Beilage

Technologiewettbewerb E-Energy des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Sachverhalt

1. Klimawandel und Energieeffizienz
2. Ziel des Technologiewettbewerbs E-Energy
3. Kernkompetenzen der Energieregion als Vorraussetzung der Teilnahme am Wettbewerb
4. Wettbewerbsmodalitäten
5. Wettbewerbsinhalt
6. Nutzen für Stadt und Energieregion Nürnberg
7. Wettbewerbsbeitrag der Energieregion Nürnberg
8. Handlungsbedarf und Beschlussvorschlag

1. Klimawandel und Energieeffizienz

Vor dem Hintergrund der permanent ansteigenden Energiepreise, der Abhängigkeit von energieliefernden Ländern und den nicht mehr zu übersehenden Zeichen des weltweiten Klimawandels gewinnt das Thema "Energieeffizienz" zunehmend an Gewicht. Bereits im Februar 2007 hatte der alarmierende Weltklimabericht der Vereinten Nationen rund um den Globus vehemente Debatten ausgelöst. Laut dem Bericht bleibt der Weltbevölkerung nur noch bis zum Jahr 2020 Zeit, die Erderwärmung in den Griff zu bekommen und sie innerhalb eines verschmerzbaren Rahmens von +2° Celsius zu halten. Folgen des Klimawandels sind bereits jetzt deutlich zu spüren; in Form der Häufung von extremen Wetterphänomenen wie Wirbelstürmen, Überschwemmungen, Dürren etc und mit der Verschiebung des Jahresganges der Temperatur. Mit dem Fortschreiten der Erderwärmung wird die Zahl der Naturkatastrophen kontinuierlich ansteigen.

Im Zuge der deutschen EU-Ratspräsidentschaft 2007 ist daher das Thema Energieeffizienz europaweit in den Focus gerückt. Am 20.02.2007 hat sich der EU-Umweltministerrat darüber verständigt, verbindliche Klimaschutzziele für Europa festzulegen. Bis 2020 soll der Energieverbrauch der EU-Staaten um 20% reduziert werden und gleichzeitig der Anteil der regenerativen Energieträger an der Energieerzeugung auf den gleichen Wert ansteigen.

2. Ziel des Technologiewettbewerbs E-Energy

Entlang der Wertschöpfungskette der Elektrizitätsversorgung gibt es noch große Effizienzreserven. Ziel des Technologiewettbewerbs E-Energy ist es daher, durch die Verbesserung der Kommunikation – des Datenflusses – zwischen Erzeugung, Verteilung und Verbrauch in Energienetzen (v.a. Strom), die Effizienz des gesamten Energiesystems zu optimieren und dadurch die **Versorgungssicherheit zu erhöhen, Kosten zu einzusparen** und **CO_2-Emissionen zu senken**.

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) können bei der Senkung des Energieverbrauchs und der Optimierung des Energiesystems eine wichtige Rolle spielen, da mit ihrer Hilfe grundsätzliche Probleme im Strombereich, die sich aus der Leitungsgebundenheit und der Nichtspeicherbarkeit von Elektrizität ergeben, gelöst werden können: Das Angebot muss jederzeit auf die Nachfrage reagieren können, soll es nicht zu Engpässen oder Überlastungen des Systems kommen. Reagieren bedeutet im Sinne von E-Energy; durch die intelligente, datenbasierte Steuerung des Stromnetzes Über- und Unterkapazitäten zu vermeiden und somit das Netz störunanfälliger zu machen, unnötige Energieproduktion zu vermeiden und somit insgesamt Kosten und Emissionen einzusparen.

Der gegenwärtig noch mangelnde und langsame Austausch an Informationen im Stromnetz führt dazu, dass Produktion und Verbrauch nicht ausreichend aufeinander abgestimmt sind. Der Verbrauch muss entsprechend permanent nachgesteuert werden bzw. müssen zum Erhalt der Systemsicherheit umfangreiche Kraftwerksreserven vorgehalten werden, die die Gesamtkosten der Versorgung in die Höhe treiben. Der Einsatz von IKT kann hier grundsätzlich für entscheidende Effizienzsteigerungen sorgen, Optimierungspotenziale erschließen und dadurch helfen, die Energieversorgung auch in Zukunft kostengünstig zu gestalten. Dies geschieht z.B. indem man Lasten zeitlich oder räumlich so im Stromnetz umschichtet, dass vorgehaltene Kraftwerkskapazitäten nicht genutzt werden müssen.

Eine Schlüsselrolle spielen dabei u.a. intelligente und digital vernetzte Zähler- und Messsysteme, sogenannte "Smart-Metering"-Systeme oder virtuelle Kraftwerke, mit denen Energieerzeugung und Energieverbrauch optimal aufeinander abgestimmt werden. So können die Versorgungssicherheit erhöht und aufwendige Regelenergie eingespart werden.

Detaillierte Informationen zu Rahmenbedingungen und Hintergrund dieses Wettbewerbs sind den Anlagen 1 und 2 zu entnehmen.

3. Kernkompetenzen der Energieregion als Voraussetzung für die Teilnahme am Wettbewerb

Für Nürnberg als Wirtschaftsregion spielt das Thema Energie und Energietechnik eine große Rolle. Die Leistungsfähigkeit und die Erfahrung des Sektors Energiewirtschaft in der Region wird belegt durch über 900 Unternehmen mit rd. 60.000 Arbeitsplätzen. Ebenso von zentraler Bedeutung sind die IKT, mit 90.000 Arbeitsplätzen in der Region unter der "Nürnberger Initiative für die Kommunikationswirtschaft e.V. Beide Branchen - Energie und IKT - werden im Entwicklungsleitbild der Wirtschaftsregion Nürnberg als Kernkompetenzen definiert.
Eine ausführliche Vorstellung der Potenziale sowohl der Energietechnik- als auch der IKT-Branche erfolgte bereits durch die Kompetenzinitiativen "EnergieRegion Nürnberg e.V." und die "Nürnberger Initiative für die Kommunikationswirtschaft e.V." in der RWA-Sitzung vom 07.07.2004.

Die Kompetenzinitiative "EnergieRegion Nürnberg e.V." hat Ende 2006 bereits die Studie I^2ERN - Innovative, intelligente Energieregion Nürnberg - vorgelegt. In dieser Studie werden wesentliche Einsparpotenziale durch die Verbindung von Mikrosystemtechnik und Energietechnik in den Bereichen Virtuelles Kraftwerk, EEG-Management, Smart Metering, Facility Management und Home Automation aufgezeigt. Damit bildet die Studie eine fundierte Grundlage auf der nun ein kommender Wettbewerbsbeitrag der Energieregion Nürnberg erstellt werden könnte (weitere Informationen: Anlage 3 und 4).

4. Wettbewerbsmodalitäten

Nach dem aktuellen Stand der Informationen aus dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie soll im April 2007 die Ausschreibung zum Technologiewettbewerb E-Energy veröffentlicht werden. Die Durchführung des Wettbewerbs und die anschließende Vergabe der Fördermittel obliegen dem Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR) Die weitere Planung sieht vor, dass die Wettbewerbsbeiträge bis Ende des 3. Quartals 2007 eingereicht werden. Fördermittel erhalten voraussichtlich drei bis fünf Modellregionen, deren Beitrag beim Technologiewettbewerb prämiert wird. Nach der Festlegung der Wettbewerbsbeiträge werden zum Jahresanfang 2008 die Verhandlungen über die Förderung der Modellprojekte anlaufen. Die Arbeit an den Projekten wird vermutlich im 2. Quartal 2008 aufgenommen werden können. Man geht im BMWi von einer Projektlaufzeit von insgesamt vier Jahren aus.

Anträge zum Technologiewettbewerb E-Energy können regionale Konsortien stellen. Pro Modellregion sollten 5 bis 10 Projektpartner aus möglichst allen Energiewirtschaftsbereichen teilnehmen (IKT/Energie-Technologieentwicklung, Gerätebau, Modellanwender, etc.). Jeder Wettbewerbssieger erhält Fördermittel bis zu ca. 10 Mio. € bei einem Gesamtvolumen der Modellprojekte von 20 – 30 Mio. € pro Region (Förderquote ca. 40%).

