

TECHNOLOGIEBRIEF

Der Technologiebrief informiert über die aktuellen einschlägigen Förderprogramme und benennt Ansatzpunkte und Perspektiven für (neue) Forschung und Entwicklung. Informationen zum Projekt siehe Seite 6 unten.

Lastmanagement – Neue Anforderungen und Einsatzfelder durch den Ausbau regenerativer Energien

Anpassung des Verbraucherverhaltens an volatile Energieeinspeisung

Seite 1

Lastmanagement ist keine neue Idee: Bereits in den 1950er- bis 1980er-Jahren wurden Programme zur Vermeidung von Lastspitzen und besserer Auslastung von Grundlastkraftwerken initiiert. In diesem Kontext sind beispielsweise Spitzenlastwächter in Betrieben mit Leistungsmessung oder günstige Nachtтарife als Anreiz für Nachtspeicherheizungen zu sehen. Diese ursprüngliche, vergleichmäßigende Form des Lastmanagements ging von Seiten der Elektrizitätserzeuger und -versorger aus. Seit der Liberalisierung des Elektrizitätsmarktes gibt es in dieser Hinsicht kaum Fortschritte. Von der Verbraucherseite wird Lastmanagement vor allem zur Kostensenkung eingesetzt (z.B. durch reduzierten Spitzenlastbezug). Neue Produkte kombinieren einzelne Lasten, um zusätzliche Erlöse zu erzielen, indem beispielsweise mögliche Lastabwürfe als negative Regelleistung angeboten werden.

Perspektivisch kommt dem Lastmanagement durch die starke Einspeisung aus volatilen regenerativen Energien wie Wind oder Photovoltaik eine neue Bedeutung zu. Hier gilt es, die Zeiten der Energienutzung an die der Erzeugung anzupassen, um so starke Schwankungen der Einspeisung und damit einhergehende hohe Gradienten in der verbleibenden Restlast auszugleichen (dies wird in Abbildung 1 verdeutlicht). Zunehmend wird es auch Zeiten mit einem Überangebot regenerativer Energie geben, das nur genutzt werden kann, wenn der Energiebezug geeigneter Verbraucher in diese Zeiten verschoben werden kann. Doch schon bevor solche Maßnahmen notwendig werden, kann das Lastmanagement dazu beitragen, Prognosefehler der regenerativen Einspeisung auszugleichen oder die in zunehmendem Maße notwendige Regelleistung bereitzustellen.

Arten des Lastmanagements

Die elektrische Last kann entweder durch direkte oder indirekte Maßnahmen gesteuert werden. Die direkten Maßnahmen basieren darauf, dass der Netzbetreiber den Verbrauch eines Nutzers extern beeinflussen kann. Der Nutzer erhält im Gegenzug bessere Bezugskonditionen. Bislang geschieht dies nur bei großen Verbrauchern über Rundsteuerung: durch bestimmte Bedingungen im Elektrizitätsnetz können Signale ausgelöst und über die Stromleitungen gesendet werden, die den Verbrauch der teilnehmenden Geräte unterbrechen oder reduzieren. Diese Kommunikation ist unidirektional und nicht normiert. Die resultierenden Lastabwürfe oder Lastanstiege entsprechen dem Einsatz positiver oder nega-

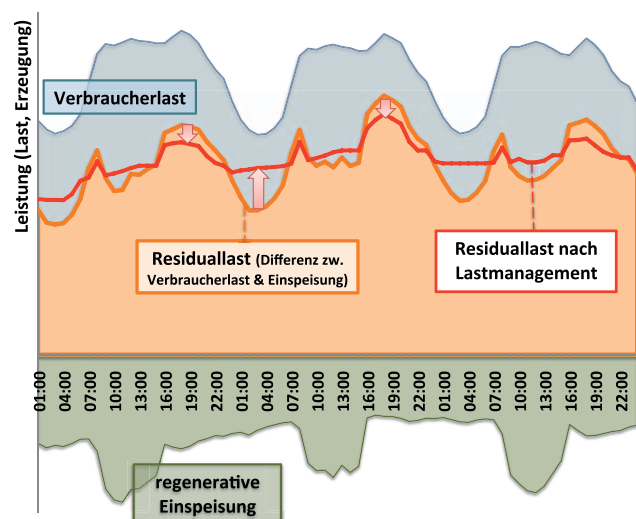


Abbildung 1: Beispiel für Einsatz von Lastmanagement zum Ausgleich volatiler regenerativer Einspeisung (eigene Berechnung und Darstellung)

