

Energie und Leistung: Watt jeder über Strom wissen sollte

Michel Müller | Fachstelle Energie | 062 835 28 80

Das Thema Energie ist zurzeit omnipräsent. Dabei fehlt es bei diesem an sich komplexen Thema nicht an plakativen Aussagen – die gegensätzlicher nicht sein könnten. Aussagen wie «eine rein erneuerbare Energieversorgung ist jetzt machbar» und «eine hundertprozentig erneuerbare Energieversorgung ist heute technologisch nicht möglich» stehen einander gegenüber. Immer mehr wird sichtbar und richtig erkannt, dass unsere Energieversorgung stark verknüpft ist mit Umweltthemen, wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit und Stabilität. Gerade deshalb ist eine sachliche Diskussion von grosser Wichtigkeit. Für diese Diskussion sind einige Grundlagen unverzichtbar. Dazu gehört das Verständnis über den Unterschied zwischen Energie und Leistung.

Die Unterscheidung zwischen Energie und Leistung ist in vielen Aussagen versteckt vorhanden, wie zum Beispiel bei folgenden Nachrichten: *«Ein gut vierzigjähriges Einfamilienhaus in Villnachern, welches nach einer Sanierung 3000 kWh mehr Energie produziert, als es selber für Heizung, Warmwasser, Licht und Haushaltsgeräte benötigt.»* Oder *«Die Windkraft steht für den Siegeszug der erneuerbaren Energie. 2009 sind bereits 25'800 MW Windleistung in Deutschland installiert, dies entspricht zirka 22-mal der Leistung des Kernkraftwerks Leibstadt.»*

Wie weit können wir unsere zukünftige Energieversorgung auf Plusenergiehäuser abstützen? Bieten die installierten Windkraftwerke einen sicheren Ersatz für 22 Kernkraftwerke ohne zusätzliche Gefahr von Stromausfällen? Hinter diesen Aussagen und Fragen steht im Prinzip der Unterschied zwischen Energie und Leistung. Ein Blick hinter die Kulissen lohnt sich.

Seilziehen in der Steckdose

Dass über ein Jahr betrachtet die gleiche Menge Energie produziert werden muss, wie verbraucht wird, leuchtet ein. Ebenso zentral ist der

Grundsatz, dass zu jedem Zeitpunkt die Leistung, welche die Produzenten ins Netz abgeben, der Leistung entsprechen muss, welche die Verbraucher dem Netz entnehmen.

Die Versorgung mit elektrischer Energie entspricht einem Seilziehen. Ein Team bilden die Verbraucher, das andere die Produzenten. Die Leistung entspricht der Kraft, mit der die Teams am Seil ziehen. Die Energie

Energie und Leistung

Energie misst man in Wattstunden (Wh), Leistung in Watt (W). Gebräuchlich sind folgende Abkürzungen:

Energie

Kilowattstunde (kWh):

1000 Wh

Megawattstunde (MWh):

1'000'000 Wh

Gigawattstunden (GWh):

1'000'000'000 Wh

Leistung

Kilowatt (kW): 1000 W

Megawatt (MW): 1'000'000 W

Gigawatt (GW): 1'000'000'000 W

entspricht den «verbrannten Kalorien» der Seilzieher. Bleibt das Seil im Gleichgewicht, funktioniert die Versorgung mit elektrischer Energie. Zieht ein Team stärker als das andere, droht ein Stromausfall.



Die Versorgung mit elektrischer Energie entspricht einem Seilziehen, auf der einen Seite ziehen die Verbraucher, auf der anderen die Produzenten.

Frisches Brot und Wasserstrom

Im heutigen System reagieren hauptsächlich die Produzenten auf Veränderungen des Stromverbrauchs, um das Seil im Gleichgewicht zu halten. Dabei planen sie mit sich wiederholenden Mustern. Diese zeigen für bestimmte Typen von Verbrauchern (Haushalte, Landwirtschaftsbetriebe, Strassenbeleuchtung), welche Leistung zu welcher Tageszeit erfahrungsgemäss bezogen wird. Betrachten wir beispielsweise mal eine Bäckerei und ein Büro, welche beide im Jahr je 100'000 kWh elektrische Energie beziehen. Wie viele Bäckereien oder Büros könnte man an das Wasserkraftwerk Aarau anschliessen und betreiben? Die Antwort lautet: nicht gleich viele. Obwohl das Wasserkraftwerk Aarau im Jahr 109 GWh elektrische Energie erzeugt, eigentlich genug für 1090 der beschriebenen Betriebe.