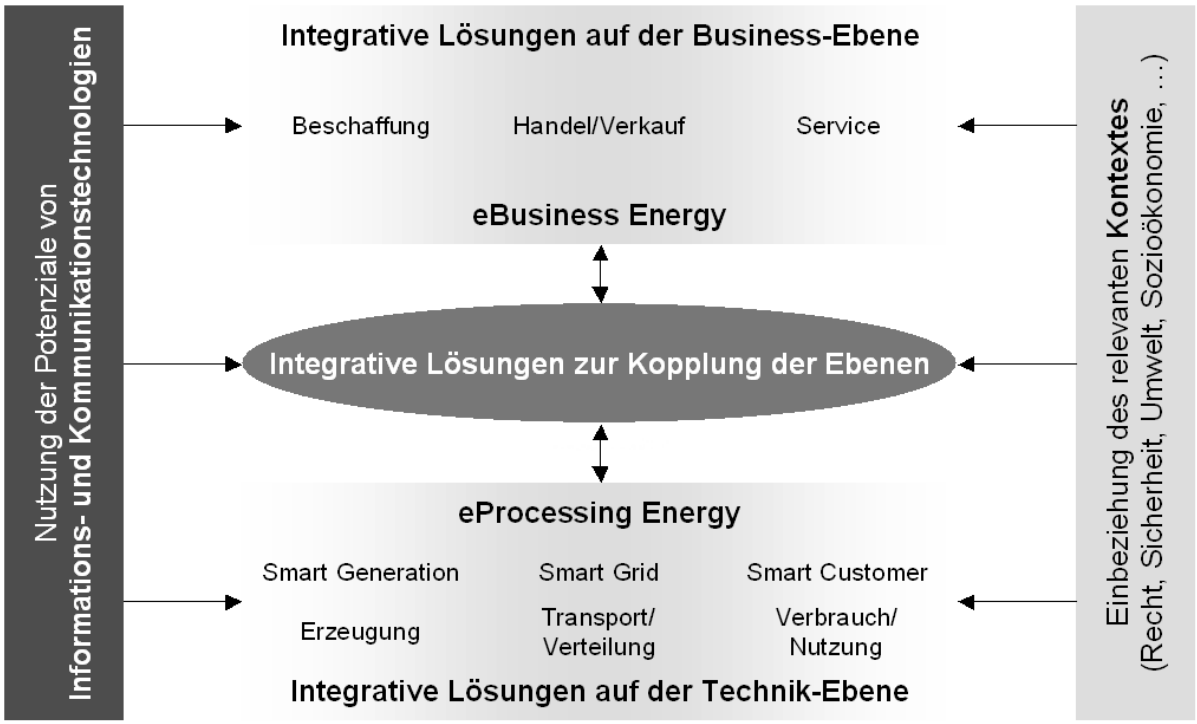
5. Wettbewerbsinhalt

Die generellen Anforderung an die Wettbewerbsbeiträge der einzelnen Regionen werden sich vorrausichtlich auf zwei Aspekte konzentrieren.

- Entwicklung eines **Gesamtkonzeptes** für ein innovatives, integriertes IKT-basiertes "E-Energiesystem"
- **Umsetzung des Konzeptes** oder von Teilen davon im Rahmen von Teilprojekten

Ein solches innovatives, integriertes IKT-basiertes "E-Energiesystem" stellt über die Nutzung moderner Kommunikationstechnologien wie z.B. das Breitband-Internet oder UMTS-Technologien eine engere Verzahnung und Steuerung verschiedener Ebenen des Energienetzes her. Dabei ist zwischen zwei grundlegenden Ebenen zu unterscheiden: einer technischen Ebene eProcessing Energy und einer Geschäftsebene eBusiness Energy (s. u.). Beide werden im "E-Energysystem" durch den Einsatz von digitaler Zählertechnologie und dem permanenten Austausch von Daten miteinander verbunden (Koppelung der Ebenen).

Grundmodell zur Strukturierung der Lösungsansätze E-Energy



Quelle: tms-Intitut

5.1 eProcessing Energy

Auf dieser Ebene stehen die technischen Aspekte der Erzeugung und Verteilung von Strom im Vordergrund. Schlagwörter in diesem Zusammenhang sind:

Smart Generation

Smart Generation steht für die den Netzzuständen angepasste Erzeugung von elektrischer Energie, aber auch von Prozesswärme, bzw. Prozesskälte (die in gekoppelter Erzeugung z.B. in Kraft-Wärme-Kopplung entstehen).

Durch einen optimierten Informationsfluss im Energienetz (der durch Einsatz moderner IKT erreicht wird) können Kraftwerke prozessoptimiert ans Netz gehen, bzw. vom Netz getrennt werden – d.h. genau dann, wenn sie benötigt werden.

Smart Grid

Der Begriff Smart Grid bezeichnet die optimale Verteilung von Energie im Stromnetz. Durch den Einsatz von IKT lassen sich in Zukunft ungünstige Netzzustände wie die übermäßige Einspeisung oder der übermäßige Abfluss von Energie im Stromnetz besser regulieren und somit das Netz sicherer und effizienter machen.

Besonders wichtig in diesem Zusammenhang ist der Begriff des "virtuellen Kraftwerks". In virtuellen Kraftwerken wird durch intelligente Regelungstechnik die Leistung eines konventionellen Kraftwerks durch Verkettung mehrerer kleinerer Stromeinspeiser erreicht (z. B. Photovoltaikanlagen, Windkraft, Biomasse etc.).

Smart Metering

Eine Schlüsselrolle bei der Verbindung der einzelnen Stellglieder innerhalb der Netzebenen (Smart Grids) und bei der Verbindung über die gesamte Wertschöpfungskette von der Erzeugung bis zum Verbrauch (eBusiness Energy, s.u.) spielen intelligente und digital vernetzte Zähler- und Messsysteme, sogenannte Smart-Metering-Systeme oder virtuelle Kraftwerke, mit denen Energieerzeugung und Energieverbrauch optimal aufeinander abgestimmt werden können. So kann die Versorgungssicherheit erhöht und aufwendige Regelenergie eingespart werden.

Smart Customer

Unter diesem Begriff subsummieren sich Technologien, die es den Endkunden (Haushalte, KMU's...) erlauben, ihren Energiebedarf wahrnehmen zu können, (zum Beispiel in Form eines Displays im Haushalt, das den aktuellen Stromverbrauch anzeigt) und es gegebenenfalls den Energieversorgern ermöglichen, Verbraucher – mit deren Einverständnis – kurzzeitig vom Netz zu trennen, um Verbrauchsspitzen abzubauen.

5.2 eBusiness Energy

Auf der Geschäftsebene stehen betriebswirtschaftliche Aspekte im Vordergrund Schlagwörter in diesem Zusammenhang sind:

Beschaffung, Handel und Verkauf

Neue elektronische Online-Steuerungs- und –Kontrollsysteme sowie digitale Informations-, Kommunikations-, und Transaktionsprozesse könnten eine wirkungsvolle Antwort auf die aktuellen Herausforderungen des innovativen Strukturwandels in der Energiewirtschaft ge-

ben. Um die Effizienzpotenziale der IKT zu erschließen, gibt es konkrete Handlungsoptionen zur IKT-basierten Integration aller Marktteilnehmer und Schaffung eines intelligenten verteilten Automatisierungsnetzwerks zur Optimierung des Umgangs mit Strom.
Bisher sind die Endverbraucher und dezentralen Energieeinspeiser nicht in den Informationsfluss der Energieerzeuger und Netzversorger eingebunden, ebenso wenig existieren übergreifende Strategien zur Nutzung des Potenzials aus verbrauchsseitigen Lenkungsmechanismen. Auch aufgrund der derzeitigen Tarifstrukturen nehmen zahlreiche Verbraucher nicht am Marktgeschehen teil, so dass kein echter Preiswettbewerb stattfinden kann.
Über Online-Lösungen oder Funktechnologien könnten im Zuge des Modellprojektes E-Energy neue Vertriebswege erschlossen werden die einen echten Wettbewerb auf dem Energiemarkt sicherstellen. Am Ende eines solchen Konzeptes könnte z.B. ein virtueller Marktplatz stehen, in dem der Kunde seinen Strom oder sein Gas kostengünstig bezieht (weitere Informationen: Anlage 5).

Services
Über den Einsatz der Möglichkeiten, die Informations- und Kommunikationstechnologien bieten, lassen sich neue Dienstleistungen für die Endkunden generieren; z.B. die Überwachung von privaten Photovoltaikanlagen durch das EVU, Fernsteuerung der Heizung für ein optimales Raumklima (unter Einbezug aktueller Wetterdaten), Betreuung von Senioren, minutengenaue Anzeige des Stromverbrauches, Home Automation, Branchenenergieberatungen, Facility Management etc.

Der Technologiewettbewerb E-Energy wurde innerhalb der Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie von der Abteilung "IKT-Poitik"/Multimedia initiiert. Daher liegen die Schwerpunkte des E-Energy Konzeptes eher im gerade dargestellten Bereich eBusiness Energy als im rein technischen Bereich.

6. Nutzen für Stadt und Energieregion Nürnberg

Aus der Beteiligung am Technologiewettbewerb E-Energy und den daraus folgenden Modellprojekten zum Ausbau eines intelligenten Energiesystems ergäben sich eine Reihe von Chancen und Vorteilen für die Energieregion:

- Realisierung eines technologischen Leitprojektes durch die Kompetenzinitiative EnergieRegion Nürnberg e.V. zur Profilbildung im Bereich der Energieeffizienz
- Überregionale Wahrnehmung des Standortes Nürnberg und der Standortkompetenzen auf den Feldern der Energie- sowie Informations- und Kommunikationstechnologien.
- Steigerung der Energieeffizienz bei gleichzeitiger Erhöhung der Netzsicherheit in der Region
- Schaffung der Voraussetzungen für den breiten Einsatz regenerativer Energien in der regionalen Energiegewinnung
- Modernisierung der Industrie- und Dienstleistungsstruktur der Region
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und Unterstützung von KMU's in der Region
- Entwicklung neuer Technologien, Produkte und Serviceleistungen
- Realisierung von Rationalisierungspotentialen bei den EVU's und Stärkung des regionalen Verbrauchsbewusstseins im Bezug auf Energie

- Verringerung des Energieverbrauches und somit Verringerung des Treibhausgasausstoßes als aktiver Beitrag zum Klimaschutz
- Sicherung von Fördermitteln des Bundes für die Region

7. Wettbewerbsbeitrag der Energieregion Nürnberg

Seit Jahresbeginn steht das Wirtschaftsreferat durch Teilnahme an Fachgesprächen in Kontakt mit den Veranstaltern des Technologiewettbewerbs im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Mit folgenden Akteuren in der Energieregion wurden bereits Vorgespräche geführt und deren Interessenlage und mögliche Beteiligung eruiert.