tiver Regelleistung. Eine Vermarktung an den Regelenergiemärkten findet aber bisher nur in geringem Umfang statt. Da derzeit eine Mindestleistung von mehreren Megawatt gefordert wird, können nur wenige Einzelanlagen direkt am Markt agieren. Ein Konzept, um auch kleinere Anlagen einzubeziehen, ist beispielsweise das virtuelle Regelkraftwerk der Evonik Power Saar GmbH (Evonik 2010), bei dem eine Vielzahl von elektrischen Verbrauchern gebündelt am Regelenergiemarkt agiert.

Indirekte, preisbasierte Maßnahmen zielen auf das bewusste Verbraucherverhalten ab: Hohe Energiepreise sollen für geringeren, niedrige Preise für steigenden Energiebezug sorgen. Dabei gibt es unterschiedliche Ansätze für die Preisgestaltung, von festgelegten Preisstufen für verschiedene Tageszeiten, Wochentage oder Jahreszeiten bis hin zur Preisbildung und -information am Vortage oder in Echtzeit basierend auf der tatsächlich zu erwartenden Netzsituation.

Voraussetzung für diese Art des Lastmanagements ist die Einführung und Nutzung von zeitlich aufgelöster Leistungsmessung mit Smart Metern, die auch die entsprechenden Preissignale empfan-

gen können. Zur Zeit führen verschiedene Energieversorger Feldtests zur Einführung von Smart Metern durch*, bei einigen Anbietern können die Kunden die Geräte bereits nutzen**. Ab Anfang 2011 sollen sie flächendeckend in Deutschland eingeführt werden.

Lastmanagement in der Industrie

Im Industriesektor wird Lastmanagement bereits seit langem betrieben, die dafür notwendigen Investitionen sind wegen des großen erreichbaren Leistungshub bei stromintensiven Verbrauchern häufig rentabel. Hier kommen beide Arten des Lastmanagements zur Anwendung: Tarife mit Leistungsmessung sind die Regel, durch die interne Vermeidung von Lastspitzen im Betrieb ist ein indirektes Lastmanagement gegeben. Darüber hinaus lassen sich manche Anlagen über Rundsteuersignale zu- oder abschalten und können extern vom Netzbetreiber oder Versorger angesteuert werden.

Potenzial bieten hier vor allem Anwendungen mit großer Leistungsaufnahme und unterbrech- oder verschiebbarem Leistungseinsatz wie zum Beispiel in der Stahl-, Papier- oder Zementindustrie. Das hier zur Zeit vorhandene theoretische Potenzial wird auf eine verlagerbare Energiemenge von 1,3 TWh bei einem maximalen Leistungshub von 2,8 GW geschätzt, das bereits zum großen Teil ausgeschöpft wird (Klobasa 2009) (siehe Tabelle 1; zum Vergleich: die installierte Pumpspeicherleistung in Deutschland beträgt etwa 7.000 MW). Es ist abzusehen, dass dieses Potenzial durch die Verlagerung energieintensiver Produktionsprozesse ins Ausland und steigende Energieeffizienz zukünftig abnehmen wird.

Industrielle Anwender mit geringerem Leistungsbezug nehmen bisher kaum am Lastmanagement teil (Ausnahmen sind beispielsweise die Teilnehmer der virtuellen Regelkraftwerks der Evonik Power Saar GmbH (Evonik 2010)). Doch im Zuge der breiten Einführung kostengünstiger Smart Meter können auch hier neue Anwendungsfelder erschlossen werden.

