

Smart Cities

Alle Netze werden gemeinsam gesteuert

[17.05.2013] In einer Smart City der Zukunft werden alle Netze gemeinsam überwacht und optimiert, um den Energiebedarf zu minimieren und erneuerbare Energien möglichst effizient einzubeziehen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Netzeleittechnik.

Schon heute lebt mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten. Obwohl sie nur ein Prozent der Welteroberfläche bedecken, verbrauchen die Städte 75 Prozent der globalen Energie, 60 Prozent des Wassers und produzieren 80 Prozent der CO₂-Emissionen weltweit. Die Energieversorgungsunternehmen vieler Städte und stadttähnlicher Großgebiete stehen vor der Herausforderung, die Effizienz ihrer teilweise stark gealterten Infrastruktur zu steigern und die klimarelevanten Emissionen zu senken. Zugleich soll der wachsenden städtischen Bevölkerung weiterhin eine hohe Lebensqualität geboten werden. Der Übergang in ein neues Elektrizitätszeitalter, in dem Strom als Energieträger für die meisten Anwendungen des täglichen Lebens eine immer wichtigere Rolle spielt, wird vor allem von drei Faktoren bestimmt: dem demografischen Wandel, der Ressourcenverknappung und dem Klimawandel. Bemerkenswert ist vor diesem Hintergrund, dass der Strombedarf weiter steigt und das Energiesystem dramatischen Veränderungen unterworfen ist, die insbesondere durch die zunehmende Stromerzeugung und Einspeisung aus fluktuierenden Quellen gekennzeichnet sind.

Optimales Miteinander

Bisher galt das Dogma „Die Erzeugung folgt der Last“ mit entsprechend ausgelegten Verbundnetzen und zentraler, regelbarer Stromerzeugung mit hoher Verlässlichkeit. Die Last war statistisch vorhersehbar; die Energie floss unidirektional vom Erzeuger zum Verbraucher. Doch diese Verhältnisse ändern sich zunehmend. Der steigende Anteil stochastischer Erzeugung im Energiemix (Wind- und Solarenergie) reduziert die Regelbarkeit auf der Erzeugerseite. Zusätzlich wandelt sich der Verbraucher zum so genannten Prosumer, also zu einer Mischung aus Producer und Consumer, etwa durch die Installation von erneuerbaren Energiequellen und durch effizienzsteigernde Maßnahmen wie dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung. Beide Möglichkeiten werden durch Gesetzesvorgaben oftmals noch gefördert. Daher wird das Dogma in letzter Konsequenz künftig lauten müssen: Die Last folgt der Erzeugung. Die Voraussetzung zur Aufrechterhaltung einer sicheren Energieversorgung mit zentraler und dezentraler Erzeugung sowie bidirektionalem Energiefluss ist der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik, die für die notwendige Intelligenz in den Netzen sorgt. Das gilt umso mehr für ein intelligentes City Management, das nicht nur die Bereitstellung von elektrischer Energie umfasst, sondern auch alle weiteren Netze wie Wasser, Abwasser, Kommunikation oder Mobilität einbezieht und koordiniert. Der Betrieb dieser Netze erfordert grundsätzlich auch elektrische Energie. Auf der anderen Seite bieten nicht elektrische Netze beziehungsweise Systeme oft auch Speicherkapazitäten, die für ein ganzheitliches Energie-Management genutzt werden können. Derzeit werden die Netze noch unabhängig voneinander betrieben und optimiert. Einige städtische Energieversorgungsunternehmen verwenden allerdings bereits kombinierte Leitsysteme für einzelne Bereiche, die jedoch nur teilweise spartenübergreifende Optimierungen ermöglichen.