N-ERGIE, Siemens PDT, E.ON, Fraunhofer Institut für integrierte Schaltungen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, EnergieRegion Nürnberg e.V., Nürnberger Initiative für die Kommunikationswirtschaft e.V., tms-Institut.

Weitere Partner für den Technologiewettbewerb E-Energy könnten die Georg-Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg und kleine und mittelständische Unternehmen der Energie- oder Kommunikationswirtschaft der Energieregion sein.

Am 16.04.2007 wird eine Gesprächsrunde mit den zentralen Akteuren statt finden. Dabei soll ein Fahrplan für die Wettbewerbsbeteiligung E-Energy festgelegt werden. Die Kompetenzinitiative "EnergieRegion Nürnberg e.V." hat bereits zusammen mit dem tms-Institut, Nürnberg begonnen, ein grundlegendes Konzept für den Wettbewerbsbeitrag zu erarbeiten und führt in diesem Zusammenhang intensive Interviews mit den möglichen Projektpartnern. Es wurde bereits ein grober Zeitplan konzipiert, nach dem die Erstellung eines Wettbewerbsbeitrages erfolgen könnte (s.u.).

Geplanter Ablauf

04/07	• Einbindung potenzieller Projektpartner über Erstgespräche • Präsentationen zur Vorstellung der Ausschreibungsinhalte und Vorab-Definition relevanter Teilprojekte für die Region E-Energy
05/07	• Experteninterviews zu den Teilprojekten • Bildung eines Bewerberkonsortiums
06-07/07	• Vertiefende Diskussion und inhaltliche Konkretisierung der Teilprojekte
07-08/07	• Sammlung und Zwischenabstimmung der Beiträge sowie deren Aufbereitung für den Wettbewerbsbeitrag • Verbindung der Teilprojekte zu einem integrierten Gesamtkonzept • Diskussion und Ausarbeitung der organisatorischen sowie finanzierungstechnischen Teile des Wettbewerbsbeitrags
09/07	• Endredaktionelle Zusammenführung und Aufbreitung der Beiträge für das Modellprojekt E-Energy
10/07	• Abschluss und Einreichung des Wettbewerbsbeitrags der Region Nürnberg

Wenn eine Beteiligung der Region Nürnberg am Technologiewettbewerb E-Energy realisiert wird, bedeutet dies, dass der gesamte Prozess von der Erstellung des Wettbewerbsbeitrages bis zur Umsetzung in den Politprojekten durch die Stadt Nürnberg personell begleitet und unterstützt werden muss. Das Vorhaben muss von den Projektpartnern und durch die staatliche Förderung finanziell getragen werden.

8. Handlungsbedarf und Beschlussvorschlag

Mit dem Thema E-Energy könnten zukunftsweisende Schlüsseltechnologien und Businessmodelle in sinnvollen Modellprojekten unter staatlicher Förderung erprobt werden. Neben den genannten Vorteilen für Versorger und Verbraucher profitiert auch der Wirtschaftsstandort Nürnberg von den Wettbewerbsvorteilen, die sich aus einzelnen Projekten ergeben und von der Imagewirkung, die von einem solchen bundesweit ausgeschriebenen Technologiewettbewerb ausgeht. Durch die Einsparung von Energieverbrauch wird der Ausstoß von Treibhausgasen verringert. Damit würde regional zum weltweiten Klima- und Umweltschutz beigetragen.

Aus folgenden Gründen hält es das Wirtschaftsreferat für erforderlich, dass die Stadt Nürnberg eine zentrale Koordinierungs- und Moderatorenrolle übernimmt:

Es wird schwierig werden, auf einem Markt der in zunehmendem Maße dereguliert ist, die Projektpartner in die Rollen im Bewerberkonsortium zu bringen, die für ein Gelingen des Beitrags zum Technologiewettbewerb E-Energy notwendig ist.

Die Konzipierung des Wettbewerbsbeitrages muss sich zum Einen an der Umsetzbarkeit und Finanzierbarkeit der Teilprojekte orientieren, und sich damit an den Wünschen und Zielen der Unternehmen orientieren. Zum Anderen darf aber ein integraler Gesamtzusammenhang der die Teilprojekte zu einem "E-Energiesystem" zusammenfügt, nicht vernachlässigt werden.

Damit ein erfolgversprechender Wettbewerbsbeitrag durch die Energieregion geleistet werden kann und dessen Umsetzung in richtungsweisenden Modellprojekten gesichert ist, bedarf es also der vollständigen Unterstützung der wichtigen Akteure in der Region unter der Moderation der Stadt und der Kompetenzinitiative.

Der städtischen Tochtergesellschaft N-ERGIE AG kommt im Bewerberkonsortium eine Schlüsselrolle zu, da sie als Energieerzeuger, Versorger und Netzbetreiber auf allen Ebenen von den Teilprojekten berührt wird. Ohne die aktive Unterstützung der N-ERGIE ist eine Realisierung eines Gesamtkonzeptes E-Energy in Stadt und Region Nürnberg faktisch nicht möglich.

Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, einen Beschluss zu fassen, der den politischen Willen und die Unterstützung des Stadtrates zum Ausdruck bringt, am Technologiewettbewerb E-Energy teilzunehmen und die Teilnahme erfolgreich zu gestalten.

Anlage 1

Potenziale der Informations- und Kommunikations-Technologien zur Optimierung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs (eEnergy)

Stand: **Dezember 2006**

Verfügbarkeit: **als PDF verfügbar**

BMWi-Studie "E-Energy" weist Weg zur Konvergenz von Informations- und Energietechnik

Die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bieten ein wichtiges Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz. Insbesondere entlang der Wertschöpfungskette der Elektrizitätsversorgung (von der Stromerzeugung über die Netze bis hin zu den Endverbrauchern) gibt es noch große Reserven. Dies ist das Ergebnis der BMWi-Studie "E-Energy: Potenziale der Informations- und Kommunikations-Technologien zur Optimierung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs". Die Studie wurde vom WIK Consult in Bad Honnef sowie vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe und dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg erstellt.

Nach Einschätzung der Experten können neue elektronische Online-Steuerungs- und -Kontrollsysteme sowie digitale Informations-, Kommunikations- und Transaktionsprozesse eine wirkungsvolle Antwort auf die aktuellen Herausforderungen des innovativen Strukturwandels in der Energiewirtschaft geben. Um die Effizienzpotenziale der IKT zu erschließen, schlagen die Experten konkrete Handlungsoptionen zur IKT-basierten Integration aller Marktteilnehmer und Schaffung eines intelligenten verteilten Automatisierungsnetzwerks zur Optimierung des Umgangs mit der Ressource "Elektroenergie" vor. Eine Schlüsselrolle spielen dabei u.a. intelligente und digital vernetzte Zähler- und Messsysteme, sogenannte Smart-Metering-Systeme oder virtuelle Kraftwerke, mit denen Energieerzeugung und Energieverbrauch optimal aufeinander abgestimmt und so die Versorgungssicherheit erhöht und aufwendige Regelenergie einspart werden kann.

Auf der Grundlage der Handlungsempfehlungen bereitet das BMWi derzeit im Rahmen der IKT-Technologieförderung den neuen Förderschwerpunkt "E-Energy: IKT basiertes Energiesystem der Zukunft" vor.

wik-Consult – FhG Verbund Energie • Bericht

Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Executive Summary

Potenziale der Informations- und Kommunikations-Technologien zur Optimierung der Energie-versorgung und des Energie-verbrauchs (eEnergy)

Autoren:

wik-Consult:
Dr. Oliver Franz
Matthias Wissner
Dr. Franz Büllingen
Dr. Christin-Isabel Gries

Fraunhofer ISI:
Dr. Clemens Cremer
Marian Klobasa
Frank Sensfuß
Dr. Simone Kimpeler
Elisabeth Baier
Tobias Lindner

Fraunhofer ISE:
Dr. Harald Schäffler
Werner Roth
Malte Thoma

Bad Honnef, 21. Dezember 2006

wik CONSULT

Fraunhofer EST Verbund Energie

Motivation der Studie

Die Energiemärkte waren in den letzten Jahren einem grundlegenden Wandel unterworfen. Drei wichtige Entwicklungen spielten dabei die Hauptrolle: Die Liberalisierung der Märkte sowie das Unbundling vormals vertikal integrierter Strukturen und der damit neu entstehende Wettbewerb, die starke Zunahme der dezentralen Energieerzeugung, insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien sowie die Notwendigkeit des rationellen Energieeinsatzes zur Minderung von klimaschädlichen Treibhausgasen. Parallel dazu nahmen die Fortschritte in der Informations- und Telekommunikationstechnologie (ITK) eine rasante Entwicklung. Das Internet und drahtlose Übertragungstechnologien wie GSM und damit verbundene Anwendungen sind inzwischen zum Standard geworden. Die zunehmende und in sehr vielen Gebieten schon flächendeckende Abdeckung der Bevölkerung mit Breitbandanschlüssen ermöglicht neue Formen der Information und der Kommunikation, die unter dem Schlagwort „ambient Intelligence“ also einer „allgegenwärtigen Computer-Intelligenz“ zusammengefasst sind. Eine mögliche Nutzung dieses Potenzials für die komplexen Anforderungen, die auf dem Gebiet der Energieerzeugung, -verteilung und -versorgung bestehen, liegt auf der Hand. In der Studie werden daher Handlungsfelder identifiziert, in denen energiewirtschaftliche wie ITK-seitige Potenziale aufgezeigt, Chancen und Hindernisse diskutiert und schließlich Handlungsempfehlungen gegeben werden, die eine Konvergenz dieser beiden Technologie-Bereiche beschreiben (eEnergy).

