

Wenn der Windpark mit der Waschmaschine redet ...

Im Energiesystem der Zukunft werden dezentrale Energieerzeuger, Stromnetze und Verbraucher durch eine einheitliche Kommunikationsinfrastruktur viel stärker als bislang miteinander vernetzt sein. Bei einer steigenden Anzahl wechselnder Erzeuger von erneuerbarem Strom können Energieverbraucher künftig auf das schwankende Angebot reagieren, indem sie Geräte bevorzugt dann laufen lassen, wenn viel Energie verfügbar ist. Mit der geeigneten IT-Infrastruktur sind Stromkunden in der Lage, zu mehr Effizienz im Energiesystem beizutragen und gleichzeitig bessere Kontrolle über ihre Stromrechnung zu erlangen.

Von Dr. Anke Weidlich, Dr. Harald Vogt, Stamatios Karnouskos



Steigende Energiepreise, endliche Ressourcen, und ein CO₂-Ausstoß in die Atmosphäre, dessen Anstieg die Erwartungen stets übertrifft – das sind die Herausforderungen, denen sich auch die Energiewirtschaft stellen muss. Die derzeitige Wirtschafts- und Finanzkrise bietet in puncto Energiepreise vielleicht eine kleine Verschnaufpause, sobald aber die Wirtschaft wieder anzieht, muss erneut mit einem Anziehen der Preise für Energierohstoffe gerechnet werden. Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) können auf vielfältige Weise dazu beitragen, die Energiewirtschaft effizienter und klimaschonender zu machen. Hinter den Schlagworten „Smart Grid“ oder „Internet der Energie“ verbergen sich Konzepte, durch die sich mit größtenteils vorhandener Technik erhebliche Effizienzgewinne erzielen lassen.

Zum einen können intelligente Stromzähler zusammen mit Displays im Wohnraum, mit speziellen Web-Portalen, oder auch einfach über das Handy den Energieverbrauch in Echtzeit sichtbar machen. Allein durch einen besseren Überblick über den eigenen Energieverbrauch kann so im Haushaltsbereich mit einer Energieeinsparung um fünf bis 15 Prozent gerechnet werden.

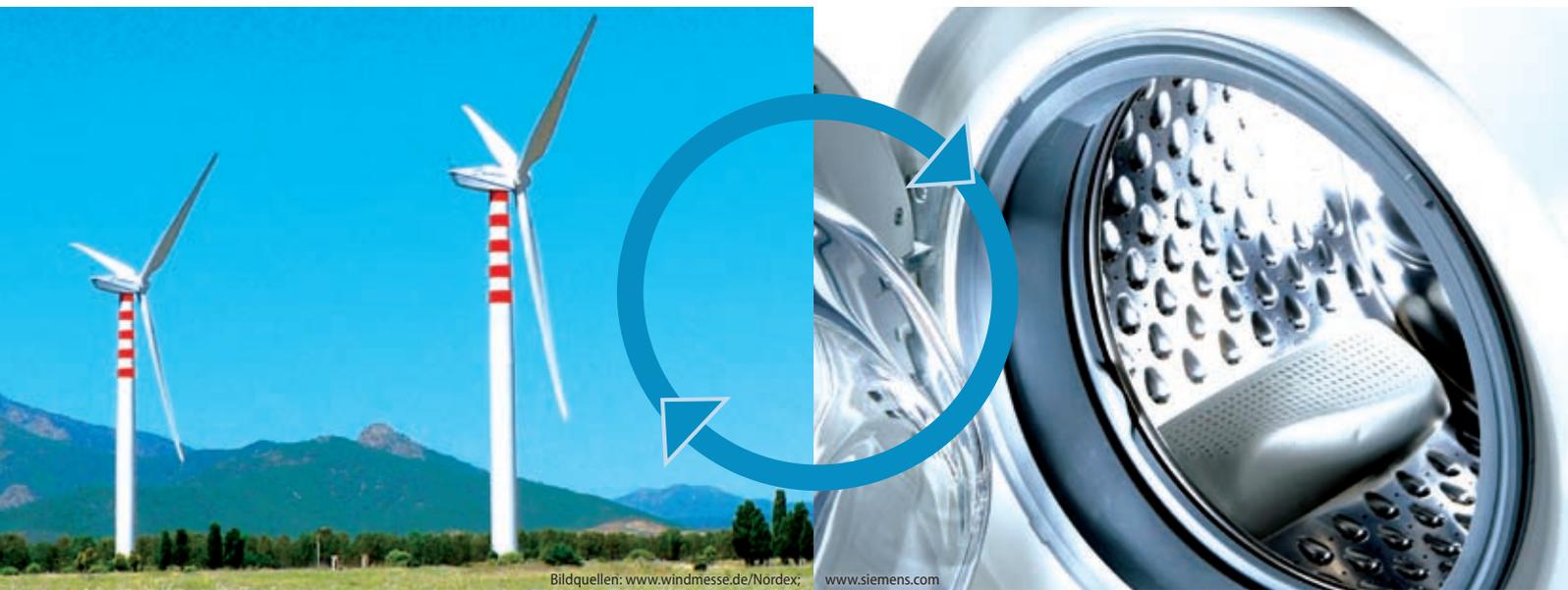
Zum anderen wird es einen Wandel von der verbrauchsorientierten Stromerzeugung hin zu einem erzeugungsorientierten Verbrauch geben müssen. Wenn beispielsweise ein wachsender Anteil von Strom aus erneuerbaren Energiequellen in das Netz eingebunden werden soll, dann sollte der Verbrauch von Energie bevorzugt dann stattfinden, wenn beispielsweise viel Wind- oder Sonnenenergie vorhanden ist, da Strom nur sehr begrenzt speicherbar ist. Durch dynamische Stromtarife und darauf reagierende Energiemanagementsysteme lässt sich der Verbrauch flexibel auf die verfügbare Energie anpassen, wodurch gleichzeitig Lastspitzen vermieden und die vorhandenen Erzeugungsanlagen gleichmäßiger ausgelastet werden können.

