Wir brauchen Werkzeuge für die Systeme – die Energiekomponenten sind verfügbar

We need Tools for the Systems – the Components are on Hand

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Gawlik

Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe (ESEA), Technische Universität Wien, Österreich
Institute of Energy Systems and Electrical Drives (ESEA), Vienna University of Technology, Austria

Lebenslauf:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Gawlik (Jahrgang 1971) hat an der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg Elektrotechnik mit Schwerpunkt Energietechnik studiert. Nach Abschluss des Studiums 1997 war er zwei Jahre als Konstrukteur für Turbogeneratoren und stellvertretender Gruppenleiter Neukonstruktion bei der Siemens AG, Generatorenwerk Erfurt tätig. Von 1999 bis 2004 war er Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgung der FAU Erlangen-Nürnberg und promovierte dort 2004. Bis zu seiner Berufung als Universitätsprofessor für Energiesystemtechnik an der Technischen Universität Wien 2011 war er als Senior Key Expert System Dynamics und Projektmanager bei Siemens Power Technologies International, Erlangen.

Seine Forschungsschwerpunkte umfassen Supergrids, Smart Grids/Microgrids und Elektromobilität, Universal Grids und Software zur Analyse, Planung und stationären und dynamischen Modellierung von Netzen.

Curriculum Vitae:

Wolfgang Gawlik (born 1971) graduated from Friedrich-Alexander-University (FAU) Erlangen-Nuremberg in Electrical Engineering, focus on Energy Technology. After finishing his studies, he worked as design engineer for turbo generators and as vice group leader novel construction at Siemens generator plant Erfurt for two years. From 1999 to 2004 he was research assistant at the chair of electrical energy supply of the FAU Erlangen-Nuremberg and finished his PhD in 2004. Until his appointment as University Professor for Energy Systems Technology at the Institute of Energy Systems and Electrical Drives at Vienna University of Technology in 2011 he was Senior Key Expert System Dynamics and Project Manager at Siemens Power Technologies International.

His research interests are Supergrids, Smart Grids/Microgrids and Electromobility, Universal Grids and software for network analysis, planning and steady state and dynamic modeling.

Wir brauchen Werkzeuge für die Systeme – die Energiekomponenten sind verfügbar

We need Tools for the Systems – the Components are on Hand

Zusammenfassung

Es fehlen die Werkzeuge, um die wachsende Zahl dezentraler Erzeugungseinheiten, die weiträumig und mit zunehmender Leistung ins Energiesystem integriert werden, gezielt so zu steuern, wie es zukünftig notwendig sein wird, wenn ihre Auswirkung auf und ihre dann zu fordernden Beiträge zum Systembetrieb und zu Systemdienstleistungen weiter steigen.

Wir brauchen Werkzeuge für die zukünftigen Energiesysteme, die die verfügbaren neuen Komponenten und ihre Eigenschaften berücksichtigen und nutzen:

- Planungs- und Analysewerkzeuge, die Modelle aktiver Verteilnetze mit der installierten dezentralen Erzeugung und den implementierten Regelalgorithmen enthalten und die mit einem reduzierten und in der Praxis verfügbaren Parametersatz auskommen.
- Werkzeuge für den (ungestörten) Systembetrieb, die die verfügbaren und neuen Komponenten im Übertragungs-, insbesondere aber im Verteilnetz so einsetzen, dass die Freiheitsgrade, die man zur Anpassung an unterschiedliche Systembelastungen und -situationen benötigt, erhalten bleiben oder ersetzt werden.
- Konzepte für den Schutz des Systems im Fehlerfall und zum Wiederaufbau nach Störungen, die die gestiegene Verbreitung und Bedeutung dezentraler Erzeuger und der Anwendung von erweitertem Lastmanagement berücksichtigen.

Die Komplexität des Energiesystems wird in Zukunft weiter steigen. Wir benötigen Werkzeuge, um die steigende Komplexität der Systeme zu beherrschen und ihre Zuverlässigkeit zu erhalten, und um das Potential, das die neuen Komponenten für das Energiesystem eröffnen, auch auszuschöpfen.

Abstract

Tools need to be made available which are able to control the growing number of distributed energy resources so that their impact on the energy system and the ancillary services required from them in the future can be managed.

Those tools will make use of the new components and their characteristics and will cover:

- Planning and analysis tools including models of active distribution networks and the control algorithms applied in them
- Tools for system operation maintaining the degrees of freedom currently available to adapt the system operation to varying system conditions and loads covering transmission and distribution grids
- Concepts for system protection and restoration including large numbers of distributed energy resources of significant total size

The complexity of the energy system will increase in the future. We need these tools to handle the complexity and to raise the potential of future energy systems.