Methodisches Vorgehen

Zunächst wird im Bericht eine Übersicht über die allgemeine Entwicklung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien gegeben. Anschließend erfolgt eine Besprechung einzelner Technologien und ihr Potenzial für eine Anwendung in einem Szenario eEnergy. Einsatzmöglichkeiten und mögliche Schwierigkeiten werden diskutiert, so etwa die Frage des Datenschutzes und der Interoperabilität. Anschließend folgt der Aufbau des Berichts der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette mit den vier Elementen Erzeugung, Übertragung und Verteilung (Systemmanagement) sowie Versorgung. Den Bereichen Netzmanagement, Zählwesen und Metering sowie Home Automation (z.B. intelligente Geräte und Gebäudeleittechnik) werden einzelne Kapitel gewidmet. Zu Beginn jedes dieser Kapitel wird zunächst die energiewirtschaftliche Ausgangslage beschrieben und der Stand der ITK in diesem Bereich dargestellt. In einem weiteren Unterkapitel werden die Chancen sowohl aus energiewirtschaftlicher wie aus ITK-seitiger Sicht analysiert. Die Analyse erfolgt dabei sowohl qualitativ als auch quantitativ. Insbesondere wird eine Modellrechnung zur Potenzialabschätzung von Lastverlagerung und Energieeinsparungen durch die Einbeziehung privater und industrieller Verbraucher in den Regelenergiemarkt bzw. durch deren Beteiligung an der Strombörse durchgeführt. Schließlich wird auf bestehende und potenzielle Hindernisse bei der Einführung neuer Technologien und Geschäftsmodelle eingegangen, um abschließend Handlungsempfehlungen abzuleiten und weiteren FuE-Bedarf zu ermitteln. In einem abschließenden systemübergreifenden Kapitel wird betrachtet, welche Anforderungen an ein automatisiertes Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Wertschöpfungs-

stufen gestellt werden müssten. Die Analysen wurden begleitet von Gesprächen mit Experten in den jeweiligen Bereichen, u.a. in Form von Projektworkshops. Zusätzlich lag ein besonderer Fokus auf einer Befragung von Energieversorgungsunternehmen als zentrale Akteure im Bereich eEnergy. Diese Befragung hatte zum einen zum Ziel, genauer darstellen zu können, welche Unternehmen sich bereits mit ITK-wirtschaftlichen Potenzialen auseinandersetzen oder gar Modellversuche unternehmen; zum anderen lag ein Fokus auf möglichen Hindernissen und Problemen, die von den Befragten in diesem Bereich gesehen werden.

Ergebnisse

Informations- und Kommunikationstechnologien können bei der Senkung des Energieverbrauchs und der Optimierung des Energiesystems eine wichtige Rolle spielen, da mit ihrer Hilfe grundsätzliche Probleme im Strombereich, die sich aus der Leitungsgebundenheit und der Nichtspeicherbarkeit von Elektrizität ergeben, adressiert werden können: Das Angebot muss jederzeit auf die Nachfrage, die sich als Ausfluss dezentraler Entscheidungen von Haushalten und Unternehmen ergibt, reagieren können, soll es nicht zu Engpässen oder Überlastungen des Systems kommen – hierbei ist es wichtig im Auge zu behalten, dass sowohl eine zu hohe als auch eine zu niedrige Nachfrage Auslöser eines instabilen Systemzustands sein können.
Insbesondere ist eine entsprechende Kapazität bezüglich der zur Verfügung stehenden Kraftwerke und Netzelemente jederzeit vorzuhalten bzw. es müssen zu jedem Zeitpunkt möglichst vollständige Informationen zum Verhältnis von Angebot und Nachfrage vorliegen. Der mangelnde und langsame Austausch an Informationen führt dazu, dass Produktion und Verbrauch nicht ausreichend aufeinander abgestimmt sind, so dass ex post nachgesteuert werden muss bzw. dass zum Erhalt der Systemsicherheit umfangreiche Reserven vorzuhalten sind, die die Gesamtkosten der Versorgung treiben. Der Einsatz von ITK kann hier grundsätzlich für entscheidende Effizienzsteigerungen sorgen und Optimierungspotenziale erschließen und so helfen, die Energieversorgung auch in Zukunft kostengünstig zu gestalten. Die bekannten Phänomene der immer günstiger werdenden Versorgung mit Kommunikationstechnologien, die Konzepte wie „ambient intelligence“ erst möglich machen, bedingen zugleich, dass der systemweite produktiv-vorteilhafte Einsatz von ITK in den Elektrizitätsnetzen nicht nur denkbar sondern auch möglich ist. Dabei kann die Vorstellung einer zunehmenden Konvergenz der Systeme als Arbeitshypothese dienen.

Denn geht man vor dem Hintergrund der ITK-seitigen Entwicklungen davon aus, dass Bytes zunehmend günstiger sind als Stahl und Eisen, so liegt die Vorteilhaftigkeit einer informationswirtschaftlichen „Revolution“ der deutschen Energiewirtschaft quasi auf der Hand. Dies gilt umso mehr, als die oben geschilderte Ausgangslage es mit sich bringt, dass in den kommenden Jahren grundsätzliche Entscheidungen über die künftige Funktions- und Arbeitsweise des Systems anstehen. Ein Ersatz aller (Alt-)Anlagen zum heutigen Stand der Technik dürfte nicht geeignet sein, die deutsche Energieversorgung auf die kommenden Bedarfe auszurichten. Dies gilt vor allem in einer relativen Betrachtung,

da in vielen anderen Volkswirtschaften ähnliche Programme zur informationellen Durchdringung der Energiewirtschaft bereits vorangetrieben werden – so gibt es z.B. unter dem Namen GRIDWISE[1] Bestrebungen, das alternde US-amerikanische Stromnetz durch den Einsatz von ITK in die Lage zu versetzen, mit der schnell steigenden Nachfrage fertig zu werden. In ähnlicher Weise nähert sich die EU mit dem Projekt „Smartgrids“ der Frage einer Modernisierung der Netzinfrastruktur.[2]

Als konkretes Ergebnis der Studie kann festgehalten werden, dass die Potenziale in vielen Bereichen erheblich sind, soweit entsprechende Investitionen getätigt und institutionelle Hemmnisse beseitigt werden. So ergaben Berechnungen zum Lastmanagement, dass Industriebetriebe hier bis zu 27 € pro MW pro Tag an der Strombörse verdienen könnten, wenn sie in den entsprechenden Prozess eingebunden wären. Durch die Teilnahme von Industriebetrieben an der Bereitstellung von Regelenergie würden sich für diese potenzielle Leistungspreise im Bereich der Minutenreserve in der Größenordnung von 215 € pro MW ergeben. Im Haushaltsbereich bestehen Potenziale vor allen Dingen durch eine Visualisierung des tatsächlichen Energieverbrauchs und die hieraus folgenden Einsparungen der Verbraucher (nach konservativer Abschätzung etwa 9,5 TWh pro Jahr) sowie der Einführung von zeitabhängigen Tarifen. Voraussetzung hierfür ist die Einführung von intelligenten Zählersystemen, die nicht nur zu einer Preissensibilisierung der Verbraucher führen, sondern auch Prozesse wie den Lieferantenwechsel oder das Messen und Abrechnen automatisieren, sowie als Schnittstelle für weitergehende Prozesse, etwa im Bereich der Home Automation dienen können. Eine Umfrage unter 40 Energieversorgern ergab, dass die Mehrzahl der Unternehmen an dem Thema „Smart Metering“ Interesse besitzt und bereits Pilotprojekte durchführt oder plant. 63 % glauben, dass sie durch die Einführung der neuen Technologie ihre Wirtschaftlichkeit verbessern können.

Insgesamt ist zu erwarten, dass die einzelnen Prozesse in der Energiewirtschaft durch die Einführung von ITK durchlässiger werden. Jetzt passive Akteure, wie etwa die Haushaltskunden, können durch die Einbindung in ein umfassendes Kommunikationssystem zu aktiven Marktteilnehmern werden, was Wertschöpfungspotenziale für zahlreiche Dienstleistungen eröffnen würde. Die Technologie für ein solches eEnergy-Szenario ist bereits heute in den meisten Bereichen vorhanden. Ebenso dürfte Handwerk und Gewerbe in der Lage sein, relevante Anlagen zu konfigurieren und aufzubauen. Es ist davon auszugehen, dass eine Implementierung von eEnergy Potenziale für die ITK-Wirtschaft bietet, die innerhalb eines Zehnjahreszeitraums in den zweistelligen Milliardenbereich gehen werden. Wesentlich für den Erfolg einer solchen energiewirtschaftlichen Technologieoffensive sind daher eine genauere Kenntnis der Teilnahmebereitschaft der einzelnen Akteure sowie die Beseitigung von institutionellen Hindernissen, etwa durch Schaffung einheitlicher Datenstandards und Prozesse (Interoperabilität).

