze sind das Änderungen bei Entnahme bzw. bei Einspeisung, aber auch elektrische Störungen (Kurzschlüsse, Erdschlüsse) - elastisch zu reagieren und sich wieder zu stabilisieren.

In diesen Zusammenhang sind die steigenden Anforderungen an die Wirkleistungs-Frequenzregelung einzuordnen, die aufgrund der abnehmenden rotierenden Schwungmassen durch den Ersatz von rotierenden (Synchron-) Maschinen durch trägheitslose Wechselrichter steigen. Dadurch sinkt die Gesamt-Trägheitskonstante des elektrischen Energiesystems, wodurch erhöhte Anforderungen an die Regelgeschwindigkeit und die vorzuhaltende Regelleistung auftreten. Wegen der Stabilitätsgleichungen ist ebenfalls darauf zu achten, dass diese Ausgleichleistungen nicht über weite Entfernungen transportiert werden müssen, da sonst die synchronisierenden Momente immer kleiner werden, bis die dynamische Stabilität verloren geht.

Ähnliches wie für die Wirkleistungs-Frequenzregelung gilt für die Blindleistungs-Spannungsregelung, die wegen der äußerst begrenzten Möglichkeit des elektrischen Energiesystems, Blindleistung über weite Strecken zu transportieren, im Wesentlichen lokal aufgebracht und geregelt werden muss.

Die geforderte Resilienz des elektrischen Energiesystems bedeutet ebenfalls die verlässliche Funktion von Schutzeinrichtungen. In diesem Zusammenhang sind speziell die Anforderungen an Schutzeinrichtungen zu berücksichtigen, die im Fall von Isolationsfehlern diese abschalten. Erforderlich sind einigermaßen stromstarke Kurzschlüssen bzw. bei stromschwächeren Erdschlüssen eine Sicherstellung schutzgerechter Nullsystem-Ströme. Hinsichtlich der Hoch- und Höchstspannungsebene sind hier bei den Anregekriterien ausreichende Fehlerströme nötig, die gerade im Fall von Schutzstörungen (Unterfunktionen bzw. Überfunktionen) auch noch einige Sekunden nach dem ersten Fehler klare Strom- und Spannungssignale liefern.

Wirtschaftliche Randbedingungen

Da die erforderlichen Begleitmaßnahmen für die gesteigerte Leistungseinspeisung durch volatile erneuerbare Energiequellen mit Investitionstätigkeit verbunden sind, sind für diese Investitionen die wirtschaftlichen Bedingungen zu schaffen, was besonders wegen der Langfristigkeit bei den Planung und Umsetzungsprozessen unter anderem eine hohe Rechtssicherheit verlangt.