Auf dem Weg zum Internet der Energie

Der dritte Bereich, in dem Informations- und Kommunikationstechnologien eine zunehmend wichtige Rolle spielen werden, ist das Netzmanagement. Durch die in Zukunft noch stärker dezentral organisierte Stromproduktion ändert sich die Rolle des Verteilnetzes – statt nur Strom von der Hochspannungsebene zu den Endverbrauchern zu leiten, kann sich bald auch der Lastfluss umkehren, wenn eine Vielzahl von Photovoltaikanlagen oder anderen Kleinerzeugern Strom ins Verteilnetz einspeisen. Um das Stromnetz auch unter diesen Bedingungen stabil zu halten, müssen viel stärker als bisher Informationen zu lokalen Netzzuständen gesammelt und in einem integrierten Netzmanagement verarbeitet werden.

» *Durch die Umsetzung von ‚Smart Grids‘ ließen sich weltweit jährlich zwei Milliarden Tonnen CO₂ einsparen – das entspricht den Emissionen von Deutschland und Indien zusammen.* «

Die Global e-Sustainability Initiative, ein Zusammenschluss führender IT-Unternehmen mit dem Ziel, Nachhaltigkeit stärker in der IKT-Branche zu verankern, schätzt das jährliche CO₂-Einsparpotenzial durch den Einsatz von „Smart Grid“-Technologien auf über zwei Milliarden Tonnen. Noch vor einer besser vernetzten Logistik und vor optimierten Industrieprozessen ist das intelligente Stromnetz damit der Bereich, in dem die größten Klimaschutzpo-



Bildquellen: www.windmesse.de/Nordex; www.siemens.com

tenziale durch IKT schlummern, gefolgt von intelligenten Gebäuden mit weiteren knapp 1,7 Milliarden Tonnen. Eine verbesserte Überwachung der Stromnetze, der Einsatz von digitalen Stromzählern sowie die Vernetzung der Komponenten des Energiesystems zu einem „Internet der Energie“ sind die wesentlichen Bausteine, mit denen sich diese CO₂-Reduktionen realisieren lassen, deren Wert die Initiative mit 79 Milliarden Euro beziffert.