Denn entscheidend ist die Leistungsbereitstellung. Am meisten Leistung benötigt eine Bäckerei erfahrungsgemäss an Samstagen im Winter von 5.45 bis 6 Uhr – und zwar 25,6 kW. Beim Bürobetrieb sieht es etwas anders aus: Dort wird ein Maximum von 49 kW an Werktagen im Winter von 9.15 bis 9.30 Uhr bezogen. Die Turbinen des Wasserkraftwerks Aarau

haben eine maximale Leistung von 16 MW. Elektrische Energie kann selbstverständlich nur erzeugt werden, wenn auch Wasser durch die Turbinen fliesst. Diese Wassermengen sind für Laufwasserkraftwerke im Sommer etwas höher als im Winter. Über alles gesehen sind sie jedoch relativ konstant und man kann mit einer Leistung von 16 MW rechnen. Dies reicht aus für 625 Bäckereien aber nur 326 Büros. Bei mehr Betrieben würde die Leistung im Winter für Bäckereien jeweils am Samstag zwischen 5.45 und 6 Uhr und für Büros an Werktagen zwischen 9.15 und 9.30 Uhr nicht ausreichen.

Herausforderung Windenergie

Als wichtiger Grundsatz wird klar: Energie und Leistung dürfen nicht getrennt betrachtet werden. Wasserkraft ist seit Langem bewährt und ist zu einem grossen Teil dafür verantwortlich, dass der Aargau als Energiekanton gilt. Denkt man nun das obige Beispiel statt mit Wasser mit Windkraft durch: Könnte man das Wasserkraftwerk Aarau durch Windkraftwerke mit 16 MW Leistung ersetzen? Nein, denn im Gegensatz zum Fluss des Wassers in der Aare bläst der Wind nicht annähernd konstant. Bei einem Windpark mit 16 MW Leis-

tung ist die Abgabe einer Leistung von 16 MW theoretisch zwar möglich, aber nur bei idealen Windverhältnissen. In der Realität schwankt die abgegebene Leistung zwischen 0 und 16 MW.

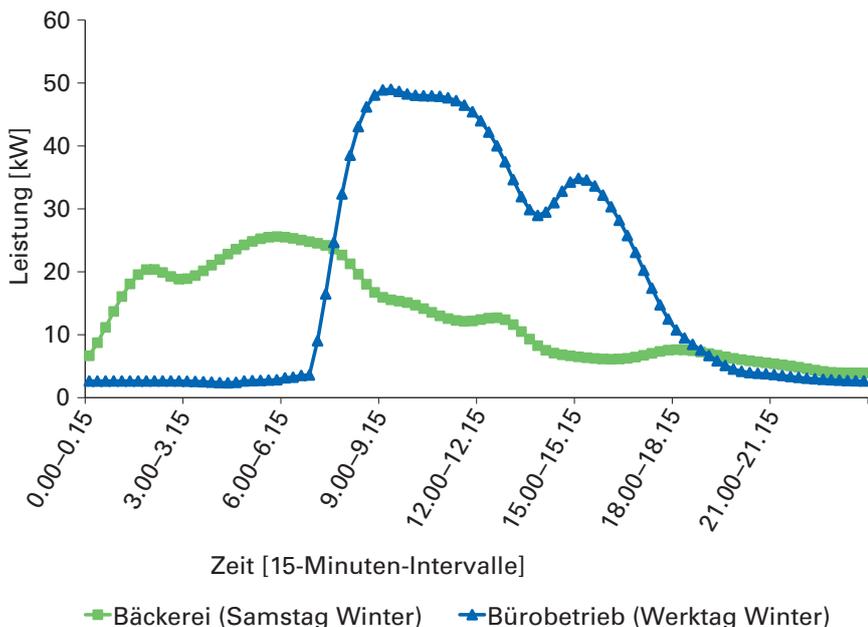
Der Betrieb der 625 Bäckereien oder 326 Büros setzt zu jedem Zeitpunkt die Abgabe einer bestimmten Leistung ins Netz voraus. Damit eine gute Chance besteht, dass das Bedarfsmaximum von 16 MW gedeckt werden kann, muss eine Windleistung von deutlich mehr als 16 MW installiert werden. Die eigentliche Herausforderung besteht darin, mit den auftretenden Schwankungen der durch Windkraftwerke erzeugten Energie umgehen zu können.