---

1 Vgl. http://www.gridwise.org/. Ähnliche Bemühungen um eine Verbesserung der Energieversorgung mit informationswirtschaftlichen Mitteln gibt es auch in Italien oder Schweden. Allerdings kann festgestellt werden, dass die Beweggründe eines solchen Vorgehens in den einzelnen Ländern unterschiedlich sind.

2 Vgl. http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf

Energiewirtschaftliche Verankerung und Handlungsoptionen

Die durch ITK erschließbaren Potenziale sind nur dann vollständig und effizient auszuschöpfen, wenn ein globales Energiemanagement, das über alle Wertschöpfungsstufen reicht, installiert wird. Ein derartiges Managementprogramm, das sowohl der sich verändernden Erzeugungsstruktur durch die Zunahme dezentraler Einheiten als auch verbraucherseitigen Maßnahmen wie Demand-Side Management (DSM)-Programmen oder dem Fortschritt in der Gebäudetechnik Rechnung trägt, existiert derzeit nicht. Die Endverbraucher und dezentralen Energieeinspeiser sind nicht in den Informationsfluss der Energieerzeuger und Netzversorger eingebunden, ebenso wenig existieren übergreifende Strategien zur Nutzung des Potenzials aus verbraucherseitigen Mechanismen.[3]

Aufgrund der derzeitigen Tarifstrukturen nehmen zahlreiche Verbraucher nicht am Marktgeschehen in der Elektrizitätswirtschaft teil, so dass kein echter Preiswettbewerb stattfindet. Das System ist verschiedentlich bereits mit einem Supermarkt verglichen worden, in dem keine Preise ausgezeichnet sind, der Kunde die Produkte entnimmt, zur Kasse geht und erst nach Monaten eine Rechnung erhält. Die Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren findet also, wenn überhaupt, überwiegend unidirektional statt, obwohl die entsprechende Technologie für bidirektionale Kommunikation in den meisten hier analysierten Teilbereichen vorhanden ist. Aus volkswirtschaftlicher Perspektive ist dies unbefriedigend, solange der Gesamtwirkungsgrad der Energieversorgung erhöht werden könnte und die Kosten dafür unter dem erzielten Nutzen liegen.

Probleme bei der Implementierung eines solchen globalen Systems ergeben sich aus der Zusammenführung bisheriger, überwiegend proprietärer Systeme mit Stand-Alone Charakter. Hier ist zum einen zu fragen, ob die Hersteller dieser Technologien überhaupt ein Interesse besitzen, sich auf einheitliche Standards, Datenformate und Prozesse bei der Informationsverarbeitung- und Weitergabe zu einigen. Zum anderen ist zu klären, wer wann auf welche Daten zugreifen soll und darf, ohne die Datenschutzrechte der beteiligten Akteure zu missachten.

Die Chancen eines übergreifenden Energiemanagements bestehen vor allen Dingen auch in einer Risikosteuerung, da sich die Akteure, die sowohl zu- als auch abschaltbare Lasten besitzen, durch den Einsatz von ITK einfacher und schneller in das Gesamtsystem integrieren lassen. Die Versorgungssicherheit erhöht sich, da die Netze effizienter genutzt werden und durch einen erhöhten Kenntnisstand über das Netz aufgrund eines verbesserten Informationsflusses besser regelbar sind.

---

3 Lorenz, B. et al. (2005).

Tabelle 1: Akteure in einem eEnergy-Szenario

Akteur/Gruppe	Vorteile durch eEnergy	Nachteile durch eEnergy	Potenzial zum Impulsgeber
Kraftwerks-betreiber	• Effizientere Auslastung der Kraftwerke, Höhere Planungssicherheit	• Verkauf evt. lukrativer Spitzenlast entfällt	Nein
Netzbetreiber	• Senkung der Lastspitzen führt zu Entlastung des Netzes, geringerer Einsatz von Regelenergie notwendig	• Preisgabe von Informationen an andere Akteure	Ja, solange kein Interesse an Status Quo durch Verbundunternehmen (Regelenergie)
Energieversorger	• Differenzierungspotenzial durch individuelles Lastmanagement, Entwicklung zum Energiedienstleister	• Absatz sinkt tendenziell	Bei entsprechendem wirtschaftlichem Nutzen
Energiedienst-leister, Energy-Provider	• Erschließung bisher ungenutzten Potenzials	• Zusätzliche Kosten durch Installation der ITK-Infrastruktur	Ja
Endverbraucher	• "Echte" Preissignale führen zu besserem Informationsstand • Senkung/Verlagerung der Lastspitzen führt zu billigerer Energie/Kosteneinsparung • Home Automation erhöht Bequemlichkeit	• Evt. Datenschutzproblem	Nur bei entsprechender Information über Einsparpotenziale und Problembewusstsein kann Nachfrage generiert werden
Zähl-, Messstellenbetreiber	• Steigende Nachfrage nach digitaler Zähl- und Messtechnologie bietet großes Potenzial		Ja, durch Einführung von AMM-Systemen
Dezentrale Energie-erzeuger	• ITK führt zu besserem Informationsstand und besseren Möglichkeiten der Integration	• Evt. Datenschutzproblem	Ja
ITK-Wirtschaft	• Unerschlossenes Absatzgebiet birgt großes Potenzial • Steigerung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit durch die Einführung effizienter Technologien, Exportchancen	• Evt. Verschwinden einzelner, proprietärer Systeme	Momentan nur in Verbindung mit Energieversorger/Netzbetreiber
Gesellschaft/ Volkswirtschaft	• Effizienterer Ressourceneinsatz • Erhöhung der Konsumentensouveränität • Steigerung der Versorgungssicherheit durch einfacheres Erschließen von DSM und DG • Schaffung neuer Arbeitsplätze und innovativer Berufsfelder/Dienstleistungen • (Verringerung der Abhängigkeit von Energieimporten) • (Senkung des CO2-Ausstoßes)	• Evt. Abbau von Arbeitsplätzen in bestimmten Bereichen durch Prozessautomatisierung	Durch entsprechende Gesetzgebung/Regulierung/Anstoßfinanzierung

Quelle: WIK-Consult

Auch können einheitliche Datenformate dazu genutzt werden, Prozesse im Bereich der Kundenverwaltung des EVU (Lieferantenwechsel etc.) zu automatisieren - dies aber wäre geeignet auch die Liberalisierung der Strommärkte erneut voranzutreiben und so wettbewerbliche Kräfte weiter in das System hineinzutragen.

Ein solcher Ansatz sollte allerdings darauf achten, dass die angewandte Technologie sowohl im räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht (Angleichung an neuere Entwicklungen) zubaufähig ist. Tabelle 1 fasst die Vor- und Nachteile für die beteiligten Akteure zusammen.

Im Folgenden werden mögliche **Handlungsoptionen** dargestellt, die sich aus der Sicht des Projektkonsortiums aus den Ergebnissen der Studie ableiten lassen.

Querschnittsaktivitäten

Eine wesentliche Bedingung für die Implementierung von eEnergy besteht darin, im vorwettbewerblichen Bereich entsprechende Vorraussetzungen zu schaffen. Es muss gewährleistet werden, dass technologische Lösungen rechtsverträglich und breitenwirksam tatsächlich zum Einsatz gebracht werden können und nicht an Fragen des Datenschutzes, der Datensicherheit oder sonstiger Rahmenbedingungen scheitern. Eine vollständige Analyse dieses Problemfeldes ist daher ratsam; die Beseitigung evt. Hindernisse in diesem Bereich kann als staatliche Aufgabe bezeichnet werden.
Insbesondere sollten solche Querschnittsaktivitäten in der Weise ausgerichtet sein, dass sie die Ziele der Interoperabilität und Standardisierung der erforderlichen Prozesse und Daten für eine Verwirklichung von eEnergy berücksichtigen.

Schaffung einer Kommunikationsplattform und Verständigung der Branchen auf eine Agenda

Die Intensivierung des Wettbewerbs sowie die wachsende Dezentralisierung der Energieversorgung machen es erforderlich, dass in einem Szenario eEnergy alle Akteure und „Maschinen“ über alle Stufen der Wertschöpfung telekommunikativ vernetzt werden, sollen die relevanten Prozesse künftig effektiver und effizienter organisiert werden.

Diese Vernetzung ist kein rein technischer Akt, sondern sie bedeutet zunächst und insbesondere die Schaffung einer kommunikativen Plattform für die relevanten Akteure im Rahmen eines neu zu schaffenden Arbeitskreises z. B. bei BITKOM oder beim VDN. Aufgabe der auf dieser Plattform versammelten Akteure wäre die Festlegung einer einheitlichen Agenda für die Umsetzung von eEnergy, die Herausarbeitung der relevanten Fragestellungen, die Identifikation gemeinsamer und gegenläufiger Interessen, Bestimmung der Treiber und Markthemmnisse, die Entwicklung von Strategien zu deren Überwindung, die Verständigung auf eine gemeinsame Sprache, Aspekte der Ver-

schlüsselung etc.. Für die Festlegung dieser Agenda leistet die vorliegende Studie wichtige Vorarbeit.