Win-Win-Win-Situationen

Von einem optimierten Energiemanagement durch stärker vernetzte Komponenten des Energiesystems könnten alle profitieren. Ein gutes Beispiel für „Win-Win-Win“-Situationen durch intelligente Stromnetze ist die Voraussage und Vermeidung von ausgeprägten Lastspitzen. Die Bereitstellung von Strom in Spitzenlastzeiten ist in der Regel teuer und wenig umweltfreundlich. Sieht man von Pumpspeicherkraftwerken ab, die nur an wenigen geeigneten Standorten gebaut werden können und in Deutschland lediglich rund fünf Prozent der Stromerzeugungskapazitäten ausmachen, kommen zur Spitzenlastdeckung meist Gasturbinenkraftwerke zum Einsatz. Da diese nur wenige Stunden im Jahr zum Einsatz kommen, müssen sie den Spitzenstrom sehr teuer verkaufen, um überhaupt rentabel zu sein. Zudem werden sie entsprechend den Bedürfnissen des Netzes betrieben, was meist nicht dem Lastverlauf entspricht, bei dem sie am effizientesten arbeiten.

Das Potenzial der um eine Stunde verschiebbaren Lasten im deutschen Stromnetz beträgt 4,5 Gigawatt. Das entspricht nahezu sieben Prozent der durchschnittlichen Gesamtlast. Wenn durch entsprechende Strompreissignale und darauf reagierende Energiemanagement-Systeme der Bedarf an Spitzenlastkraftwerken um eben diese 4,5 Gigawatt sinken würde, könnte das den Versorgern Investitionen in Milliardenhöhe ersparen. Angesichts

des ohnehin erheblichen Investitionsbedarfs, der aktuell im deutschen Elektrizitätssystem herrscht, wäre dies eine spürbare Entlastung.

Die Vermeidung von Lastspitzen erspart also den Kraftwerksbetreibern Investitionen in schlecht ausgelastete Reservekraftwerke, kann zu sinkenden Strompreisen führen und gleichzeitig die Umwelt entlasten – Win-Win-Win eben. Diese Effekte ließen sich noch weitertreiben, wenn nicht nur extreme Lastspitzen durch einen flexiblen Verbrauch verschwinden würden, sondern auch die Mittellast stärker in Richtung eines gleichmäßigen Lastverlaufs geglättet würde. Übliche Tagesabläufe in Haushalten und im gewerblichen Bereich setzen hierbei jedoch Grenzen, bis zu denen sich charakteristische Tageslastverläufe verstetigen lassen.

Forschungsprojekt E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft

Bei dem erheblichen Kosten- und Emissionssenkungspotenzial verwundert es nicht, dass viele Unternehmen und Regierungen auf intelligente Energiesysteme setzen. Die Vereinigten Staaten haben in ihrem Konjunkturpaket elf Milliarden US-Dollar für den Ausbau und die Modernisierung der heimischen Stromnetze hin zu einem „Smart Grid“ zur Verfügung gestellt. In Deutschland hat das Bundeswirtschaftsministerium gemeinsam mit dem Umweltministerium für die Forschungsinitiative „E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft“ 60 Millionen Euro bereitgestellt, die durch Mittel aus dem Konjunkturpaket für die Konzeptionierung der „IKT für Elektromobilität“ um weitere 60 Millionen Euro aufgestockt wurden. Im Rahmen dieses Programms sind sechs Modellregionen ausgelobt worden, in denen die Vision eines „Internet der Energie“ für die Praxis konzipiert und in Feldversuchen getestet werden soll.

Standardisierung / Interoperabilität

Für die Realisierung eines intelligenten Stromnetzes oder auch für virtuelle Kraftwerke ist eine durchgehende bidirektionale Kommunikation zwischen der Energieerzeugung und dem Endverbrauch notwendig. Hierfür werden EU-weit genormte Kommunikationsprotokolle benötigt. Die bisher vorhandenen Standards beziehen sich meist auf einzelne Abschnitte dieser Kommunikationsstrecke wie Gebäudeautomation (z. B. KNX, EIB), Smart Metering (hier wollen z. B. die ZigBee Alliance und die European Smart Metering Industry Group (ESMIG) gemeinsam einen europaweiten Standard erarbeiten) oder die Energietechnik. Diese Standards miteinander zu verbinden und weiter zu vereinheitlichen, wird eine wesentliche Herausforderung bei der Realisierung eines intelligenten Stromnetzes sein.

