

Zusammenhang zwischen Residuallast und Börsenpreis beim Zubau volatiler erneuerbarer Energiequellen

Sigismund Kobe und Rolf Schuster

Mit Residuallast wird der Anteil der Last bezeichnet, der nicht durch volatile Stromerzeuger gedeckt werden kann. Sie ist mit dem Preis an der Strombörse korreliert. Mit dem weiteren Ausbau erneuerbarer Energiequellen kommt es zu Konflikten bei deren Einbindung in das Stromversorgungssystem. Ein Umsteuern in der Energiepolitik wird notwendig.

Der Beitrag erneuerbarer Energiequellen (EE) an der Bruttostromerzeugung in Deutschland hat sich innerhalb von zehn Jahren verdoppelt und betrug 2017 im Jahresmittel 33 %. Zwei Drittel davon werden von Windenergie- und Photovoltaikanlagen bereitgestellt. Deren Einbindung in das Stromversorgungssystem bereitet zunehmend Probleme. Im Stromnetz muss die durch die Verbraucher nachgefragte elektrische Leistung (Last) ständig durch die Summenleistung aller Erzeuger gedeckt werden. Als Residuallast bezeichnet man die Differenz aus der Last abzüglich der fluktuierenden (volatilen) Beiträge von Strom aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen. Sie muss durch konventionelle Erzeuger, nichtfluktuierende EE, Stromimport und – falls vorhanden – aus Stromspeichern erbracht werden.

Vergrößerung der Schwankungsbreite

Im Jahr 2017 betrug die minimale Last 33 GW. Zu jeder Stunde des Jahres muss diese Leistung mindestens zur Verfügung stehen. Die maximale Last lag bei 79 GW. Die zeitlichen Schwankungen der Last werden vor allem durch den Tag-Nacht-Rhythmus bestimmt und sind weitgehend abgekoppelt von den dargebotsabhängigen Einspeiseleistungen von Wind- und Photovoltaikstrom, die 2017 zwischen 0 und 52 GW schwankten.

In Abb. 1 ist die Anzahl der Stunden im Jahr 2017 in Abhängigkeit von der Leistung der Stromerzeugung aus volatilen erneuerbaren Energien sowie von der Residuallast 2011 und 2017 und von der Gesamtlast dargestellt. Die Einspeisung von volatilen EE wird vorwiegend durch den Windstrom bestimmt.

In [1, 2] wurde gezeigt, dass die Zunahme der mittleren Leistung volatiler Erzeuger eine Vergrößerung der Schwankungsbreite zur Folge hat. Zwangsläufig verbreitert sich damit auch der Wertebereich der Residuallast. Zusätzlich kommt es zu einem Anstieg der Lastgradienten. Die Verteilungsfunktionen von volatiler Erzeugung und die der Last können nicht zur Deckung gebracht werden. Es reicht nicht aus, die Mittelwerte beider Verteilungen in Übereinstimmung zu bringen. Somit ist es unmöglich, die Energieversorgung allein auf der Basis von Wind- und Solarstrom zu sichern.

Volatile Erzeuger haben einen großen Einfluss auf die Preisgestaltung an der Strombörse. Wird viel Strom erzeugt und ist gleichzeitig die Last niedrig, sinkt der Börsenpreis und umgekehrt. Somit erweist sich die Residuallast als wichtige Kenngröße zur Beurteilung der Stabilität des Systems der Versorgung mit Elektroenergie. In Abb. 2 wird die Abhängigkeit des Börsenpreises von der Residuallast dargestellt. Dabei repräsentiert jeder Punkt im Diagramm eine Stunde des Jahres 2011. Es zeigt sich, dass das Energiesystem im Zusammenspiel von konventionellen und erneuerbaren Energiequellen zu diesem Zeitpunkt robust genug war, um auf Schwankungen adäquat zu reagieren.

Zunehmende Verwerfungen

Die gleiche Darstellung für das Jahr 2017 (siehe Abb. 3) macht aber auch deutlich, dass eine Beschränkung auf einen weiteren extensiven Ausbau volatiler Erzeuger zunehmend zu Verwerfungen führt. Die untere Grenze der Residuallast hat sich von 20 GW (2011) auf 5 GW verringert. Das temporäre Überangebot von Strom aus Wind und Sonne führt dazu, dass an immer mehr Stunden des Jahres der Börsenpreis negativ wird. Der Forderung nach Balance zwischen Erzeugung und Verbrauch zur Einhaltung einer stabilen Netzfrequenz

