







|                          | 2000  | 2014      |
|--------------------------|---|-----------|
| Eneuerbare Energien      |  | + 114 TWh |
| Exportüberschuss         |  | + 34 TWh  |
| CO <sub>2</sub> -Ausstoß |  | ± 0       |
| Kernkraft                |  | - 72 TWh  |

# IT FÜR DIE ENERGIEWENDE

**Energie ist die unverzichtbare Grundlage** für das Funktionieren unserer Wirtschaft. Trotz aller Effizienzanstrengungen verbrauchen wir immer mehr fossile Energie und sind damit abhängig von Lieferanten. Unsere vor Ort bereitstehenden erneuerbaren Energien offerieren langfristig Unabhängigkeit, Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit.

Im Projekt »**CEM-CROSS-ENERGY MANAGEMENT**« bauen wir die IT-Architektur für die sichere Energieversorgung der Zukunft. Durch intelligente Abstimmung zwischen den verschiedenen Trägern von Energie (bspw. elektrischer Strom, Wärme/Kälte, Gase, energieintensive Halbfertigprodukte) wird nicht nur die Systemeffizienz optimiert, sondern es wird auch die Fluktuation im Energieangebot aus Sonne und Wind kompensiert. Notwendige Voraussetzung ist eine vernetzte, resiliente IT, die alle Akteure der Energielieferketten flexibel integriert. Wir liefern Antworten zu Fragen der Systemarchitektur, der Systemsicherheit, der Datensicherheit sowie der Offenheit und Interoperabilität.

**WO STEHEN WIR HEUTE?** Die Veränderungen im Energiesektor in Deutschland in den letzten 15 Jahren sind beachtenswert, wenn man die Steigerung des Anteils der Erneuerbaren Energien (EE) betrachtet. Relativiert wird der Erfolg allerdings, wenn man in Betracht zieht, dass eine im Jahr 2000 noch ausgewogene Import-/Exportbilanz heute einen starken Exportüberschuss aufweist, der aus billiger fossiler Kraftwerksleistung gespeist wird. Die erwünschte Verminderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in der Stromproduktion ist ausgeblieben, da aufgrund eines nicht mehr funktionierenden CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandels und niedriger Brennstoffpreise die besonders klimaschädlichen Kohlekraftwerke weiter wettbewerbsfähig produzieren, während moderne Gaskraftwerke nicht wettbewerbsfähig sind.

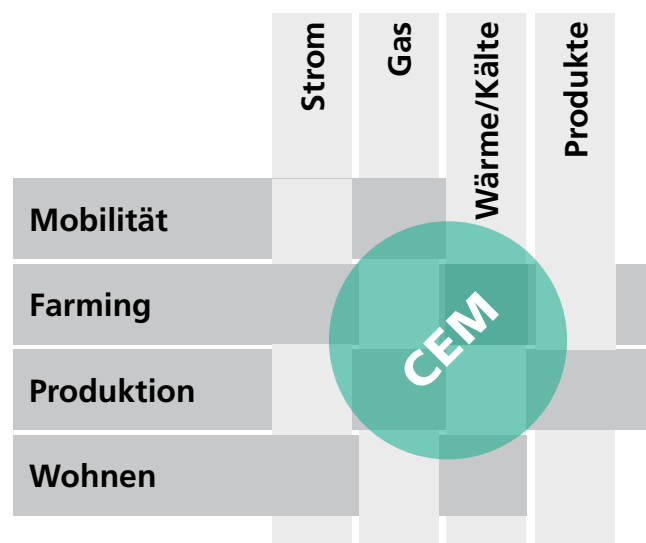
**WIE GEHT ES WEITER?** Das Energiesystem wird umso mehr dezentralisiert, je mehr Strom aus Photovoltaik und Wind, aber auch aus KWK und Bio-Gasanlagen erzeugt wird. Bereits heute sind in Deutschland mehrere Millionen volatile Anlagen an einem per (historischem) Design zentralistisch gesteuerten Stromnetz angeschlossen, wo es vor Beginn der Energiewende erst wenige tausend stabil produzierende Erzeugungsanlagen waren. IKT-Vernetzung dieser Anlagen? Fehlanzeige!

**WAS FOLGT DARAUS?** Strom aus erneuerbaren Energien ist bekanntlich tageszeitlich und wetterbedingt volatil und kann in extrem kurzen Zeiträumen (Minuten) sehr stark schwanken. Dies kann immerhin mit einiger Genauigkeit prognostiziert werden. Da eine gewollte Steigerung der Erzeugung aber nicht möglich ist, müssen andere Energiequellen (Gas-, Wasserkraftwerke, Batterien) einspringen oder der Verbrauch muss dem Angebot angepasst werden. Nach heutigem technischen Stand erscheint nur die koordinierte Kombination der zur Verfügung stehenden Flexibilitätspotenziale von Erzeugern, Speichern und Verbrauchern als gangbarer Weg, bei dem Klimaziele, Effizienzziele und Unabhängigkeit von internationalen Brennstoffmärkten gemeinsam erreicht werden können. Dies setzt erstens eine geeignete Gestaltung des Marktes voraus, der zukünftig diese Flexibilitäten sowie die Erreichung von Klimazielen honorieren muss, und zweitens technische Steuerungen, die dieser Aufgabe gewachsen sind. ▶▶