Lastmanagement in Haushalten und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

In den Sektoren Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) wird, im Unterschied zur Industrie, bislang kaum Lastmanagement betrieben. Lediglich Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen können über Rundsteuersignale angesprochen werden und so auf Hoch- und Niedertarif-Preissignale reagieren (kurzfristig ab- oder zugeschaltet werden). In beiden Sektoren bestehen jedoch noch zahlreiche unerschlossene Optionen mit insgesamt großen Potenzialen (siehe Tabelle 1). Der Energiebezug von Kühl- und Gefriergeräten lässt sich z.B. kurzfristig unterbrechen und die Nutzungszeiten von Waschmaschinen, Spülmaschinen, Wäschetrocknern etc. lassen sich in geeignete Zeiten verlagern. Wegen der relativ geringen Leistungen der einzelnen Verbraucher kann ein ausreichend großer Leistungshub aber nur erreicht werden, wenn eine Vielzahl von Anlagen am Lastmanagement teilnimmt. Dazu müssen einerseits die technischen Voraussetzungen und andererseits die entsprechenden Rahmenbedingungen und Anreize für die Nutzerakzeptanz geschaffen werden. Hierzu gehören neue elektronische Stromzähler, Informations- und Kommunikationstechnik, Steuer- und Regeltechnik sowie zeitvariable Stromtarife. Dann können die Nutzer ihren Bedarf entweder manuell anpassen oder ihre Geräte (beispielsweise über ein Energiemanagementsystem) direkt ansteuern und regeln lassen. Um den Leistungsbezug geeigneter Geräte und Anlagen, wie zum Beispiel Kühllhäuser, zu unterbrechen, bedarf es bidirektionaler Kommunikationseinrichtungen. Im Gegensatz zur Industrie, wo entsprechende Messeinrichtung wegen der hohen Leistungen früh rentabel sind, sind die Kosten für die zusätzlich benötigten Kommunikationseinrichtungen im Haushalts- und GHD-Bereich spezifisch hoch.

Tabelle 1: Theoretische Lastverschiebepotenziale nach Sektoren (Klobasa 2009)

Sektor	Anwendung	verlagerbare Energie (GWh)	Maximale Leistung (MW)
Industrie	Prozesstechnik, Querschnittsanwendungen	1.350	2.800
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	Gesamt (Kälte-, Klimatisierungs-, Ventilations-, Wärme- und Back-Up-Anwendungen)	6.300	10.320
	ohne Klimatisierung	3.100	2.930
Haushalte	Gesamt (Haushaltsgeräte, Kühl-, Gefrier-, Heizungs- und Klimatisierungsanwendungen)	26.600	20.585
	ohne Wärmepumpen und Nachtspeicher	11.300	3.705
Gesamt	Sommer	ca. 19.000	ca. 17.000
	Winter (ohne Nachtspeicher/ Wärmepumpen)	ca. 15.750	ca. 9.500

* z.B. Smart Box der EWE (EWE 2010)

** z.B. SpazählerOnline von Yello Strom (Yello 2010)

„Bei der Ableitung der Lastmanagementpotenziale über alle Sektoren lassen sich diese nicht einfach addieren, da sich eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf die tatsächliche Verfügbarkeit auswirken.“ (Klobasa 2009, S. 85)

Im Folgenden werden Themenfelder identifiziert, in denen vielfältige Forschungs- und Entwicklungspotenziale liegen. Diese Themenfelder gehen teilweise Hand in Hand oder überschneiden sich, so dass ein interdisziplinäres Herangehen vorteilhaft oder sogar notwendig ist.