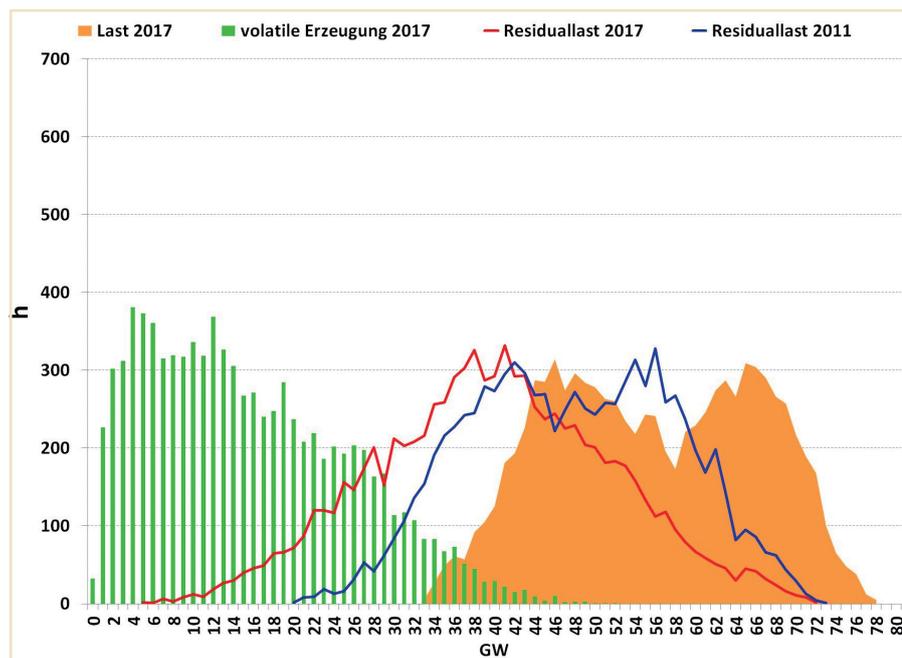


Abb. 1 Anzahl der Stunden des Jahres 2017 in Abhängigkeit von Residuallast, Last und Erzeugungsleistung volatiler erneuerbarer Energien, ebenso für die Residuallast 2011 [3]

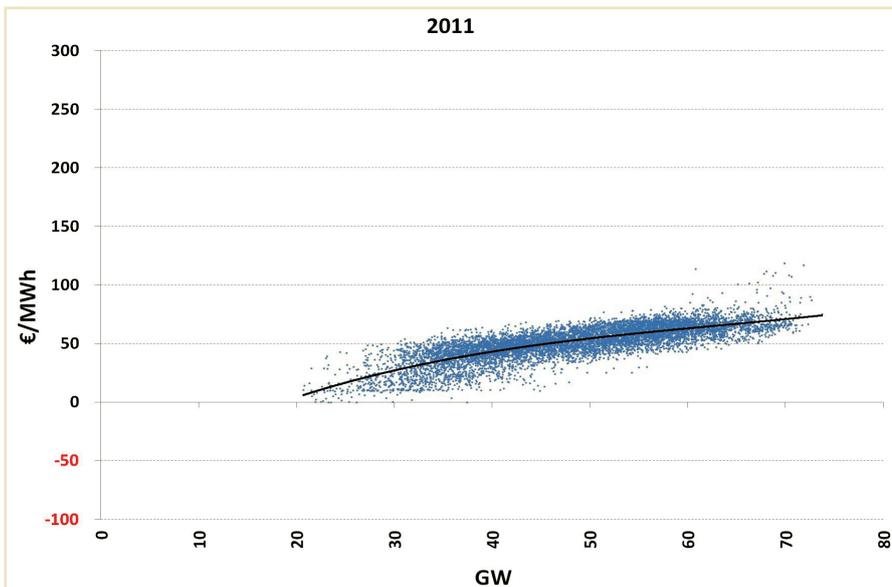


Abb. 2 Börsenpreis zu jeder Stunde des Jahres 2011 in Abhängigkeit von der Residuallast [4]

folgend, muss Strom gegen eine „Abfallgebühr“ veräußert werden. Der Abnehmer muss zu diesen Zeiten nichts für den Strom bezahlen und erhält darüber hinaus eine zusätzliche Vergütung. Da andererseits nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz für Wind- und Photovoltaikstrom weiterhin ein festgelegtes Entgelt pro erzeugter Kilowattstunde an die Produzenten gezahlt wird, werden die Stromkunden zusätzlich belastet.