Smart Buildings

Das besondere Augenmerk auf die Städte ist schon allein dadurch berechtigt, dass Gebäude rund 40 Prozent der gesamten Energie weltweit verbrauchen und für 21 Prozent der Treibhausgasemissionen verantwortlich sind. Entsprechend groß sind aber auch die Optionen zur Effizienzsteigerung durch neue Heizungs- oder Klimaanlage, innovative Beleuchtung sowie moderne Automatisierungstechnik. Hier wird die aktive Einbindung der Gebäude ins Netz als flexibler Verbraucher, Produzent und Speicher von Energie zur wichtigen Aufgabe.

Das Stichwort hierzu heißt Smart Buildings in Smart Grid, denn die intelligenten Gebäude stellen eine zusätzliche Möglichkeit für dezentrales Energie-Management dar. Der Datenaustausch über intelligente Zähler ermöglicht es Energieversorgern, die angeschlossenen Gebäude als dezentrale Energiepuffer zu nutzen, zum Beispiel mithilfe thermischer Speicher oder thermoaktiver Baumaterialien. Indem Smart Buildings die Funktion von Speichern für Strom aus regenerativen Energiequellen übernehmen, lassen sich Lastspitzen reduzieren und Primärenergie einsparen. Zudem tragen intelligente Netze (Smart Grids) im Zusammenspiel mit einem intelligenten Gebäude dazu bei, durch spezielle Verbrauchstarife (Smart Metering) Energiekosten zu sparen. Um dies erreichen zu können, reagieren Smart Buildings auf Preissignale aus dem Netz und leiten daraus Aktionen ab, beispielsweise den Stromverbrauch bei Hochtarif zu reduzieren oder ihn automatisch auf Zeiten mit günstigeren Tarifen zu verlagern. Dazu müssen Gebäudebetreiber nicht nur alle Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage sowie die Beleuchtung und Beschattung energieeffizient steuern, sondern die dezentralen Erzeugungsanlagen koordinieren und die thermischen und elektrischen Speicher vorausschauend bewirtschaften.

So werden in einer Smart City der Zukunft alle Netze gemeinsam überwacht und gesteuert – auch und gerade, um den Energiebedarf insgesamt zu minimieren und erneuerbare Energien möglichst effizient einzubeziehen. So können zum Beispiel Speicher für Wärme- und Kälteanlagen aufgefüllt werden, wenn überschüssige Solarenergie verfügbar ist und ihren Energieverbrauch drosseln, sobald Wolken am Himmel aufziehen und dadurch sowohl die Sonneneinstrahlung als auch die Kältenachfrage sinken. In ähnlicher Weise kann ungenutzte Energie aus erneuerbaren Quellen eingesetzt werden, um Pumpen anzutreiben und so Wasserreservoirs aufzufüllen. Große Chancen zur intelligenten Verknüpfung bietet auch die Elektromobilität, welche die Batteriespeicher der Fahrzeuge ins Netz integriert.

Das Netzleitsystem

Im intelligenten Management von Städten spielt das Netzleitsystem eine zentrale Rolle. Es überwacht die Verfügbarkeit von grüner Energie in Echtzeit und gleicht sich mit anderen Management-Systemen ab, die etwa in den Bereichen Trinkwasserversorgung, Fernwärme und -kälte sowie Gebäudetechnik im Einsatz sind. Ziel ist der möglichst effiziente Gebrauch der erneuerbaren Energien. Das Netzleitsystem erstellt Vorhersagen für die Stromerzeugung aus regenerativen Quellen ebenso wie über den zu erwartenden Verbrauch der unterschiedlichen Abnehmer und entsprechende optimale Bezugspläne speziell für große Strombezieher. Diese Fahrpläne werden dann mit allen Management-Systemen abgestimmt.

Darüber hinaus ist das Netzleitsystem in der Lage, die Möglichkeiten der Energieübertragung und -verteilung abzuschätzen und so Überlastungen zu vermeiden. Dabei sind insbesondere geplante Abschaltungen für Service- und Wartungsarbeiten einzubeziehen. Zusätzlich überwacht das System in Echtzeit die Balance im Stromnetz und gibt Korrektursignale an die untergeordneten Management-Ebenen. Wenn die Erzeugung im Bereich der regenerativen Energien zum Beispiel aufgrund unvorhergesehener Witterungseinflüsse geringer ausfällt als erwartet, kann das Netzleitsystem die Energieabgabe an Großverbraucher drosseln oder auf Speicher zurückgreifen, um die aktuelle Nachfrage zu befriedigen. Im entgegengesetzten Fall, wenn überraschend zu viel Energie zur Verfügung steht, füllt das Netzleitsystem freie Speicher, um für die nächste Schwachperiode gerüstet zu sein.