Das elektrische Netz und erneuerbare Energien

Heute produzieren einige wenige grosse Kraftwerke Strom. Bei vielen dieser Kraftwerke ist es nicht möglich, die Leistung zugunsten von Windkraftwerken schnell und kostengünstig anzupassen – also zum Beispiel bei viel Wind herunter- und bei wenig Wind hochzufahren. Deshalb ist die Möglichkeit begrenzt, Schwankungen von erneuerbaren Energien aufzufangen. Erneuerbare Energien können nur ins Netz integriert werden, wenn ihr Anteil einen Bruchteil der gesamten Leistungsnachfrage beträgt. Wächst der Anteil der erneuerbaren Energien deutlich, kann das bestehende Netz die Schwankungen nicht mehr ausgleichen. Ein Lösungsansatz wäre: In Zeiten mit zu viel Leistung wird die elektrische Energie umgewandelt und gespeichert und in Zeiten mit zu wenig Leistung wird dies durch Reservekraftwerke ausgeglichen. Dies ist heute jedoch aus technologischen und ökonomischen Gründen noch kaum in grossem Massstab machbar.

Eine raffiniertere Lösung zur Integration vieler kleinerer Energieerzeuger mit schwankender Produktion sind intelligente Netze. Grundsätzliches Ziel dabei ist eine bessere Abstimmung der Produktion mit dem Verbrauch. Die Verbraucher werden nicht mehr als rein gegeben betrachtet, sondern aktiv in die Planung und Steuerung einbezogen. Dahinter ste-

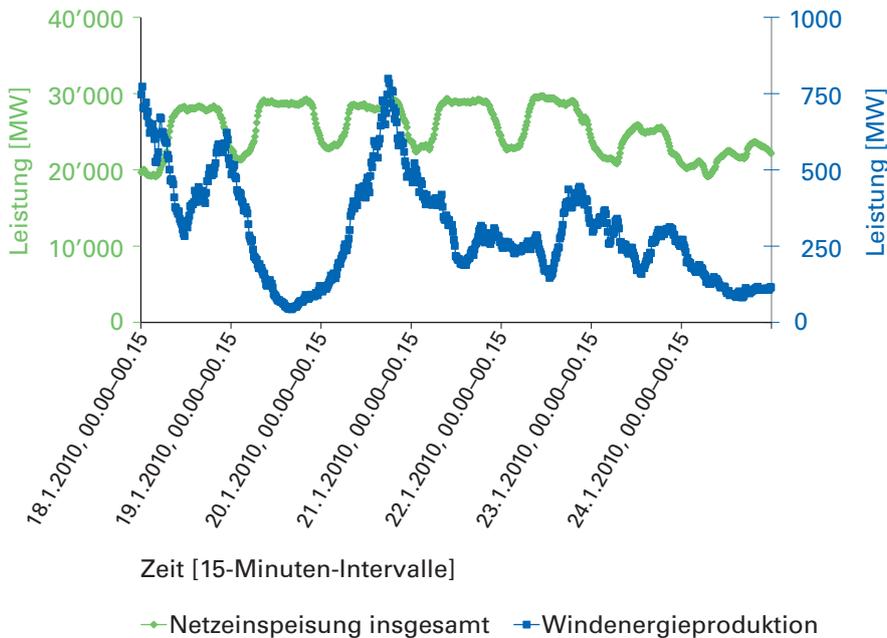
Typisches Nutzerverhalten



Typische Muster der bezogenen elektrischen Leistung für eine Bäckerei und ein Büro.