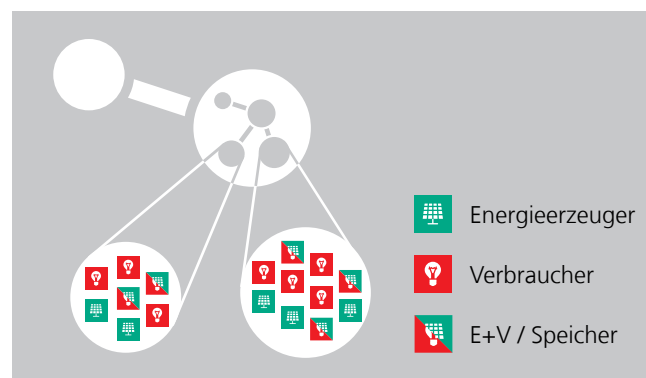
## ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT

Die systemische Betrachtung der verschiedenen Energiesparten in einem technischen System bestehend aus Erzeugern, Speichern und Verbrauchern ist mit dem Begriff Cross-Energy Management (CEM) belegt. CEM bedeutet, dass neben elektrischer Energie bspw. Gas, Wärme und Kälte, aber auch (energieintensive) Produkte steuerungstechnisch integriert betrachtet werden, sodass das entstehende System nun insbesondere auch flexibel auf schwankende Angebote von Energie (nach Verfügbarkeit und Preis) reagieren kann, anstatt, wie bisher, von jederzeit preisstabiler Verfügbarkeit auszugehen. Die konkrete Ausgestaltung von CEM-Systemen richtet sich nach dem Anwendungsbereich und kann technisch sehr unterschiedlich ausfallen: So können im Wohnbereich beispielsweise elektrische Heizungen (z.B. Wärmepumpen) Flexibilität bereitstellen, Batterien von (hybrid)-elektrischen Fahrzeugen können in Fertigungsbetrieben und im Farming neue Optionen eröffnen, oder Fernwärme kann bei einem Überangebot an Strom alternativ elektrisch erzeugt werden.

Auf der Steuerungsebene müssten einzelne CEM-Systeme zu regionalen Clustern zusammengefasst werden, die steuerungstechnisch mit den Verteilnetzen (Strom, Gas, Wärme) integriert werden. So entstünde neben den existierenden Verteilnetzen eine zusätzliche, alles integrierende, aber offene und erweiterbare zellulär-hierarchische IKT-Struktur. Dies ist noch Vision!



Systemische Betrachtung verschiedener Energiesparten



Die Clusterstruktur der CEM-Systeme

Betrachtet man die **installierte IKT-Infrastruktur** des Energiesektors, so muss ernüchternd festgestellt werden, dass es bis heute keine »Architektur« gibt, die ein EE-basiertes Energiesystem abbilden könnte. Die Aufgabe, viele Millionen Anlagen in einem stark dezentral orientierten, aber transnationalen Netz zu koordinieren, bedeutet den Aufbau eines völlig neuen IKT-Netzes, vergleichbar der Komplexität des Internets.



## DIE ENERGIEWENDE – EINE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE IKT!

Das Internet war und ist erfolgreich, weil es einige einfache und robuste Architektureigenschaften hat und grundlegende Standardisierung für die Interoperabilität mit sich bringt, dabei durch Offenheit die möglichen Anwendungen aber nicht vorwegnimmt. Insbesondere determiniert die Topologie der Infrastruktur nicht die logische Topologie auf der Anwendungsebene.

Für ein »Internet der Energie« müssen diese Eigenschaften übernommen werden. Mehr noch: Höchste Zuverlässigkeit und funktionale Sicherheit, Sicherheit der Daten und deren kontrollierte Nutzung, Offenheit für alle Arten von Anlagen, Flexibilität zur Abbildung bislang noch nicht definierter Geschäftsprozesse sind essenzielle Designziele.

Um diese Ziele zu erreichen, sind von Partikularinteressen unabhängige Systemarchitekten gefordert, die eine solche Architektur zügig designen, prototypisch erstellen und dann in einen internationalen Standardisierungsprozess einbringen können. In der Gesamtheit ist dies ein Aufgabenspektrum für eine ganze Reihe von Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft. Bezüglich der Softwaresystemarchitektur und den geforderten besonderen Softwarequalitäten hat insbesondere das IESE in anderen Anwendungsbereichen bereits vielfach gezeigt, wie man die genannten Ziele erfolgreich in verlässlichen Systemen umsetzt.

## BEITRAG DES FRAUNHOFER IESE

Das IESE trägt ganz konkret zur Umsetzung der Vision des Energiesystems der Zukunft bei. Schwerpunkte liegen auf einer sicheren und zuverlässigen IKT-Systemarchitektur (by design), einer durchgehenden transparenten Datennutzungskontrolle (Data Usage Control), Standardisierung und Offenheit. In Projekten wird aktuell das oben skizzierte zellulär-hierarchische System prototypisch umgesetzt und erforscht, Konzepte für eine durchgehende Datennutzungskontrolle (von der Erhebung bis zur letztmaligen Verwendung) der Daten werden erprobt und Sicherheitseigenschaften werden definiert, erprobt und demonstriert.

■ Frank Bomarius, Jens Knodel