Smart Metering als Migrationsstrategie

Smart Metering wird als ein wichtiger Bereich angesehen, um den Einstieg in eEnergy zu realisieren. Die Zählertechnologie als Schnittstelle zwischen Netzbetreiber/Energieversorger und Endverbraucher kann als Brücke zu einem möglicherweise erst später zu realisierenden Szenario einer vollständigen InHouse-Vernetzung dienen. Auch hier scheint es angebracht Kenntnisstand, Informationsbedarfe, Zahlungsbereitschaften, Hemmnisse, Akzeptanz und mögliche Anreize zu untersuchen. Als Voraussetzung für DSM-Programme und damit ein effizienteres Netzmanagement ist Smart Metering allerdings nahezu unerlässlich.

Facility Management für kleine und mittlere Unternehmen

Ein wichtiger Ansatzpunkt für die Implementierung von Funktionalitäten zur Energiesteuerung liegt, wie zuvor ausgeführt, bei KMU. Zum einen kann dieser Markt auf Grund seiner Größe einen wichtigen und substantiellen Beitrag zur Energieeinsparung leisten. Zum anderen dürfte in der überwiegenden Zahl von KMU die Bereitschaft bestehen, Investitionen zur Einsparung von Energie zu tätigen. Es ist daher zu überlegen, einmal die Industrie- und Handelskammern vor Ort in entsprechende eEnergy-Aktivitäten einzubeziehen. Zum zweiten wäre darüber nachzudenken, im Rahmen eines regional begrenzten Pilotprojekts eine bestimmte Zahl von Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen zu gewinnen, Erfahrungen mit Facility-Management zu sammeln. Ein solches Projekt könnte geeignet sein, ein Know-how zu generieren, das nicht nur in anderen Unternehmen erfolgreich nachgeahmt, sondern auch gegenüber der breiten Öffentlichkeit kommuniziert werden kann.

Verbessertes Management von EEG-Lasten

Die Durchdringung der deutschen Energiewirtschaft mit Elektrizität aus erneuerbaren Energien und die hierbei entwickelten technologischen Kenntnis stellen ein Beispiel für erfolgreiche Wirtschaftspolitik dar. Bezogen auf realistische Ausbauszenarios kann das steigende EEG-Angebot aber nicht ohne Folgen für den Netzbetrieb bleiben. Soll ein Teil des Erfolges daher nicht in Netzengpässen, -überlastungen und -steuerproblemen verpuffen, erscheint es sinnvoll auch hier die Potenziale von ITK zu nutzen. Es gilt daher Projekte aufzusetzen, die sich mit den Technologien des (Verteil-) Netzmanagements der Zukunft befassen und z.B. zahlreiche unterschiedliche EEG-Anbieter in einem Netzgebiet überwachen, steuern und abrechnen können.

Aufbau und Einbindung virtueller Kraftwerke

Die Entwicklung virtueller Kraftwerke, in denen kleine, dezentrale Erzeugungseinheiten über ITK miteinander verbunden werden, kann weiter ausgebaut werden. Hier gilt es zu

untersuchen, welche Technologien und Systeme einen Beitrag zum Aufbau virtueller Kraftwerke leisten können, wie die Netzanbindung dieser Kraftwerke automatisiert werden kann, und ob Anreize für entsprechende Geschäftsmodelle installiert werden sollten.

Beschaffung aktueller empirischer Daten zu Home Automation

Da neben den Betreibern öffentlicher sowie privatwirtschaftlicher Gebäude insbesondere die privaten Haushalte für die Realisierung von eEnergy gewonnen werden müssen, ist die Erarbeitung einer einheitlichen und über mehrere Jahre angelegten Kommunikationsstrategie der Energie- und der ITK-Branche unverzichtbar. Es müssen Lösungen und Strategien erarbeitet werden, in welcher Weise die Penetrationsprozesse von Home Automation beschleunigt und bestehende Investitions- und Akzeptanzhürden beseitigt werden können. Hierfür ist es erforderlich, kurzfristig eine auf repräsentative Daten zielende empirische Untersuchung im Rahmen einer Konsumentenbefragung durchzuführen.

Jede Umsetzung von eEnergy benötigt genaue und verlässliche Daten darüber, wie der Informationsstand von Home Automation in privaten Haushalten ist, welche Informationen benötigt oder gewünscht werden, welche wirtschaftlichen Lösungen existieren, wie Chancen und Risiken von Home Automation in privaten Haushalten perzipiert werden, welche Zahlungsbereitschaften für welche Funktionen bestehen, von welchen Akteuren Informationen und Unterstützung erwartet werden etc.. Auch von den Vertretern der befragten Industrieunternehmen wurde die Erhebung entsprechender Daten als ein zentraler Schritt in die Richtung von Home Automation bezeichnet.

Einbeziehung von Verbraucher- und Datenschutz

Das Beispiel TEMEX, zeigt, dass Aspekte des Verbraucher- und des Datenschutzes auf der Ebene der privaten Haushalte eine nicht zu unterschätzende Bedeutung besitzen. Durch die frühzeitige Einbeziehung der entsprechenden Institutionen können entsprechende Lösungen gemeinsam entwickelt werden.

Projektverantwortliche

Dr. Franz Büllingen
WIK-Consult
f.buellingen@wik-consult.com
+49 2224 9225 50

Matthias Wissner
WIK-Consult
m.wissner@wik-consult.com
+49 2224 9225 37

Dr. Clemens Cremer
Fraunhofer ISI
Clemens.Cremer@isi.fraunhofer.de
+49 721 680 9256

Dr. Harald Schäffler
Fraunhofer ISE
Harald.Schaeffler@ise.fraunhofer.de
+49 761 4588 5427

I²ERN
Die Innovative Intelligente
Energiesystem Region
Nürnberg in Deutschland

Einsatzmöglichkeiten der Mikrosystemtechnik in der dezentralen Energietechnik

Stand der Technik, Anforderungen, F&E-Bedarf



Initiator: Energieregion Nürnberg e.V.
Leitung: Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Auftraggeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Herausgeber:

Fraunhofer Gesellschaft

Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen

Telefon +49 (0) 91 31 / 7 76-0
Fax +49 (0) 91 31 / 7 76-9 99
info@iis.fraunhofer.de
http://www.iis.fraunhofer.de

© Copyright Fraunhofer Gesellschaft 2006

Die urheberrechtlichen Vertretungsrechte liegen beim Herausgeber. Nachdruck, Übersetzung, Vervielfältigung oder Speicherung auf Datenträger ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers möglich.

Für Satz- oder Druckfehler sowie für Angaben von Dritten wird keinerlei Gewähr oder Haftung übernommen. Etwaige Warenzeichen werden anerkannt.

Einsatzmöglichkeiten der Mikrosystemtechnik in der dezentralen Energietechnik

Stand der Technik, Anforderungen, F&E-Bedarf

Fraunhofer-Institut für integrierte Schaltungen (IIS)
Erlangen
Ansprechpartner: Karlheinz Ronge

in Kooperation mit

EnergieRegion Nürnberg e.V.
Nürnberg
Ansprechpartner: Peter Bung, Geschäftsführer

E.ON Energie AG,
München
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Wolfgang Woyke,
Technische Grundsatzfragen, Neue Technologien

Energie-Technologisches Zentrum Nürnberg
Nürnberg
Ansprechpartner: Erich Maurer

FfE, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.
München
Ansprechpartner: Prof. W. Mauch

RMD CONSULT
München
Ansprechpartner: Hans Scherer

SIEMENS PTD
Nürnberg
Ansprechpartner: Uli Syre

Förderkennzeichen: 16 SV 2016

Redaktionelle Fertigstellung: Juli 2006

Die Projektpartner bedanken sich für die Förderung durch das Bundesministerium für Forschung und Bildung, Referat Mikrosystemtechnik Dr. Gerhard Finking sowie Herrn Marco Voigt vom Projektträger VDI-VDE-IT Innovation GmbH für die Betreuung dieser Studie.

Weiterhin bedanken wir uns bei Herrn Eberhard Petri sowie insbesondere bei Prof. Rudolf Dögl und seinem Team vom tms institut für die wertvollen Beiträge zu dieser Studie.

Der Projektleiter bedankt sich für die gute Zusammenarbeit bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Projektpartner.

Executive Summary

Motivation und Zielsetzung

Die Überzeugung, dass neue Entwicklungen der Mikrosystemtechnik (MST) zukünftig mit einem erheblichen Betrag auch zur wirtschaftlichen Verbesserung der Energietechnik genutzt werden könnten, ist in der Wissenschaft ebenso wie bei Energieerzeugern, -verteilern und -anwendern immer weiter verbreitet. Jedoch liegen hierzu noch gravierende Anwendungs- und Erkenntnislücken vor.

Entsprechend lagen die Ziele der vorliegenden Studie darin,

- einerseits für die Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung **generelle Potenziale** zur technisch-wirtschaftlich-ökologischen Verbesserung zu identifizieren und aufzuzeigen,
- andererseits spezifische Perspektiven dafür zu entwickeln, ob, wie und in welchem Ausmaß der **Einsatz der Mikrosystemtechnik,** soweit nötig in Verbindung mit Informations- und Kommunikationstechnologien zur Datenübertragung, -verarbeitung und Anzeige (im Folgenden als IKT bezeichnet), zur Optimierung der Energieversorgung beitragen kann, und welche FuE-Schwerpunkte hierfür Ziel führend sind.