Auch führende IT-Unternehmen wie SAP, IBM, Intel oder Cisco entdecken die Chancen, die im Energiesystem der Zukunft stecken und bieten vermehrt Softwareprodukte für diesen Wachstumsmarkt an. Mit ihrer „Advanced Metering Infrastructure“ (AMI) ermöglicht etwa SAP Energieversorgern eine bidirektionale Echtzeitkommunikation mit ihren Kunden. Bereits heute können Versorger damit Steuersignale zum Beispiel an die Klimaanlage ausgewählter Verbraucher senden, um kritische Netzsituationen zu vermeiden und somit Kosten zu sparen. Die daraus resultierenden Vorteile können die Energieversorger in Form von günstigeren Tarifen an ihre Kunden weiterreichen. Auch Echtzeit-Verbrauchsinformationen via Internetportal, dynamische Strompreise oder einen Marktplatz, auf dem Verbraucher ihren Photovoltaik-Strom vermarkten können, sind Visionen, die schon bald möglich werden. Auch US-Firmen rüsten auf: Intel schafft sich durch den Einstieg beim Smart Grid-Entwickler Grid Net Zugang zu dem lukrativen Markt; IBM will mit ihrem Smart-Grid-Maturity-Model Energieversorgern helfen, ihre eigene Smart-Grid-Strategie zu finden und arbeitet daran, die hierfür nötigen Kommunikationsprotokolle und Datenformate gleich mit anzubieten; und Cisco will mit ihren Cisco®s Smart Grid Solutions gleich die komplette End-to-End-Kommunikation zwischen Stromerzeugung und Endverbrauch abdecken.

Intelligenter Stromverbrauch in Smart Homes

Die Gebäudeautomatisierung ist eine langgehegte Vision von Ingenieuren – deren Umsetzung im Heimbereich jedoch lässt bislang auf sich warten. Lediglich in großen Bürogebäuden oder in den Villen wohlhabender Technikfreunde wie Bill Gates wird sie eingesetzt. Mangelnde Standardisierung und die Besonderheiten der Immobilienwirtschaft führen jedoch zu hohen Kosten, die eine umfassende Nutzung für durchschnittliche Hausbewohner verhindern.

Zurzeit werden allerdings Anwendungsbereiche sichtbar, die der Technik neue Chancen eröffnen. Hilfsbedürftige Menschen können etwa von Technologien aus dem Bereich des „Ambient Assisted Living“ profitieren, in dem Computer als unsichtbare Helfer bei der Verrichtung alltäglicher Abläufe eingesetzt werden. Damit soll insbesondere älteren Menschen ermöglicht werden, länger in den eigenen vier Wänden und ohne Betreuungsbedarf zu wohnen. In Verbindung mit Unterhaltungssystemen für Musik und Video gewinnt die Heimautomatisierung, etwa für die Lichtsteuerung, an Attraktivität. Ein dezentrales Energiemanagement-System bindet Haushalte und Gebäude in den Netzbetrieb ein, sodass Energie effizienter genutzt werden kann. Der eigentliche Schub für die Gebäudeautomatisierung könnte durch die Kombination dieser Anwendungen kommen, denn die Steuergeräte und Sensoren lassen sich für alle Applikationen gleichermaßen einsetzen.

Für den praktischen Einsatz muss die Installation der Geräte kostengünstig und einfach sein. Statt kabelgebundener Systeme kommen daher vermehrt drahtlose Übertragungstechniken für die Steuersignale zum Einsatz, etwa die ZigBee-Protokollfamilie. Moderne Funkübertragung arbeitet sehr energiesparend, sodass sogar das Kippen eines Schalters ausreicht, um die notwendige Energie für die Signalübertragung zu erzeugen. Bisher werden oft ganz verschiedene Protokolle für unterschiedliche Einsatzgebiete verwendet, sodass die koordinierte Steuerung zu aufwendig wird. Ein gemeinsamer Standard hat sich bisher nicht etabliert – jedoch gibt es Hoffnung, dass sich dies in Zukunft ändert. Initiativen wie etwa die IPSO Allianz (www.ipso-alliance.com) sehen das Internet Protocol als den de facto Kommunikationsstandard für alle intelligenten Objekte wie beispielsweise Stromzähler, Haushaltsgeräte oder mobile Endgeräte. So entsteht das „Internet der Energie“, in dem Informationen dem Strom den Weg weisen.