Variable Tarife und Smart Meter

Damit Nutzer ihren Energiebezug in geeignete Zeiträume verschieben, müssen ihnen Anreize geboten werden. Dies geschieht in erster Linie durch zeitvariable Tarife. Regelmäßige Schwankungen des Energieverbrauchs können durch Tarifstufungen angegangen werden, die bereits lange im Voraus festgesetzt werden. Kurzfristige Unregelmäßigkeiten, zum Beispiel durch starke Windenergieeinspeisung, erfordern eine zeitnahe (*day-ahead* oder *intraday*) Tarifierfassung. Laut Energiewirtschaftsgesetz sind die Energieversorger verpflichtet, bis Ende des Jahres 2010 solche lastvariable oder tageszeitabhängige Tarife anzubieten. In Neubauten ist ergänzend dafür als erster Schritt seit Beginn des Jahres 2010 der Einbau von Zählern Pflicht, die eine zeitaufgelöste Leistungsmessung ermöglichen. Smart Meter bilden die Voraussetzung für die Einführung zeitvariabler Tarife, indem sie zeitlich aufgelöste Lastgänge aufzeichnen. Außerdem sollen sie die beispielsweise über Rundsteuersignale gesendeten Tarifinformationen empfangen, Störungsmeldungen senden können und fernauslesbar sein. Damit verbunden sind neue Herausforderungen an die Kommunikationstechnik und die Interaktion mit potenziellen Energiemanagementsystemen (siehe unten).

Bislang gibt es keinen einheitlichen Standard für die Datenstruktur der Smart Meter. Dies ist einer der Gründe für die bisher zurückhaltenden Investitionen der Energieversorger in diese Geräte, da nicht gewährleistet werden kann, dass jetzt installierte Geräte mit zukünftigen Systemen kompatibel sind. Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht nun vor, die Messzugangsverordnung zu novellieren und durch die Bundesnetzagentur Standards festlegen zu lassen, um hier Planungssicherheit zu gewährleisten (BMWi 2010).

Home automation

Der Begriff *home automation* bezeichnet die automatisierte (Fern-)Ansteuerung von Haushaltsgeräten über ein zentrales Managementsystem. Diese Entwicklung, die primär eine Komfortsteigerung für den Nutzer bedeuten soll, bietet auch gute Voraussetzungen für das Lastmanagement im Haushaltsbereich. Wenn Smart Meter und das Energiemanagementsystem eines Hauses miteinander kommunizieren, können Preissignale genutzt werden, um die Haushaltsgeräte, gemäß den Nutzeranforderungen, bevorzugt zu günstigen Tarifzeiten zu betreiben.

Ein zentrales Energiemanagementsystem kann sowohl die Steuerung der elektrischen Geräte als auch eventueller Umwandlungsanlagen im Haus (beispielsweise Wärmepumpen oder Blockheizkraftwerke) ansteuern. So können zu günstigen Tarifzeiten gezielt Geräte wie z.B. Wasch- oder Spülmaschinen eingesetzt oder die Batterien eines Elektrofahrzeugs geladen werden, zu Tarifspitzen kann der Strombezug von Wärmepumpen oder Kühlgeräten kurzfristig unterbrochen werden. Für die zentrale Ansteuerung der Haushaltsgeräte via Energiemanagementsystem sind allerdings geeignete Kommunikationstechniken und -wege (siehe unten)

erforderlich. Zukünftige Geräte werden voraussichtlich ab Werk mit entsprechenden Einheiten versehen sein. Zudem sind bereits Vorschaltssysteme auf dem Markt, die kurzfristig auch einen Teil der Bestands-Haushaltsgeräte für den automatisierten Einsatz im Lastmanagement nutzbar machen können.

IKT für Lastmanagement

Die breite Einführung von Lastmanagement-Maßnahmen ist nur mit einer entsprechenden Informations- und Kommunikationstechnik möglich. Die Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt, sind eine störungsfreie, sichere und zugleich möglichst günstige Kommunikation zwischen Smart Meter, Energiemanagementsystemen und elektrischen Geräten, das Senden von Tarifsignalen, die Fernauslesung der Smart Meter und den Umgang mit den damit einhergehenden großen Datenmengen sicher zu stellen. Bislang gibt es keine Standardisierung in diesen Bereichen. Mögliche Kommunikationswege sind PLC*, GSM** oder DSL***, die Datenübertragung innerhalb des Haushaltes kann über den Europäischen Installationsbus oder KNX**** geschehen. Für die Ansteuerung von Nachtspeicherheizungen oder industriellen Lasten werden in Deutschland bislang meist Rundsteuersignale mittels PLC oder Langwellenfunk eingesetzt. In Schweden, wo bereits ein Großteil der Haushaltszähler durch Smart Meter ersetzt wurde, werden GSM-Frequenzen zur Datenübertragung genutzt. Doch besonders die Datenübertragung über DSL wird vielfach als zukunftssträchtig angesehen. Allen Kommunikationswegen ist gemeinsam, dass es häufig nur Insellösungen für den Einsatz der Kommunikationsprotokolle und bislang keine Standardisierung gibt.