Mit dem Smart Meter, mit dem zur Umsetzung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) seit Januar 2010

alle Neubauten in Deutschland ausgerüstet werden müssen, wird die Kommunikation auf der letzten Meile eingeführt, was die Integration von Home Automation und ähnlichen Projekten erlaubt. Dabei muss neben der Informationssicherheit regulatorischen Gesichtspunkten Rechnung getragen werden, da Messstellenbetreiber und Energielieferant nicht identisch sein müssen. Über eine entsprechende Infrastruktur werden die Informationen der Messstellen gesammelt. Ein Management-System verwaltet und verarbeitet die Daten dann weiter, damit das Netzleitsystem sie zur Verbesserung der Versorgungsqualität und zur Bedarfsvorhersage nutzen kann. Werden Smart Meter mit intelligenten Hausgeräten (Smart Home) verknüpft, lassen sich diese effizient und gemäß der Energiesituation betreiben. Wenn für den Endverbraucher neue Tarifmodelle, zum Beispiel mit Schwachlastpreisen entwickelt werden, profitieren beide Seiten. Zudem sind Geschäftsmodelle wie Performance Contracting für das Bereitstellen von Raumwärme mittels Wärmepumpe oder Kraft-Wärme-Kopplung denkbar.

Virtuelle Gebäude

Ähnlich wie bei virtuellen Kraftwerken lassen sich Gebäude oder Wohneinheiten zusammenfassen. Eine Zentrale plant und steuert den Energieverbrauch dann so, dass alle Bedarfsanforderungen befriedigt werden und darüber hinaus einer übergeordneten Netzregelung Regelleistung zur Verfügung gestellt werden kann. In eine solche Regelung kann auch eine eventuell vorhandene dezentrale Erzeugung einbezogen werden. Wie bei einem virtuellen Kraftwerk, das ausschließlich Erzeugereinheiten zusammenfasst, gibt es auch beim Betrieb virtueller Gebäude mit gemischtem oder reinem Lastportfolio eine Planungsphase und die Quasi-Echtzeitsteuerung. In der Planungsphase muss der Energiebedarf, zum Beispiel für den nächsten Tag, prognostiziert und möglichst kostengünstig oder unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten am Markt beschafft werden, wobei bereits ein Teil der Flexibilität für die Bezugsoptimierung benötigt wird. Aus der verbleibenden Flexibilität beziehungsweise den Energiespeicherungsmöglichkeiten kann ein Leistungsband ermittelt werden, das als Regelenenergieleistung dem übergeordneten Netzbetreiber zur Verfügung gestellt werden könnte. Ist zusätzlich noch Eigenerzeugung vorhanden, zum Beispiel durch Kraft-Wärme-Kopplung oder durch Notstromaggregate, muss diese ebenfalls in die Planungs- und Optimierungsbetrachtungen einbezogen werden.

Insbesondere der intensive Ausbau der Windenergienutzung, die verstärkt auch offshore erfolgt, verändert den bisherigen Energiemix und stellt den Betrieb der Netze vor neue Herausforderungen. Da die Produktion von Strom aus Wind nicht dem eigentlichen Bedarf folgt, sondern die Einspeisung durch Gesetze wie das EEG geregelt ist, bleibt bei einem Überangebot häufig nur die Möglichkeit, konventionelle Kraftwerke zu drosseln oder sogar abzuschalten. Die Flexibilität beim Energiebezug von Gebäuden stellt hier einen Ausweg dar und eröffnet dem Übertragungsnetzbetreiber die Möglichkeit, auf Regelenenergie zurückzugreifen und diese zur Ausregelung der Windenergieschwankungen zu nutzen. Letztlich lassen sich durch intelligente Netze Smart Cities und Windparks koppeln, um deren Schwankungen bei der Energieproduktion möglichst effektiv zu kompensieren.