Liberalisierung des Zähl- und Messwesens

Der Gesetzgeber und die Regulierungsbehörde haben 2008 das Zähl- und Messwesen in den Bereichen Strom und Gas liberalisiert. Kunden erhalten dadurch die Möglichkeit, ihren Messstellenbetreiber und den Messdienstleister frei zu wählen. Auch die verbindliche Einführung von Smart Metering wurde gesetzlich festgeschrieben: Messstellenbetreiber müssen ab 2010 in neuen oder grundsanieren Gebäuden Zähler einbauen, die den tatsächlichen Energieverbrauch und die Nutzungszeit widerspiegeln. Auch Kunden in älteren Gebäuden müssen entsprechende Angebote gemacht werden. Damit wird die Einführung von tageszeitabhängigen Tarifen möglich, welche ab 2011 angeboten werden müssen.

Elektrofahrzeuge bahnen den Weg für das dezentrale Energiemanagement

Die Bedeutung von Systemen für das dezentrale Energiemanagement wird auch durch die Einführung von Elektrofahrzeugen zunehmen. Solche Fahrzeuge verfügen über eine Batterie mit erheblicher Kapazität, deren Ladevorgang in Abstimmung mit dem Stromnetz intelligent gesteuert werden kann, um die Stromnachfrage zu Spitzenzeiten nicht zusätzlich zu verstärken, sondern stattdessen Lasttäler auszufüllen. Umgekehrt können Lastspitzen im Netz auch durch Batterien von zeitweilig ungenutzten Fahrzeugen abgefangen werden, wenn Strom aus den Fahrzeugen zu diesen Zeiten kurzfristig in das Netz zurückgespeist werden. Für diese Rückspeisung könnte der Fahrzeugbesitzer eine automatische Gutschrift erhalten und eine neue Batterieladung zu einem späteren Zeitpunkt.

» Google PowerMeter oder Microsoft Hohm machen den Anfang: Energieverbrauch wird sichtbar. «

Die neue Technik ist freilich nicht ohne Tücken. Die Steuerung dieser Vorgänge kann sehr komplex werden, insbesondere wenn schwankende erneuerbare Energien berücksichtigt werden. Das Verhalten der Verbraucher muss dabei ebenso berücksichtigt werden wie die Minimierung von Kosten und Umweltbelastung bei hoher Nutzerfreundlichkeit. Durch die enge Netzanbindung und den häufigen Datenaustausch könnten sensible Informationen unbefugt genutzt werden und dadurch gegen das Gebot des Datenschutzes verstoßen. Dies muss bereits beim Entwurf solcher Systeme berücksichtigt und verhindert werden.

Erste Prototypen für Energiemanagementsysteme, die Haushaltsgeräte steuern und den Verbrauch entsprechend der Verfügbarkeit und dem Preis für Energie verlagern, existieren bereits. Beispiele hierfür sind das am Fraunhofer IWES in Kassel entwickelte BEMI-System oder das PowerMatcher-Konzept des niederländischen Energieforschungsinstituts ECN. Diese Pionierprojekte können neben Verbrauchsgeräten auch dezentrale Erzeuger, wie Mini-Blockheizkraftwerke, optimal betreiben. Umgekehrt wirkt sich auch das Verhalten des Verbrauchers durch die Interaktion mit dem Energiemanagementsystem auf die Preisgestaltung und die Steuerung der Energieerzeugung aus. So entsteht ein komplexes Gesamtsystem durch das Zusammenspiel unabhängiger Einheiten – ein sehr dynamisches Ökosystem, das neue Möglichkeiten, aber auch erhebliche Herausforderungen mit sich bringt.

Energieverbrauch erfahrbar machen durch Smart Metering

Heute sind wir es gewohnt, dass sich Stromzähler im Keller verstecken. In Zukunft jedoch wird Energieverbrauch sichtbar –

intelligente Stromzähler liefern Echtzeitinformationen über den aktuellen Verbrauch. Sogar einzelne Haushaltsgeräte könnten ihren Energieverbrauch selbst messen und anzeigen. Anstatt einmal im Jahr einen einzigen Verbrauchswert auf der Abrechnung zu bekommen, können Verbraucher nun ein direktes Feedback zu ihren Einsparmaßnahmen bekommen, und Energiefresser aufspüren. Darüber hinaus bietet die Gerätefernüberwachung und -steuerung zusätzliche Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu optimieren.