Werden in der Zukunft weitere volatile Erzeugerkapazitäten zugebaut, so wird sich

die Situation weiter verschärfen. Negative Börsenpreise werden dann stochastisch zu immer mehr Stunden des Jahres in Erscheinung treten. Zudem ist abzusehen, dass die Residuallast zukünftig auch negative Werte annehmen kann, d.h. die Erzeugungsleistung volatiler EE wird größer als die Last und müsste zwangsläufig abgeregelt werden. Die Darstellung in Abb. 3 macht weiterhin deutlich, dass auch der andere Grenzfall zu Problemen führt. Wenn bei Wetterlagen mit Komplettausfall volatiler Erzeuger, den sog. Dunkelflauten, die Residuallast die

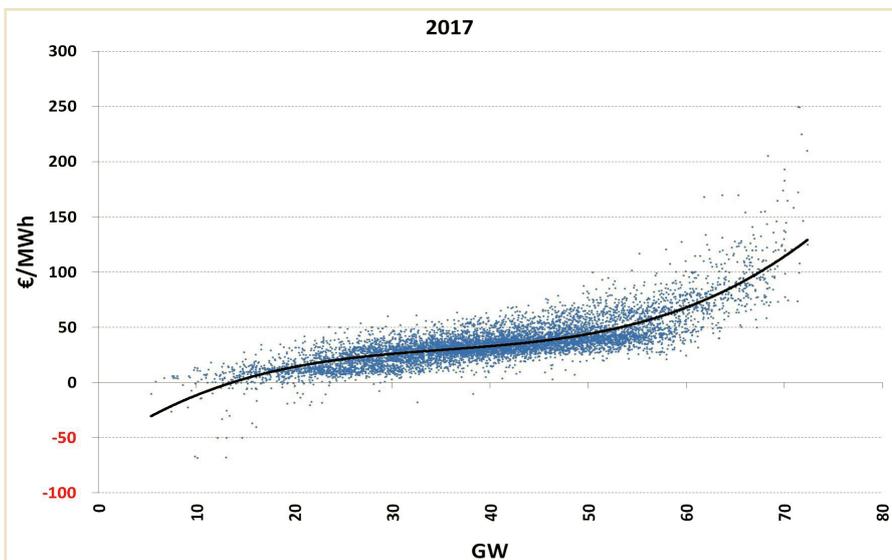


Abb. 3 Börsenpreis zu jeder Stunde des Jahres 2017 in Abhängigkeit von der Residuallast [4]

volle Last aufbringen muss, steigt der Börsenpreis. Dann müssen nämlich zunehmend teure Reservekapazitäten in Anspruch genommen werden.

Systemwechsel dringend erforderlich

Im Ergebnis des Zubaus von volatilen EE erreicht inzwischen die Residuallast Werte zwischen Null und der maximalen Last. Damit ist eine Grenze für die sinnvolle Einbindung von volatilen EE in das Stromversorgungssystem erreicht. Da es an anwendungsbereiten Lösungen für den praktischen Einsatz von Überkapazitäten mangelt, ist ein Umsteuern in der Energiepolitik dringend erforderlich. Ideal wäre der Einsatz von Speichertechnik. Weder jetzt noch in absehbarer Zukunft stehen jedoch Speicher zur Verfügung, die die dazu erforderlichen gigantischen Kapazitäten besitzen.

Daher müssen neue Konzepte für eine kontinuierliche und bedarfsgerechte Bereitstellung von Leistung entwickelt werden. Ein gleichzeitiges und nicht angefordertes Einspeisen von Strom aus volatilen Erzeugern in die Netze ist zu vermeiden. Eine Abkehr von dem System erzeugerorientierter Subventionen von EE ist dringend erforderlich.

Anmerkungen

[1] Ahlborn, D.: Statistische Verteilungsfunktion der Leistung aus Windkraftanlagen. World of Mining – Surface & Underground 67 (2015) Nr. 4, S. 272.

[2] Linnemann, T. und Vallana, G.S.: Windenergie in Deutschland und Europa – Status quo, Potenziale und Herausforderungen in der Grundversorgung mit Elektrizität. Teil 1: Entwicklungen in Deutschland seit dem Jahr 2010. VGB Power Tech 6 (2017), S. 63.

[3] Datenquellen: <https://transparency.entsoe.eu/>, <http://www.50hertz.com/de/Kennzahlen>, <https://www.transnetbw.de/de/transparenz/marktdaten/kennzahlen>, <http://www.tennetso.de/site/Transparenz/veroeffentlichungen/netzkennzahlen>

[4] Datenquelle: <http://www.eex.com/de/marktdaten/strom/spotmarkt/auktion#/2018/03/16>

Prof. Dr. S. Kobe, Technische Universität Dresden, Institut für Theoretische Physik;
R. Schuster, Driedorf
sigismund.kobe@tu-dresden.de