Auch Elektroautos mit Netzanschluss werden künftig in diese Planungs- und Optimierungsbetrachtungen einfließen müssen. Zunächst nur als beeinflussbare Last, wenn sie mittels Netzanschluss betankt werden. Zukunftsvisionen sehen vor, dass die Batterie der Autos während der Standzeiten dem Netz als Speicher sowohl als steuerbare Last als auch als Erzeugungskapazität zur Verfügung steht.

Nicht ohne Kommunikation

Eine sichere, zuverlässige und ökonomische Energieversorgung ist an eine schnelle und betriebssichere Kommunikationsinfrastruktur gekoppelt. Die Planung und Inbetriebnahme von Kommunikationsnetzwerken bedarf derselben Sorgfalt wie der Bau der Energieversorgungsnetze. In einem intelligenten Netz bedeutet

das eine effiziente Integration aller Systemkomponenten der am Energieversorgungsprozess Beteiligten gemäß einem überlagerten Gesamtkonzept. Somit muss eine syntaktische und semantische Interoperabilität hergestellt werden. Kommunikationstechnisch gesehen kann jedes System Anbieter oder Anwender von Informationen sein, meistens sogar beides gleichzeitig. Darüber hinaus bestehen die meisten Lösungen aus mehreren Teilsystemen mit spezieller interner Kommunikation. Für eine umfassende Interoperabilität ist eine durchgängige Kommunikation auf Basis von TPC/IP-Standards notwendig. Herausforderungen für die Energieversorgungsnetze von morgen ergeben sich durch die Verwandlung des bislang passiven Verbrauchers zum aktiven Prosumer mit gegebenenfalls eigener dezentraler Erzeugung, die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Quellen im Energiemix und die flächendeckende Einbindung des Elektroautos als Speicher. Die Kommunikation zwischen den Teilsystemen gliedert sich in zwei Hauptanwendungsfälle: die echtzeitnahe Kommunikation zur Überwachung und Steuerung des Energiesystems und den Informationsaustausch zwischen den an Planungs-, Verwaltungs-, Handels- und Abrechnungsprozessen beteiligten Systemen. Mit der Einführung von Smart Metering, dem massiven Ausbau von dezentralen Energieressourcen und den zwischen diesen Systemen entstehenden bidirektionalen Kommunikationsnetzen werden bislang zentral in Netzleit- und Energie-Management-Systemen für den Übertragungsnetzbetrieb implementierte Applikationen auch dezentral in den Verteilnetzebenen möglich und benötigt. Netzleit- und dezentrale Automatisierungssysteme helfen bei der Überwachung und Verbesserung der Versorgungsqualität und Leistungsfähigkeit der Verteilnetze. Den Smart Cities kommt bei der Umstellung auf eine solche zukunftsfähige Energieversorgung eine Schlüsselrolle zu. Viele technische Lösungen, die Klimaziele, Versorgungssicherheit und Stromqualität vereinen, stehen bereits zur Verfügung. Jetzt kommt es darauf an, die vorhandenen Puzzleteile zu einem funktionsfähigen Ganzen zusammenzusetzen. Dabei lassen sich große Potenziale für mehr Energieeffizienz heben – Studien zeigen, dass allein die konsequente Gebäudeautomation bis zu 50 Prozent des Verbrauchs einsparen kann.

()

Dieser Beitrag ist in der Mai-Ausgabe von stadt+werk erschienen. Hier können Sie ein Exemplar bestellen oder die Zeitschrift abonnieren.

Stichwörter: Netze | Smart Grid, Siemens, Energie-Management, Netzleitsystem, Smart City, Smart Home, Smart Metering