Verbraucherakzeptanz

Der Einsatz von Lastmanagement im GHD- und Haushaltssektor hat erst dann deutliche Auswirkungen auf das Energiesystem, wenn ein genügend großer Anteil der Kundenlasten daran teilnimmt. Lastmanagement kann für den Nutzer mit Komforteinschränkungen oder zusätzlichem Aufwand bei geringem Nutzen einhergehen. Außerdem zeigt unter anderem die geringe Wechselrate von Stromanbietern, dass das Produkt Strom noch nicht weit oben auf der Agenda von Haushaltskunden steht. Deshalb ist es notwendig, dem Kunden bei der Teilnahme am Lastmanagement klare Vorteile gegenüber dem konventionellem Strombezug zu bieten. Dazu müssen auf Basis von Umfragen und Studien zur Nutzerakzeptanz geeignete Marketingstrategien und Geschäftsmodelle entwickelt werden, um eine ausreichend große Anzahl von Verbrauchern für das Lastmanagement zu erschließen. Hierbei können auch Beteiligungsverfahren von Endkunden von großem Vorteil sein.

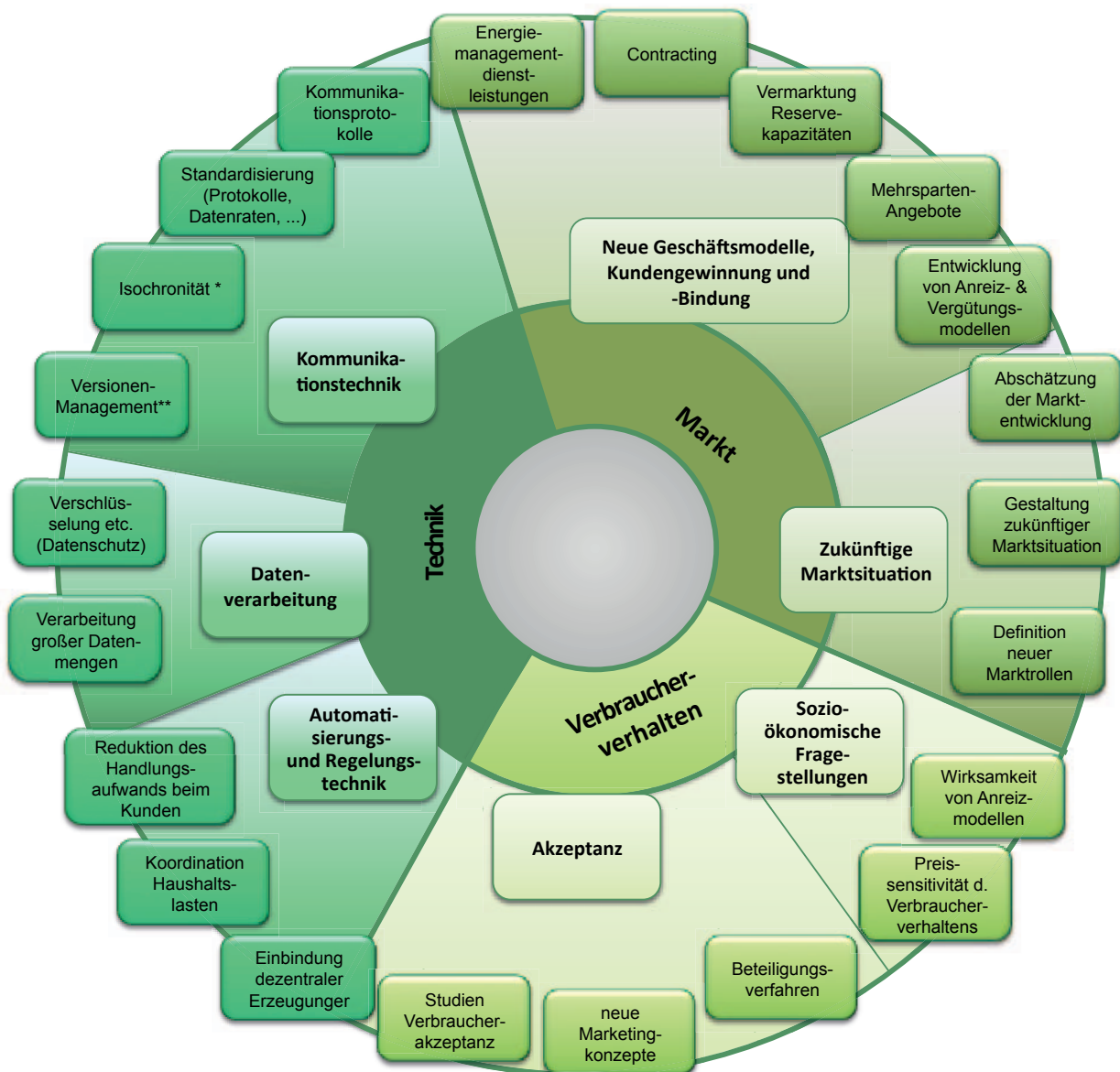
* *Power Line Communication* – Übertragung über die Elektrizitätsleitung