Status quo

Hohe Entwicklungskosten und die langen Investitionszyklen in der Energietechnik haben zur Folge, dass sich neue Technologien und Einsatzmöglichkeiten der MST trotz enormer Fortschritte hinsichtlich Miniaturisierung und Robustheit gegenüber Umgebungsbedingungen (z. B. Erschütterungsunempfindlichkeit, Hochtemperaturbeständigkeit etc.) nur langsam durchsetzen. Der noch fehlende Nachweis ihrer Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit in Pilotanwendungen bremst ihren Einsatz zur Erhöhung der Energieeffizienz und damit zur Einsparung von Energiekosten, insbesondere in der Automatisierung und Optimierung aller Arten von Anlagen der Energieerzeugung und -verteilung.

Optionen zur Steigerung der Energieeffizienz sind entweder heute bereits bekannt und werden dann industriell weitgehend angewendet oder sie befinden sich noch im weiten Feld der angewandten Forschung bis hin zu Pilot- und Demonstrationsanlagen. Oft sind zwar die technischen Fragen weitgehend gelöst, es fehlt jedoch an wirtschaftlichen Anreizen durch Senkung der Investitions- und der Betriebskosten, um diese Technologien in entsprechend wettbewerbsfähige Produkte umwandeln zu können.

Im Bereich der dezentralen Erzeugung wurden in Deutschland unter Einsatz intensiver öffentlicher Förderung bereits mehrere Projekte durchgeführt. Es wurde jedoch noch kein durchgängiges Konzept zur Nutzung der Synergien dezentraler Erzeugung in einem virtuellen Kraftwerk entwickelt, das einen signifikanten ökonomischen und ökologischen Mehrwert gegenüber dem heute üblichen Einzelbetrieb der Anlagen nachweist.

Potenziale

Ausgehend vom Status quo wurden in Experteninterviews und -workshops sowohl generelle Verbesserungsmöglichkeiten als auch spezielle Anwendungspotenziale für die Mikrosystemtechnik in der Energieversorgung identifiziert und bewertet.

Die aktuelle und zukünftige Rolle der Mikrosystemtechnik für die Energietechnik definiert sich über diejenigen Technologien, in denen sie über den Einsatz ihrer mikrosystemischen Elemente (Sensoren, Aktoren etc.) für die Energietechnik Anwendung findet. Ein sehr breites Einsatzfeld eröffnet sich hierbei in **Mess-, Steuer- und Regelfunktionen**, die durch das Zusammenspiel von Sensoren, IKT im weiteren Sinn und Leistungselektronik erfüllt werden.

- Die **Sensorik** ist dabei das „Herzstück" für den potenziellen Einsatz der MST in der Energieversorgung. Im Hinblick auf ihren zukünftigen Einsatz und ihre zeitliche Verfügbarkeit in der Energieversorgung ist zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Verfügbarkeitsperspektiven zu unterscheiden.
- Bei den **Kommunikationstechnologien** für die Energieversorgung stehen Zählerfernauslesung und Verbrauchsabrechnung, Lastmanagement, Verbrauchserfassung, Verbrauchsmanagement, dynamische Stromtarife, Standardisierung, Prozessoptimierung und dezentrale Managementsysteme (DEMS) derzeit im Vordergrund der Diskussion. Aber auch weiterführende Szenarien über die Versorgung mit elektrischer Energie hinaus sind zu berücksichtigen.
- Die enormen Fortschritte in der Aufbau- und Verbindungstechnik hinsichtlich Kosten, Miniaturisierung und Robustheit gegenüber Umgebungsbedingungen (z. B. Erschütterungsunempfindlichkeit, Hochtemperaturbeständigkeit, …) führen auch in energietechnischen Systemen zu völlig neuen Einsatzmöglichkeiten für die **Leistungselektronik**. Die wesentlichen Potenziale sind dabei in Antriebssteuerungen, Stromversorgungen und Komponenten zu finden.

Die Studie hat offen gelegt, dass es nicht die eine oder einige wenige entscheidende Einsatzfelder für die Mikrosystemtechnik sind, die einen Effizienzschub verursachen werden, sondern es ist die Summe sehr vieler „kleinerer" Verbesserungen, die durch den MST-Einsatz in den verschiedenen Anwendungsfeldern erreicht werden können. Entsprechend breit gefächert sind auch die Ergebnisse der Studie für mögliche Einsatzfelder der Mikrosystemtechnik in der Energieversorgung.

Zur Priorisierung unter dem Aspekt der Forschungsförderung wurden die identifizierten Verbesserungspotenziale einer ersten Bewertung unterzogen und nach folgenden Bewertungsdimensionen positioniert:

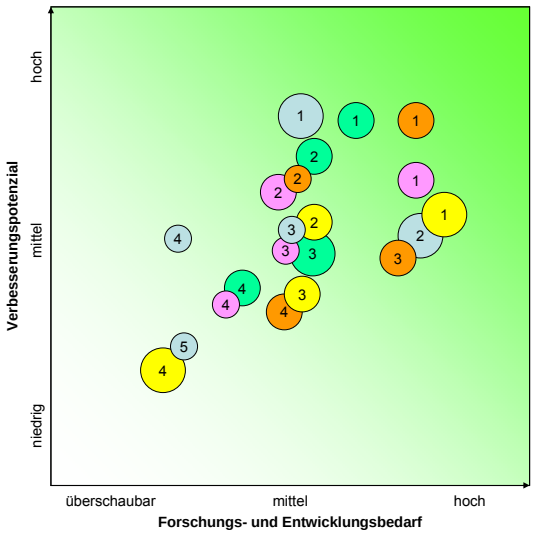
- *„zu erwartender Forschungs- und Entwicklungsaufwand"* (X-Achse) als relativer Wert dafür, welcher Aufwand bis zur Realisierung der Lösungspotenziale voraussichtlich zu leisten ist [1]

[1] Im jetzigen Stadium ist es noch nicht möglich, den zu erwartenden Aufwand diskret zu quantifizieren, daher muss hier mit relativen Werten gearbeitet werden.

- *„Verbesserungspotenzial“* (Y-Achse) gemessen an den zu erwartenden Nutzeffekten aus der Realisierung des Lösungsansatzes hinsichtlich einer Steigerung der Energieeffizienz und/oder Kostensenkung
- *Technologiekomplexität* (Kreisgröße) als relatives Maß für die zur Realisierung benötigte Anzahl und Komplexität der Technologien

Demnach sollten rechts oben positionierte Themen aufgrund ihres hohen Nutzenpotenzials bei gleichzeitig hohem Mittelbedarf aus Sicht der Forschungsförderung priorisiert werden.

MST- und IKT Einsatzfelder im Bereich der Energieerzeugung



Regelung, Diagnose und Überwachung von Komponenten und Anlagen

1. Prozessgüte in Großkraftwerken
2. Überwachung/Regelung bei Blockheizkraftwerken
3. Überwachung/Regelung bei Biogasanlagen
4. Regelung/Steuerung elektrischer Nebenaggregate
5. Überwachung von PV-Anlagen

Erfassung dynamischer mechanischer Größen

1. Schwingung/Resonanz v. Maschinen u. rotier. Teilen
2. Lagerüberwachung
3. Positionsüberwachung von mechan. Stellgliedern
4. Drehmoment und Deformation bei Beanspruchung

Sensorik in Verbrennungsprozessen

1. in-situ Gasanalyse insb. bei hohen Temperaturen
2. Höchsttemperaturmessung
3. Volumenstrommessung gasförmiger Stoffe
4. Volumenstrommessung feingranularer Stoffe

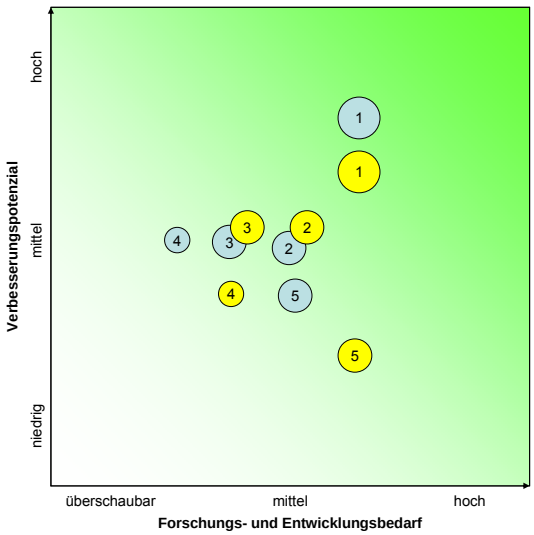
Chemische und physikalische Größen in der Verfahrenstechnik

1. Dampfparameter/Dampfreinheit b. hohen Temperat.
2. Chemische Zusammensetzung von Flüssigkeiten
3. Temperaturverteilung bei hohen Temperaturen
4. Strömungsgeschwindigkeit, Druck

Kommunikationstechnologien

1. Pilotanwendungen gängiger, kostengünstiger I&K
2. Kostenreduktion der I&K-Technik insgesamt
3. Interoperabiliät von I&K-Systemen und Feldbussen
4. Anbindung dezentr. Anlagen an die Netzleittechnik

MST- und IKT Einsatzfelder im Bereich der Energieverteilung und -nutzung



Energietransport und -verteilung

1. Datenübertragung zw. Erzeugern u. Verbrauchern
2. Kostengünstige Sicherheitstechnik
3. Ölsensorik für Transformatoren und Schalter
4. Temperatursensorik für Leitungen u. Trafos
5. Kostengünstige Stromqualitätssensorik

Energienutzung

1. Verbrauchsreduktion, Stand-by Konzepte
2. Strom-/Leistungsmessung m. Komm.-schnittstellen
3. Kostengünstige, effiziente Leistungselektronik
4. Kostengünstige Sensorik für Heizen-Klima-Lüften
5. Präsenzsensor

