

ERBRINGUNG VON SYSTEMDIENSTLEISTUNGEN IN ZUKÜNFTIGEN ÜBERTRAGUNGS- UND VERTEILNETZEN

Herwig RENNER¹

Inhalt

Als Systemdienstleistungen werden in der elektrischen Energietechnik jene notwendigen Dienste bezeichnet, die der Aufrechterhaltung des Netzbetriebs dienen. Die folgende Auflistung gibt einen generellen Überblick über die zu erbringenden Systemdienstleistungen, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

- Frequenzregelung
- Spannungshaltung
- Verlustabdeckung
- Netzschutz
- Schwarzstart- und Inselbetriebsfähigkeit
- Systemkoordination

Aus organisatorischer Sicht sind die Netzbetreiber für die Aufbringung verantwortlich, rein technisch gesehen wird ein beträchtlicher Teil der Systemdienstleistungen durch Erzeugungseinheiten erbracht. Die allgemeinen technischen Anforderungen, sowie speziell zu erbringende Systemdienstleistungen, sind im Wesentlichen in den Grid Codes definiert. Es zeigt sich, dass dort nur der durch gezielten Einsatz von Regeleinrichtungen abgerufene Anteil der Systemdienstleistungen behandelt wird. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass seit Beginn des Netzbetriebes, wie wir ihn heute kennen, die Einspeisung jahrzehntelang praktisch ausschließlich über Synchronmaschinen erfolgte. Diese erbringen aber aufgrund ihrer inhärenten Eigenschaften alleine durch die Tatsache, dass diese Anlagen am Netz sind, mit einer Mindestausstattung an Regeleinrichtungen bereits einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung des Netzbetriebs. Insbesondere sind hier die Eigenschaften

- Trägheitsmoment als Unterstützung der Frequenzhaltung,
- Kurzschlussleistung im Normalbetrieb im Sinne von Spannungshaltung und
- Kurzschlussleistung im Kurzschlussfalle zur Gewährleistung einer selektiven Schutzabschaltung

zu erwähnen. Für alle drei Eigenschaften gilt, dass sie im Kurzzeitbereich, also bevor Spannungs- oder Turbinenregler eingreifen, wirksam sind.

Einhergehend mit der Energiewende kommt es zu einer Umstrukturierung der Erzeugungseinrichtungen. Neben Synchronmaschinen gewinnen doppelt gespeiste Asynchronmaschinen und Wechselrichter an Bedeutung. In einigen europäischen Regelzonen kann der Anteil der nicht-synchronen Erzeugung zu bestimmten Zeiten mehr als 50% betragen, wie in einer Umfrage der aktuell laufenden CIGRE-CIRED Arbeitsgruppe C4-C6.35 „*Modelling and Dynamic Performance of Inverter based Generation in Power System Transmission and Distribution Studies*“ ermittelt wurde.

Diese neuen Erzeugereinrichtungen weisen per se – also mit einer minimalen Reglerkonfiguration für den Normalbetrieb – ein von der klassischen Synchronmaschine deutlich abweichendes Verhalten auf. In Tabelle 1 wird ein Vergleich der wesentlichen Eigenschaften von Synchronmaschine, doppelt gespeister Asynchronmaschine und Umrichter hinsichtlich der Erbringung von Systemdienstleistungen gegeben.

Für einen zukünftigen Netzbetrieb ist jedenfalls eine genaue Definition der erwähnten Kurzzeit-Anforderungen an Erzeugungseinrichtungen notwendig. Ob bei Umrichtern eine exakte, künstliche Nachbildung der Eigenschaften einer Synchronmaschine das Ziel ist, sei dahingestellt.

¹ Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873 7557, herwig.renner@tugraz.at, www.ifea.tugraz.at

Anstrebenswert wäre ein standardisiertes Verhalten der über Umrichter gekoppelten Erzeugungseinrichtungen. Während bei der klassischen Synchronmaschine das dynamische Verhalten sehr gut bekannt ist und auch ohne Kenntnis der exakten Maschinenparameter über Standardparameter mit ausreichender Genauigkeit approximiert werden kann, hängt vor allem bei den Umrichtern dieses Verhalten nur von der Konfiguration und Parametrierung der dazugehörigen Regler ab.

Unbestritten ist jedenfalls, dass gewisse Basiseigenschaften des Systems, wie zum Beispiel die derzeit in den rotierenden Schwungmassen gespeicherte und frequenzabhängig automatisch aktivierbare Energie, eine Grundvoraussetzung für einen stabilen Netzbetrieb darstellt.

Systemdienstleistung		Synchronmaschine	Doppelt-gespeiste Asynchronmaschine	Umrichter
Frequenzregelung	Reaktion auf Frequenzänderung, ROCOF ¹	Inhärente Eigenschaft durch Schwungmasse	Inhärente Eigenschaft durch Schwungmasse, erweiterter Bereich durch gezielte Drehzahländerung (Reglereingriff)	Reaktion durch geeignete Regler bedingt möglich (virtuelle Schwungmasse)
	Primärregelung	Reaktion durch Turbinenregler, bei konventionellen Energiequellen in positiver und negativer Richtung	Reaktion durch Turbinenregler, bei Windkraftwerken nur in negative Richtung	Reaktion durch Leistungsregler, bei Wind- und PV-Kraftwerken nur in negative Richtung, mit Speicher auch positiv
Spannungshaltung	Kleine Innenimpedanz	Inhärente Eigenschaft, (subtransiente und transiente Reaktanz)	Inhärente Eigenschaft, (Streureaktanz)	Verhalten abhängig von Stromregler (low level current controller)
	Spannungsregelung, Blindleistungsbereitstellung	Spannungsregler, positive und negative Blindleistung, Begrenzung durch Erregersystem und Erregerwicklung	Rotorseitiger Umrichter, positive und negative Blindleistung, Begrenzung durch Umrichterauslegung	Spannungs/Blindleistungsregler, (high level current controller), Begrenzung durch Umrichterauslegung
Kurzschlussstrom		Inhärente Eigenschaft, (subtransiente und transiente Reaktanz), hoher Anfangskurzschlusswechselstrom, Dauerkurzschlussstrom	Inhärente Eigenschaft, (Streureaktanz), mit „Crowbar“ normale Asynchronmaschinencharakteristik, hoher Anfangskurzschlusswechselstrom, kein Dauerkurzschlussstrom	Strombegrenzung durch Stromregler, Anfangs- und Dauerkurzschlussstrom in Größenordnung des Nennstroms, abhängig vom Regler

¹ ROCOF: rate of change of frequency

Tabelle 1: Eigenschaften von unterschiedlichen Technologien hinsichtlich der Erbringung von Systemdienstleistungen.