** *Global System for Mobile Communications* – Funkübertragung

*** *Digital Subscriber Line* – Nutzung digitaler Kommunikationsnetze

**** KNX: offener Standard, Weiterentwicklung des Europäischen Installationsbus (EIB)

Aus den beschriebenen Themenfeldern folgt eine Vielzahl an Fragestellungen, die beantwortet werden müssen, damit Lastmanagement-Maßnahmen auf breiter Basis und somit wirkungsvoll eingesetzt werden können. Diese Fragen konzentrieren sich auf die Schwerpunkte Technik, Markt und Verbraucherverhalten. Eine Auswahl der sich daraus ergebenden potenziellen Geschäftsfelder ist in Abbildung 2 dargestellt.



* Sicherstellen der gleichen Referenzzeit
 ** Umgang mit Weiterentwicklungen bestehender Systeme

Abbildung 2: Beispiele für offene Forschungsfragen und potenzielle Geschäftsfelder im Bereich Lastmanagement (eigene Darstellung, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Spiegelt man diese Herausforderungen an den an der Bergischen Universität Wuppertal vorhandenen Kompetenzen (Tabelle 2), ergeben sich Forschungsperspektiven für verschiedene Fachbereiche. Der Bereich „Technik“ bietet zahlreiche Ansatzpunkte für den Fachbereich E. Insbesondere durch die Zusammenarbeit von Experten auf den Gebieten Automatisierungstechnik, Datenverarbeitung und Kommunikationstechnik können sich hier Synergien ergeben. Die Bereiche „Markt“ und „Verbraucherverhalten“ sind eng miteinander verknüpft. Hier bieten sich Perspektiven für die Schumpeter School of Business and Economics (Fachbereich B) sowie für die Sozialwissenschaften (Fachbereich G).

So können beispielsweise Fachbereichsübergreifende Untersuchungen zum Akzeptanz- und Nutzerverhalten, zur Abschätzung möglicher künftiger Marktchancen und Entwicklung neuer Geschäftsmodelle sowie zur optimalen Implementierung und Nutzung von Informations-, Kommunikations- und Regeltechnik durchgeführt werden.

In diesem breiten Innovationsfeld bieten sich insbesondere Gründungschancen für Absolventen der Wirtschaftsingenieur-Studiengänge mit Schwerpunkt Energietechnik und weitere Forschungsfragen, die unter anderem in die Bereiche der Lehrstühle für Handel und Servicemanagement und Marketing fallen.