Internet der Energie

Ähnlich wie zuvor im „Internet der Dinge“ und dem „Internet der Dienste“ werden auch im „Internet der Energie“ Elemente informationstechnisch miteinander vernetzt, die zuvor kaum in der Datenwelt erfasst waren. Durch diese verstärkte Vernetzung können Erzeugungsanlagen, Netzkomponenten, Verbrauchsgeräte und Nutzer des Energiesystems untereinander Informationen austauschen und ihre Prozesse aufeinander abstimmen und optimieren. So entwickelt sich das bisherige Energienetz mit passiven, informationsarmen Komponenten und einer überwiegenden Einweg-Kommunikation hin zu einem marktorientierten, dienstebasierten und dezentral organisierten System, in dem interaktive Optimierungsmöglichkeiten und neue Energiedienstleistungen geschaffen werden können.

Intelligente Stromzähler sind der Ausgangspunkt für die punktgenaue Erfassung und Abrechnung des Energieverbrauchs. Diese wiederum ist die Voraussetzung für die Einführung zeitvariabler Tarife, die einen monetären Anreiz bilden, den eigenen Stromverbrauch in Zeiten hoher Energieverfügbarkeit zu verlagern. Die Transparenz und Bereitstellung der Informationen, die Verbrauchsmessgeräte liefern, ist daher eine wichtige Dienstleistung auf dem Weg zur Verwirklichung eines intelligenten Energieverbrauchs.

Für diesen Zweck sind bereits kleine Displays erhältlich, die ähnlich einer Wetterstation über den aktuellen Verbrauch und die Kosten informieren. Sogar große IT-Firmen wie Google („PowerMeter“) und Microsoft („Hohm“) haben sich die Aufgabe der Energieberatung auf die Fahnen geschrieben und bieten Webdienste an, über die sich der eigene Stromverbrauch analysieren lässt. In Deutschland kooperiert Yello als erste Marke mit Google und verknüpft die PowerMeter-Anwendung von Google mit ihren intelligenten Stromzählern.

E-Energy – Stromhandel für Endkunden

Den Endverbrauchern kommt im künftigen „Internet der Energie“ eine besondere Bedeutung zu. Sie bestimmen nicht nur über die effiziente Verwendung des Stroms, sondern kontrollieren auch dessen Herkunft. So wie ihnen das Smart Metering Anschluss über den Verbrauch gibt, bieten künftige Energiemarktplätze die Möglichkeit, die Beschaffung des Stroms flexibel, umweltbewusst und kostengünstig durchzuführen. Einen ersten Vorgeschmack davon bieten neuartige Vertriebskanäle, die von den Energieversorgern genutzt werden, um Kunden zu gewinnen. Ein Beispiel ist etwa der eBay-Shop der Firma Vattenfall. Noch werden hier herkömmliche Tarife angeboten, also mit festen Preisen versehene und mit relativ langen Laufzeiten auf einen Lieferanten festgelegte Produkte.

Dies könnte sich jedoch bald ändern, wenn neue Anbieter in den Markt einsteigen und Strom zu dynamischen Preisen anbieten. Die passenden Marktplätze werden zurzeit im Rahmen des Forschungsprogramms „E-Energy“ der Bundesregierung, unter anderem von der SAP, entwickelt. Die hochauflösende Erfassung von Verbräuchen durch Smart Metering ermöglicht es, Strom auch in zeitlich eng begrenzten „Paketen“ abzurechnen. Zum Beispiel könnte ein Anbieter dann für einen bestimmten Zeitraum des Tages besonders günstigen Strom in einer begrenzten Menge anbieten. Wenn sich der Verbraucher auf ein solches Angebot einstellt, kann er seine Stromkosten reduzieren und indirekt zur Netzstabilität sowie zur effizienten Einbindung erneuerbarer Energien beitragen. Die komfortable Nutzung solcher Angebote wird durch die Vernetzung und Steuerung von Geräten ermöglicht.

Die Verbreitung von Photovoltaik-Anlagen, Blockheizkraftwerken und anderer dezentraler (erneuerbarer) Stromerzeuger wird weiter zunehmen. Gegenwärtig wird erheblich in technische Innovationen investiert, um die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen zu verbessern. Dadurch wird der Einsatz solcher Anlagen auch unabhängig von gesetzlich festgelegten Einspeisevergütungen interessant. Endverbraucher können damit einen Teil ihres eigenen Bedarfs an Strom selbst erzeugen. Der E-Energy-Marktplatz bietet einen einfachen Marktzugang, sodass auch Endverbraucher als Stromverkäufer auftreten können. Falls sie mehr Strom erzeugen als verbrauchen, etwa zur Urlaubszeit, können sie ihn auf dem Marktplatz auf einfache Weise verkaufen.