Als am 20. März dieses Jahres in weiten Teilen Mitteleuropas eine partielle Sonnenfinsternis zu beobachten war, brach das europäische Verbundsystem nicht zusammen – obwohl der mögliche Systemkollaps in vielen Presseartikeln als Worst-Case-Szenario dargestellt worden war. Die Herausforderung für den Systembetrieb war an diesem Tag nicht, ausreichend Reservekapazitäten für die während der Verdunkelungsphase reduzierte Photovoltaikeinspeisung in weiten Teilen Deutschlands und anderer europäischer Länder vorzuhalten und einzusetzen. Diese Kapazitäten stehen zur Verfügung und werden an Tagen mit schlechtem Wetter ohnehin genutzt. Die besondere Schwierigkeit bestand vielmehr darin, diese Erzeugungseinheiten mit genügend hohen Leistungsgradienten hochzufahren und zum Ende der Sonnenfinsternis auch wieder schnell genug in ihrer Leistungseinspeisung zu reduzieren.

Diese Herausforderung wurde auch dank langer Vorbereitung auf das Ereignis und Ausarbeitung der entsprechenden Strategien so gut gemeistert, dass im Frequenzverlauf für diesen Tag auf den ersten Blick keine größeren Schwankungen als an anderen Tagen zu erkennen sind (Abbildung 1).

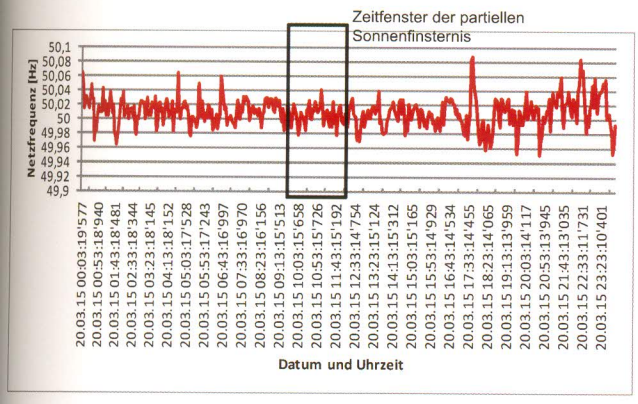

Abbildung 1: Völlig normaler Frequenzverlauf (gemessen in Wien) am Tag der partiellen Sonnenfinsternis vom 20.03.2015

Eine mögliche Strategie für diesen Tag wäre es auch gewesen, schon nachts oder in den frühen Morgenstunden die Systemfrequenz gezielt so stark zu erhöhen, dass sich die vielen, in der Regel dezentral angebundenen Photovoltaikanlagen gar nicht erst mit dem Netz synchronisieren. Man hätte dadurch den letztlich doch an vielen Orten sehr sonnigen Tag künstlich zu einem Frühlingstag mit überall bedecktem Himmel gemacht. Solche Wetterlagen verkraften unsere Energiesysteme regelmäßig.

Das geschilderte Beispiel zeigt zwei Punkte auf: Die Werkzeuge des konventionellen Verbundbetriebs sind (noch) wirkungsvoll genug, um mit Extremereignissen wie einer partiellen Sonnenfinsternis zurechtzukommen. Der zweite ist dagegen eine Mahnung: Offensichtlich fehlen die Werkzeuge, um die wachsende Zahl dezentraler Erzeugungseinheiten, die weiträumig und mit zunehmender Leistung ins Energiesystem integriert werden, gezielt so zu steuern, wie es zukünftig notwendig sein wird, wenn ihre Auswirkung auf und ihre dann zu fordernden Beiträge zum Systembetrieb und zu Systemdienstleistungen weiter steigen. Der Umweg über die Systemfrequenz kann jedenfalls nicht die einzige Lösung bleiben.

Das Konzept der virtuellen Kraftwerke bündelt kleine Erzeugungseinheiten so, dass sie sich in Summe wie ein klassisches Großkraftwerk betreiben lassen sollen. Allerdings sind bei weitem nicht alle dezentralen Erzeuger Teil eines virtuellen Kraftwerks, und das Konzept sowie die Geschäftsmodelle, die sich aus ihm ergeben, beschränken sich derzeit meist auf eine mögliche Teilnahme am Markt für Tertiärregelleistung. Aber auch wenn virtuelle Kraftwerke Primär- und Sekundärregelleistung bereitstellen und dezentrale, oft über Wechselrichter ans Netz angebundene Erzeuger sogar virtuelle Schwungmasse zur Stabilisierung der Systemfrequenz liefern können, gibt es einen wesentlichen Unterschied: Beim klassischen Synchrongenerator im Kraftwerk lassen sich Wirk- und Blindleistung über Turbinenregler und Erregersystem unabhängig voneinander und wie es der Verbundbetrieb erfordert einstellen.