Tabelle 2: Überblick über Ansatzpunkte an der Bergischen Universität

Bereich	Fragestellung	Anknüpfungspunkt Uni Wuppertal
Verbraucherverhalten	Akzeptanz: Identifizieren von Hemmnissen; Lösungen erarbeiten	Fachbereich G
	Förderung der Endkunden-Akzeptanz	Kooperation der Fachbereiche G & B
Markt	Kundengewinnung und -Bindung, neue Geschäftsmodelle	Fachbereich B, aufbauend auf Ergebnissen der Fachbereiche B und G
	Abschätzung & aktive Gestaltung zukünftiger Marktsituation	Fachbereich B
Technik	Automatisierungs- und Regelungstechnik	Fachbereich E
	Datenverarbeitung & Kommunikationstechnik	Fachbereich E, Kooperation mit Telekommunikations-Experten

Fördermöglichkeiten in Deutschland und NRW

Im Rahmen des 5. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung, welches Ende des Jahres 2010 auslief, fand über das Bundesumweltministerium Forschungsförderung zur „Optimierung des Stromversorgungssystems“ statt. In diesem Kontext bieten sich verschiedene Anknüpfungspunkte zum Lastmanagement. In der zugehörigen Bekanntmachung des Ministeriums wird die Entwicklung innovativer Verfahren, Geräte und Konzepte, um das Potenzial des Lastmanagements in Industrie und Haushalten weiter zu erschließen, explizit angesprochen. Außerdem wurden Maßnahmen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Lastmanagements im privaten Bereich gefördert. Das 6. Energieforschungsprogramm soll im Frühjahr veröffentlicht werden.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) haben mit dem Förderprogramm „IKT 2020“ einen Schwerpunkt in der Hightech-Strategie der Bundesregierung gesetzt. Im Rahmen dieses Programms gibt es vielfältige Fördermöglichkeiten im Bereich Kommunikationstechnik und Netze. Durch das Programm sollen Brücken zwischen Grundlagenforschung und Anwendung geschlagen werden, indem Innovationsallianzen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft geschlossen werden. Im Rahmen dieses Forschungsprogramms können verschiedene der in Abbildung 2 dargestellten Fragestellungen aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik angegangen werden.

Darüber hinaus können einzelne Projekte über kurzfristige Ausschreibungen gefördert werden. Solche Ausschreibungen lassen

sich beispielsweise mit Hilfe der ELFI-Datenbank^{*} finden, die aus dem Netzwerk der Bergischen Universität genutzt werden kann. Hier sind sowohl Forschungs- und Förderungsausschreibungen der Bundes- und Landesministerien als auch verschiedener Institute, Verbände und Unternehmen zu finden.

Das Land Nordrhein-Westfalen fördert Energie- und Kommunikationsentwicklungen im Rahmen des „ZIEL2“-Programms in Form von Wettbewerben. Die Ausschreibungen für die Wettbewerbe des Jahres 2010 sind bereits abgelaufen, in diesem Jahr wurden unter anderem die Wettbewerbe IKT.NRW und Energie.NRW durchgeführt sowie der Wettbewerb „Transfer.NRW Science-to-Business PreSeed“, der explizit Forschungsverwertung aus Universitäten fördert. Auch im Jahr 2011 wird es verschiedene Wettbewerbe geben, in deren Rahmen eine Bearbeitung von Themenstellungen aus dem Bereich Lastmanagement möglich ist. Auf der ZIEL2-Internetseite^{**} können sich Interessierte für einen Newsletter anmelden, um rechtzeitig über neue Wettbewerbsaufrufe informiert zu werden.

* ELFI – Servicestelle für Elektronische Forschungsförderinformationen, <http://www.elfi.info/>

** http://www.ziel2.nrw.de/2_Wettbewerbe_und_weitere_Foerdermoeglichkeiten/

Quellen

(BMWi 2010) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“, Berlin, 2010

(Evonik 2010) http://power-saar.steag-saarenergie.de/de/02_Leistungen/03_Leistungen.php, aufgerufen am 30.11.2010

(EWE 2010), <http://www.ewe.de/ewe-macht-zukunft.php>, aufgerufen am 30.11.2010

(Klobasa 2009) Klobasa, M. „Dynamische Simulation eines Lastmanagements und Integration von Windenergie in ein Elektrizitätsnetz“, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009