Derartige Marktkonzepte werfen nur für wenige private Haushalte attraktive Gewinne ab, da die umgesetzten Energiemengen relativ gering sind. Im Zusammenschluss zu Genossenschaften oder in größeren Wohnanlagen wird ein intelligentes Energiemanagement jedoch attraktiv, die Industrie nutzt derartige Konzepte schon lange. Der E-Energy-Marktplatz und das Smart Grid machen es möglich, dass künftig Einsparpotenziale auf einfache Weise für jedermann realisiert werden können. Voraussetzung ist allerdings, dass sich die Regeln für den Zugang zum Energiemarkt einfach handhaben lassen.

Ein neues Geschäftsmodell für eine nachhaltige Energieversorgung

Die Vernetzung aller Komponenten im Energiesystem und offene, dynamische Marktkonzepte könnten künftig dazu beitragen, auf wirtschaftlich vernünftige Weise Energieeffizienz zu fördern und erneuerbare Energiequellen sowie hocheffiziente dezentrale Anlagen optimal zu nutzen. Energieverbraucher und -erzeuger sollten sich also auf einige Veränderungen einstellen. Ähnlich wie nach der Liberalisierung der Telekommunikation wird es zu einem Schub an Innovationen kommen, die das Energiegeschäft grundlegend ändern. Zusammen könnten Windparks in der Nordsee, Solarstrom aus der Sahara und dezentrale Versorgung für eine umweltgerechte, nachhaltige Energieversorgung sorgen. Damit begegnen wir der Ressourcenknappheit und dem Klimawandel, ohne auf Annehmlichkeiten verzichten zu müssen.

Links und Literatur

- BDI initiativ (2008): Internet der Energie – IKT für Energiemärkte der Zukunft. Die Energiewirtschaft auf dem Weg ins Internetzeitalter. BDI Drucksache Nr. 418, http://www.e-energy.de/documents/BDI_InternetDerEnergie.pdf.
- Kok, Koen; Karnouskos, Stamatis; Nestle, David; Dimeas, Aris; Weidlich, Anke; Warmer, Cor; Strauss, Philip; Buchholz, Britta; Drenkard, Stefan; Hatzargyriou, Nikos; Lioliou, Vali (2009): Smart Houses for a Smart Grid. 20th International Conference on Electricity Distribution CIRED, Prague, June 2009.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009): E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft. <http://www.e-energy.de>.
- European SmartGrids Technology Platform: Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. <http://www.smartgrids.eu/documents/vision.pdf>; Strategic Research Agenda. http://www.smartgrids.eu/documents/sra/sra_finalversion.pdf.
- The Climate Group (2008): SMART 2020 – Enabling the low carbon economy in the information age. Global e-Sustainability Initiative GeSI, <http://www.climatebiz.com/files/document/Smart-2020-Report.pdf>.

Autoren

Dr. Anke Weidlich

SAP Research, Senior Researcher, anke.weidlich@sap.com, <http://www.sap.com>

Dr. Harald Vogt

SAP Research, Senior Researcher, harald.vogt@sap.com, <http://www.sap.com>

Stamatis Karnouskos

SAP Research, Senior Researcher, stamatis.karnouskos@sap.com, <http://www.sap.com>

Business oder Technologie? Wieso oder? Oder kennen Sie ein Business, das ohne Technologie auskommt?

McKinsey sucht Berater(innen) für das Business Technology Office.

Der effektive Einsatz von Technologie löst unternehmerische Probleme und steigert somit den substanziellen Wert eines Unternehmens nachhaltig. Genau das ist das Ziel unserer Beratung. Wir helfen unseren Klienten, Investitionen in Technologie erfolgreich zu managen und mit den strategischen Prioritäten des Geschäfts in Einklang zu bringen. Wenn Sie diese vielfältige Herausforderung annehmen, werden Sie auf über 500 Kollegen an rund 50 Standorten in mehr als 25 Ländern treffen. Und werden damit Teil des globalen Business Technology Office – eines der größten und am schnellsten wachsenden Büros von McKinsey & Company. Alle weiteren Informationen finden Sie auf unserem Karriereportal.

bto.mckinsey.de