Beim virtuellen Kraftwerk sind die Erzeugungseinheiten dagegen über weite Netzgebiete verteilt und über die jeweiligen Impedanzen miteinander und mit dem Verbundsystem gekoppelt. Die Impedanzen haben insbesondere im Verteilnetz einen nicht zu vernachlässigenden ohmschen Anteil, so dass Wirk- und Blindleistung an der Übergabestelle zum Übertragungsnetz stark voneinander abhängig sind. Verstärkt wird dieser Effekt noch, wenn die Aufnahmefähigkeit der Verteilnetze für dezentrale Erzeugungsanlagen durch Maßnahmen wie Q(U)- oder cosphi(U)-Regelung gesteigert wird.

Das bedeutet, dass sich virtuelle Kraftwerke im Speziellen und aktive Verteilnetze im Allgemeinen je nach Erzeugungs- und Lastprofil nicht notwendigerweise wie über- oder ggf. untererregte Synchronmaschinen verhalten, die den Betrieb des Übertragungsnetzes und die Freiheitsgrade zu seiner Anpassung in der Vergangenheit charakterisiert haben, sondern je nach Wetterlage, Wochentag und Tageszeit völlig unterschiedlich wirken. Vor allem bedeutet das aber auch, dass aktive Verteilnetze nicht ohne weiteres die Freiheitsgrade bieten, die zur systemdienlichen Anpassung des Betriebsverhaltens notwendig wären. Hier fehlen Werkzeuge, um z. B. den Blindleistungsfluss zwischen den verschiedenen Spannungsebenen und insbesondere an der Schnittstelle vom Hoch- zum Mittelspannungsnetz auch in Zukunft zu koordinieren.

Steigende Vorgaben an die Energieeffizienz und der wachsende Bedarf nach Energiespeichern durch die zunehmende Einbindung regenerativer, häufig stark volatiler Erzeugung (insbesondere Windkraft und Photovoltaik) erfordern auch eine immer stärkere Vernetzung und koordinierten Betrieb Energieträger-übergreifender Netzstrukturen (Hybridnetze aus Strom-, Gas- und Wärme-/Kältenetzen). Solche „Universal Grids" erlauben die Nutzung von Speicherpotentialen und größere Flexibilität im Demand Side Management durch die höheren Zeitkonstanten von Stoffnetzen und ihren Lasten gegenüber elektrischen Netzen. Während Tools für die Planung, den Betrieb und die Analyse der jeweiligen Einzelnetze seit langem Stand der Technik sind, fehlen noch Methoden und Werkzeuge für die koordinierte Betrachtung solcher Hybridnetze und der in ihnen vorhandenen dann zahlreichen Kuppelstellen zwischen den Teilnetzen auf allen Netzebenen.

Wir brauchen also Werkzeuge für die zukünftigen Energiesysteme, die die verfügbaren neuen Komponenten und ihre Eigenschaften berücksichtigen und nutzen:

- Planungs- und Analysewerkzeuge, die Modelle aktiver Verteilnetze mit der installierten dezentralen Erzeugung und den implementierten Regelalgorithmen enthalten und die mit einem reduzierten und in der Praxis verfügbaren Parametersatz auskommen. Diese Werkzeuge müssen auch mögliche Koppelstellen für Energieträger-übergreifende Energiesysteme (Strom, Gas, Wärme/Kälte) berücksichtigen.
- Werkzeuge für den (ungestörten) Systembetrieb, die die verfügbaren und neuen Komponenten im Übertragungs-, insbesondere aber im Verteilnetz so einsetzen, dass die Freiheitsgrade, die man zur Anpassung an unterschiedliche Systembelastungen und -situationen benötigt, erhalten bleiben oder ersetzt werden.
- Konzepte für den Schutz des Systems im Fehlerfall und zum Wiederaufbau nach Störungen, die die gestiegene Verbreitung und Bedeutung dezentraler Erzeuger und der Anwendung von erweitertem Lastmanagement berücksichtigen. Wenn sich Lastflüsse und Fehlerstrompfade gegenüber dem herkömmlichen Netzbetrieb umkehren, müssen auch diese Konzepte neu gestaltet werden.

Die Komplexität des Energiesystems wird in Zukunft weiter steigen. Wir benötigen Werkzeuge, um die steigende Komplexität der Systeme zu beherrschen und ihre Zuverlässigkeit zu erhalten, und um das Potential, das die neuen Komponenten für das Energiesystem eröffnen, auch auszuschöpfen.

Energy Talks Ossiach 2015

Werkzeuge der Energiewende
Tools for Energy Turnaround