(Yello 2010) <http://www.yellostrom.de/privatkunden/sparzaehler/>, aufgerufen am 30.11.2010

Ansprechpartner

Forschungsprojekt INSEL (Internetbasiertes System eines erweiterbaren Lastmanagements zur Integration virtueller Kraftwerke), Projektleiter Prof. Dr.-Ing Franz Schubert, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Fakultät Technik und Informatik, franz.schubert@haw-hamburg.de

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Competence Center Energiepolitik und Energiesysteme, Dr. Marian Klobasa, m.klobasa@isi.fraunhofer.de

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (Fraunhofer IWES), Bereich Anlagentechnik und Netzintegration, Fachgruppe Dezentrales Energiemanagement, Dr. David Nestle, dnestle@iset.uni-kassel.de

Smart Demand (E-Energy Smart Watts-Teilprojekt), Peter Kellendonk, Kellendonk Elektronik GmbH, martynski@kellendonk.de

Smart Metering (E-Energy Smart Watts-Teilprojekt), André Quadt, utilicount GmbH & Co. KG, a.quadt@utilicount.com

Smart Portfolio (E-Energy Smart Watts-Teilprojekt), Sarai Kölle, PSI Energy Markets GmbH, SKoelle@PSI.DE

Weiterführende Literatur & Internetseiten (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Franz Schubert (Hrsg.): „Demand Side Management (DSM) in Deutschland – Potenziale und Märkte“, Fortschritt-Berichte VDI-Nr. 593, Reihe Energietechnik, Düsseldorf, 2010

ETG (Energietechnische Gesellschaft im VDE) „Smart Energy 2020 – vom Smart Metering zum Smart Grid“, VDE-Analyse, ETG, Frankfurt, 2010

„E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft“, Internet-auftritt des E-Energyförderprogramms von BMWi und BMU, www.e-energy.de

E-Energy Beispielprojekte: Modellstadt Mannheim (moma) www.modellstadt-mannheim.de, Projektkoordinator MVV Energie AG; Smart Watts www.smartwatts.de, Projektkoordinator utilicount GmbH & Co. KG

Demand Side Management-Programm der Internationalen Energieagentur www.ieadsm.org

Projekt-Ansprechpartner und Projekt-Informationen

Projektleitungsteam:

Prof. Dr. C. Volkmann (volkmann@wiwi.uni-wuppertal.de)
Prof. Dr. M. Fishedick (manfred.fishedick@wupperinst.org)
Prof. Dr. U. Braukmann (braukmann@wiwi.uni-wuppertal.de)

Lastmanagement / Entrepreneurial Technology Scouting

Prof. Dr. M. Fishedick; manfred.fishedick@wupperinst.org
C. Krüger; christine.krueger@wupperinst.org
F. Merten; frank.merten@wupperinst.org

Entrepreneurial Discovery Project

Prof. Dr. U. Braukmann; braukmann@wiwi.uni-wuppertal.de
T. Böth; boeth@wiwi.uni-wuppertal.de

Entrepreneurial Business Laboratorium

P. Saßmannshausen; sassmannshausen@wiwi.uni-wuppertal.de
D. Bohlmann; bohlmann@wiwi.uni-wuppertal.de

Projektunterstützung

I. Wüster; bizeps@uni-wuppertal.de

Projektinformationen:

Der Technologiebrief ist ein Produkt im Rahmen des EXIST-Forschungsprojekts bizeps gazelles, welches das Ziel verfolgt, universitäre Gründungschancen im wissenschaftlichen Mittelbau und der Professorenschaft im Bereich von Clean Tech zu ermitteln, und der durch das BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) und den ESF (Europäischer Sozialfonds) gefördert wird. Im Internet: www.bizeps.de

Herausgeber:

Institut für Gründungs- und Innovationsforschung / Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (Wuppertal)
Autor: M.Sc. Christine Krüger (christine.krueger@wupperinst.org)
Satz: VisLab Wuppertal Institut
Gedruckt auf Recyclingpapier ÖkoArt
Wuppertal, Mai 2011