(Eigene Darstellung; Daten: VDEW)

Windenergie und Netzeinspeisung insgesamt



Für ein grosses Gebiet in Deutschland ist für die Woche vom 18. bis 24. Januar 2010 die gesamthaft ins Netz eingespeiste Leistung und die durch Windkraftwerke eingespeiste Leistung abgebildet. Die Windleistung hat noch nicht die Grössenordnung der gesamten Leistungsnachfrage. Ihr Verlauf zeigt jedoch, dass Lösungen gefunden werden müssen, um die auftretenden Schwankungen aufzufangen. (Eigene Darstellung; Daten: amprion)

hen Technologien, welche jederzeit detaillierte Informationen über einzelne Teile des Elektrizitätssystems bereitstellen und die Kommunikation unter ihnen möglich machen. Das Elektrizitätssystem wird vergleichbar mit dem Internet.

Windparks und Waschmaschinen

Eine solche Vernetzung erlaubt zum Beispiel, dass Waschmaschinen mit Windparks «kommunizieren». Die Waschmaschinen müssen vorsorglich mit Wäsche gefüllt sein. Sind die Waschmaschinen kommunikationsfähig, können sie den Waschvorgang selbstständig starten, wenn viel überschüssige Leistung angeboten wird. Grundlage und gleichzeitig Anreiz für eine solche Steuerung kann der Strompreis sein, welcher sich der Energieproduktion anpasst und direkt den Verbrauchern – beispielsweise den Waschmaschinen – übermittelt wird.

Der Ladevorgang von Elektroautos bietet ähnliche Möglichkeiten: Elektroautos, welche die ganze Nacht und Teile des Tages am Netz angeschlos-

sen sind, können ihre Batterien selbstständig zu Zeiten mit tiefen Preisen aufladen.

Intelligente Netze ermöglichen beispielsweise auch, eine grosse Anzahl Elektroautos als sogenanntes virtuelles Kraftwerk zu betreiben. Dazu müssen die Elektroautos am Netz angeschlossen sein und die in den Batterien gespeicherte Energie dem Betreiber des Netzes zur Verfügung stellen. Bei hohen Energiepreisen kann über eine zentrale Steuerung die gespeicherte Energie ans Netz abgegeben werden. Der Beitrag des einzelnen Elektroautos ist dabei minimal, bei einer grossen Anzahl Fahrzeugen wird die Menge jedoch relevant und die Fahrzeuge werden zu einem virtuellen Kraftwerk. Solche virtuellen Kraftwerke sind natürlich nicht auf Elektroautos beschränkt, sondern lassen sich beispielsweise auch mit Blockheizkraftwerken umsetzen.

Wichtige und richtige Schritte

Um auf die Aussagen zu Beginn dieses Artikels zurückzukommen: Plusenergiehäuser sind ein äusserst wert-

voller Beitrag an eine zukunftsgerichtete Energieversorgung. Voraussetzung ist jedoch ein elektrisches Netz, welches das schwankende Angebot an erneuerbarer Energie ausgleichen und die Hausbewohner jederzeit mit der nachgefragten elektrischen Leistung versorgen kann. Der Ausbau der Windkraft, insbesondere in Gebieten mit hohem Potenzial, ist ein wichtiger Schritt in Richtung einer Energieversorgung mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. Zwar sind seit 2009 in Deutschland bereits Windkraftwerke mit einer Leistung von 22-mal der Leistung des Kernkraftwerkes Leibstadt installiert, doch für die tatsächlich erzeugte Energiemenge gilt nur ein Faktor 4. Beim Vergleich der erzeugten Energiemengen darf man zudem die zum Ausgleich der Produktionsschwankungen notwendigen Massnahmen nicht vergessen.

Die aktuelle Diskussion kreist hauptsächlich um die Kraftwerke – im Bild des Seilziehens ausgedrückt um das Team der Energieproduzenten. Diese reagieren heute zum grössten Teil einseitig auf Veränderungen der Kraft, mit welcher das Team der Verbraucher am Seil zieht. Will man einen massgebenden Anteil von erneuerbaren Energien, reicht eine Diskussion über Kraftwerke nicht aus. Der Fokus muss insbesondere auf das Zusammenspiel zwischen den Produzenten und den Verbrauchern gerichtet werden. Wer über erneuerbare Energien in der Elektrizitätsversorgung spricht, muss das Netz in die Diskussion mit einbeziehen.