Deutliche Mehrwerte sind insbesondere durch die Verknüpfung der Ansätze im Sinne eines umfassenden integrierten Einsatzes der Mikrosystemtechnik unter Nutzung deren technologischer Potenziale und Preisreduktionseffekte zu erreichen wie z. B. in Einsatzszenarien für:

- dezentrale Netz- und Lastmanagementsysteme (DEMS) mit Einsatz von IuK-Systemen zur Integration und Steuerung mehrerer Anlagen
- Verbrauchserfassung und Abrechnung ermöglicht Nutzung einer zeitnahen Erfassung der Verbrauchsdaten als Grundlage zur effizienten Prognose und Steuerung der Erzeugung und des Energiebedarfes
- Zusatznutzen und Verbesserung der Energieeffizienz bei Erzeugungs- und Verbrauchsprozessen sowie Diagnose und Überwachung von Komponenten und Anlagen

Weitere Forschungspotenziale im untersuchten Umfeld

Oberste Prämisse für die Empfehlungen zu F&E-Projekten ist die Verbesserung der Energieeffizienz insgesamt, nicht für eine bestimmte Art der Erzeugung; zumal die Mikrosystemtechnik eine typische Querschnittstechnologie darstellt und auch virtuelle Kraftwerke einen Mix aus dezentralen Erzeugungstechnologien repräsentieren. Entsprechend empfehlen die Autoren der Studie, FuE-Schwerpunkte und Modellprojekte in folgenden Bereichen anzusiedeln:

- **Weiterentwicklung und Integration mikrosystemtechnischer Komponenten** (mit den Schwerpunkten: integrierte Strom- und Leistungsmessung, Sensorsysteme unter Verwendung der Mikrosystemtechnik, Reduzierung der Stand-by-Stromaufnahme und Steigerung der Energieeffizienz)
- **Einsatz und Migration von Kommunikationstechnologien** (mit den Schwerpunkten: Gebäudesystemtechnik, hoch integrierte, intelligente Kommunikationsgateways, Konzepte zur Online-Konfiguration von Gateways über das Netzwerk, Rückgriff auf bereits verfügbare Telekommunikationsinfrastrukturen zur Steuerung der Energieflüsse, dezentrale Strategien zur Optimierung verfügbarer Kommunikationsinfrastrukturen und Verfügbarkeit von elektrischer Energie im Verbundnetz)
- **„Virtuelle Kraftwerke“ als regionale Optimierungsinseln** (ganzheitliches Energiekonzept mit durchgängigem Energie- und Kommunikationsfluss über die Optimierungsebenen von der Energieerzeugung über die Übertragung und Verteilung bis hin zum Endverbrauch, unter expliziter Berücksichtigung der wesentlichen Integrations- und Umsetzungsparameter)

Für einen universellen, standardisierten und mittel- bis langfristig wirtschaftlichen Einsatz von IuK-Technologien zur Nutzung des intelligenten Erzeugungs- und Lastmanagements vom Haushalt bis zum Großverbraucher ist die Nutzung von Sensorik, IuK und Leistungselektronik unverzichtbar. Damit ist die in der vorliegenden Studie untersuchte Mikrosystemtechnik ein entscheidender Türöffner für diesen Ansatz. Entsprechende Modellprojekte würden dazu beitragen, das Potenzial der Mikrosystemtechnik für eine wirtschaftliche Energieeffizienzsteigerung auf breiter Basis nutzbar zu machen.

Schwerpunke, Themen und Schnittstellen der Studien I²ERN (BMBF) und eEnergy (BMWI)

Studie I²ERN

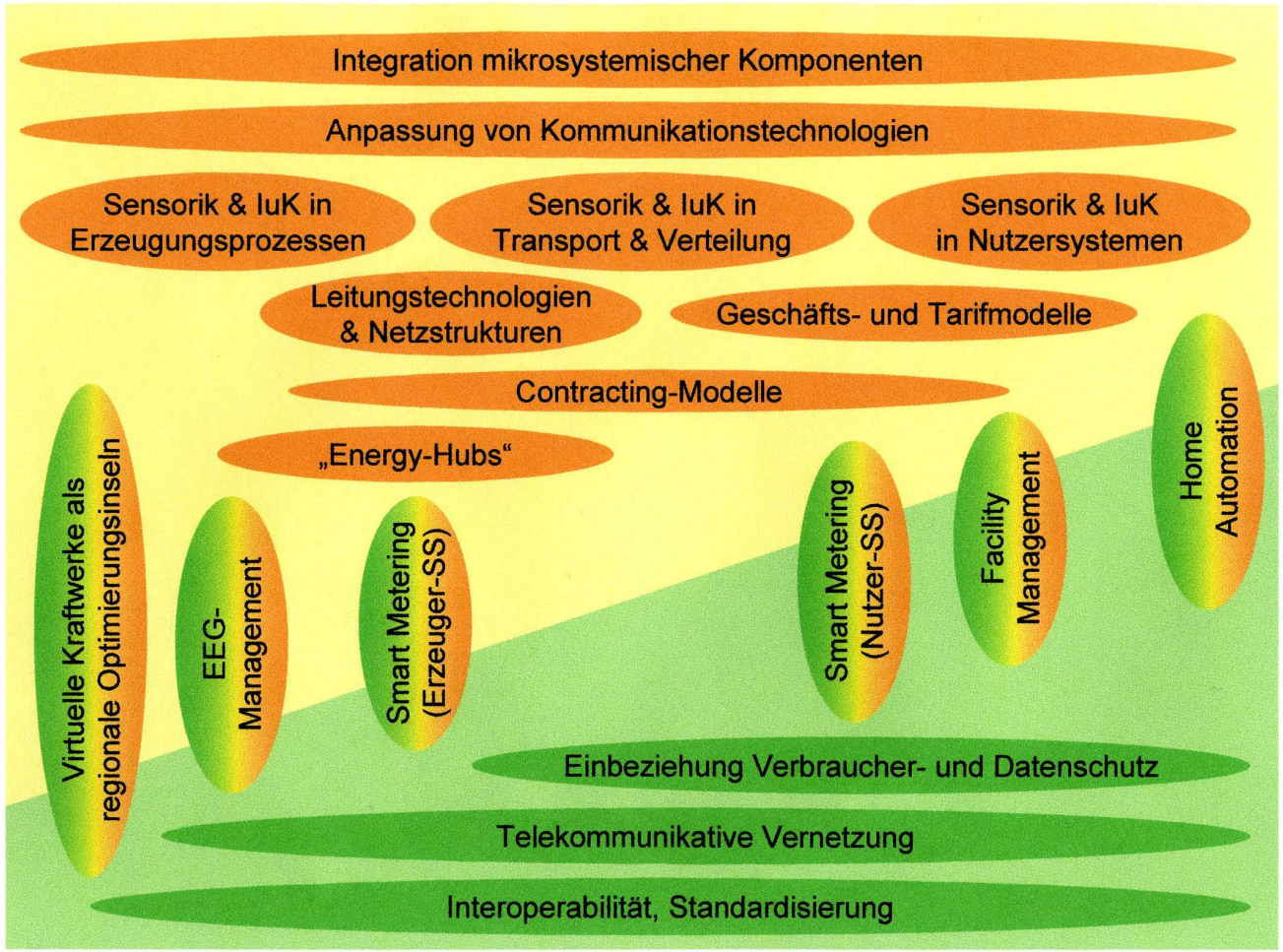
Entlang der gesamten Wertschöpfungskette, Schwerpunkt bei **Erzeugung**

Themen-Fokus

Energie-Technologien

Mikrosystem-technik

IuK



IuK

Themen-Fokus

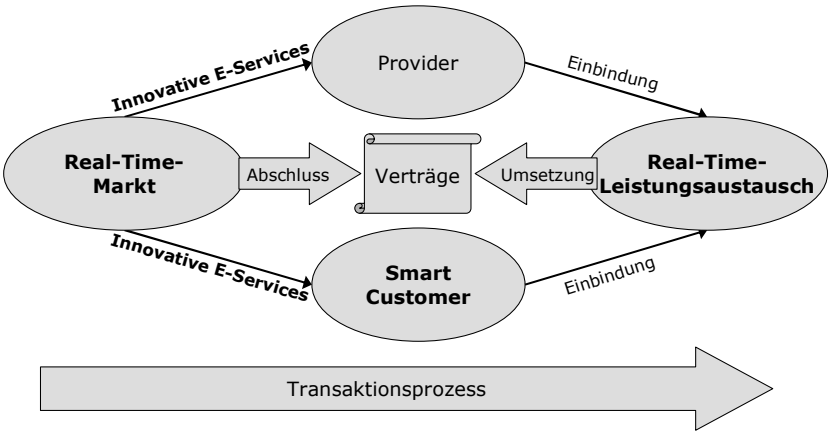
Entlang der gesamten Wertschöpfungskette, Schwerpunkt bei **Nutzung**

Studie eEnergy

Wirtschaftsinformatik II

Processes ■ Services ■ Information

Der elektronische Marktplatz für immaterielle Güter und Dienstleistungen



Der Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik II betrachtet

- innovative E-Services elektronischer Märkte für Anbieter und Nachfrager
- die Durchführung von Transaktionsprozessen für immaterielle Güter in Echtzeit
- den Smart Customer als Nachfrager situierter Dienste

Der E-Energy-Marktplatz

