

52. IWK

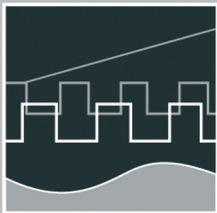
Internationales Wissenschaftliches Kolloquium
International Scientific Colloquium



PROCEEDINGS

10 - 13 September 2007

FACULTY OF COMPUTER SCIENCE AND AUTOMATION



COMPUTER SCIENCE MEETS AUTOMATION

VOLUME I

Session 1 - Systems Engineering and Intelligent Systems

Session 2 - Advances in Control Theory and Control Engineering

**Session 3 - Optimisation and Management of Complex
Systems and Networked Systems**

Session 4 - Intelligent Vehicles and Mobile Systems

Session 5 - Robotics and Motion Systems



Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-939473-17-6

Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten
Kongressorganisation
Andrea Schneider
Tel.: +49 3677 69-2520
Fax: +49 3677 69-1743
e-mail: kongressorganisation@tu-ilmenau.de
- Redaktionsschluss: Juli 2007
- Verlag: 
Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek
Universitätsverlag Ilmenau
Postfach 10 05 65
98684 Ilmenau
www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag
- Herstellung und Auslieferung: Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG
Am Hawerkamp 31
48155 Münster
www.mv-verlag.de
- Layout Cover: www.cey-x.de
- Bezugsmöglichkeiten: Universitätsbibliothek der TU Ilmenau
Tel.: +49 3677 69-4615
Fax: +49 3677 69-4602

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2007

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung der Redaktion strafbar.

Preface

Dear Participants,

Confronted with the ever-increasing complexity of technical processes and the growing demands on their efficiency, security and flexibility, the scientific world needs to establish new methods of engineering design and new methods of systems operation. The factors likely to affect the design of the smart systems of the future will doubtless include the following:

- As computational costs decrease, it will be possible to apply more complex algorithms, even in real time. These algorithms will take into account system nonlinearities or provide online optimisation of the system's performance.
- New fields of application will be addressed. Interest is now being expressed, beyond that in "classical" technical systems and processes, in environmental systems or medical and bioengineering applications.
- The boundaries between software and hardware design are being eroded. New design methods will include co-design of software and hardware and even of sensor and actuator components.
- Automation will not only replace human operators but will assist, support and supervise humans so that their work is safe and even more effective.
- Networked systems or swarms will be crucial, requiring improvement of the communication within them and study of how their behaviour can be made globally consistent.
- The issues of security and safety, not only during the operation of systems but also in the course of their design, will continue to increase in importance.

The title "Computer Science meets Automation", borne by the 52nd International Scientific Colloquium (IWK) at the Technische Universität Ilmenau, Germany, expresses the desire of scientists and engineers to rise to these challenges, cooperating closely on innovative methods in the two disciplines of computer science and automation.

The IWK has a long tradition going back as far as 1953. In the years before 1989, a major function of the colloquium was to bring together scientists from both sides of the Iron Curtain. Naturally, bonds were also deepened between the countries from the East. Today, the objective of the colloquium is still to bring researchers together. They come from the eastern and western member states of the European Union, and, indeed, from all over the world. All who wish to share their ideas on the points where "Computer Science meets Automation" are addressed by this colloquium at the Technische Universität Ilmenau.

All the University's Faculties have joined forces to ensure that nothing is left out. Control engineering, information science, cybernetics, communication technology and systems engineering – for all of these and their applications (ranging from biological systems to heavy engineering), the issues are being covered.

Together with all the organizers I should like to thank you for your contributions to the conference, ensuring, as they do, a most interesting colloquium programme of an interdisciplinary nature.

I am looking forward to an inspiring colloquium. It promises to be a fine platform for you to present your research, to address new concepts and to meet colleagues in Ilmenau.



Professor Peter Scharff
Rector, TU Ilmenau



Professor Christoph Ament
Head of Organisation

Table of Contents

CONTENTS

	Page
1 Systems Engineering and Intelligent Systems	
A. Yu. Nedelina, W. Fengler DIPLAN: Distributed Planner for Decision Support Systems	3
O. Sokolov, M. Wagenknecht, U. Gocht Multiagent Intelligent Diagnostics of Arising Faults	9
V. Nissen Management Applications of Fuzzy Control	15
O. G. Rudenko, A. A. Bessonov, P. Otto A Method for Information Coding in CMAC Networks	21
Ye. Bodyanskiy, P. Otto, I. Pliss, N. Teslenko Nonlinear process identification and modeling using general regression neuro-fuzzy network	27
Ye. Bodyanskiy, Ye. Gorshkov, V. Kolodyazhniy, P. Otto Evolving Network Based on Double Neo-Fuzzy Neurons	35
Ch. Wachten, Ch. Ament, C. Müller, H. Reinecke Modeling of a Laser Tracker System with Galvanometer Scanner	41
K. Lüttkopf, M. Abel, B. Eylert Statistics of the truck activity on German Motorways	47
K. Meissner, H. Hensel A 3D process information display to visualize complex process conditions in the process industry	53
F.-F. Steege, C. Martin, H.-M. Groß Recent Advances in the Estimation of Pointing Poses on Monocular Images for Human-Robot Interaction	59
A. González, H. Fernlund, J. Ekblad After Action Review by Comparison – an Approach to Automatically Evaluating Trainee Performance in Training Exercise	65
R. Suzuki, N. Fujiki, Y. Taru, N. Kobayashi, E. P. Hofer Internal Model Control for Assistive Devices in Rehabilitation Technology	71
D. Sommer, M. Golz Feature Reduction for Microsleep Detection	77

F. Müller, A. Wenzel, J. Wernstedt A new strategy for on-line Monitoring and Competence Assignment to Driver and Vehicle	83
V. Borikov Linear Parameter-Oriented Model of Microplasma Process in Electrolyte Solutions	89
A. Avshalumov, G. Filaretov Detection and Analysis of Impulse Point Sequences on Correlated Disturbance Phone	95
H. Salzwedel Complex Systems Design Automation in the Presence of Bounded and Statistical Uncertainties	101
G. J. Nalepa, I. Wojnicki Filling the Semantic Gaps in Systems Engineering	107
R. Knauf Compiling Experience into Knowledge	113
R. Knauf, S. Tsuruta, Y. Sakurai Toward Knowledge Engineering with Didactic Knowledge	119
2 Advances in Control Theory and Control Engineering	
U. Konigorski, A. López Output Coupling by Dynamic Output Feedback	129
H. Toossian Shandiz, A. Hajipoor Chaos in the Fractional Order Chua System and its Control	135
O. Katernoga, V. Popov, A. Potapovich, G. Davydau Methods for Stability Analysis of Nonlinear Control Systems with Time Delay for Application in Automatic Devices	141
J. Zimmermann, O. Sawodny Modelling and Control of a X-Y-Fine-Positioning Table	145
A. Winkler, J. Suchý Position Based Force Control of an Industrial Manipulator	151
E. Arnold, J. Neupert, O. Sawodny, K. Schneider Trajectory Tracking for Boom Cranes Based on Nonlinear Control and Optimal Trajectory Generation	157

K. Shaposhnikov, V. Astakhov The method of ortogonal projections in problems of the stationary magnetic field computation	165
J. Naumenko The computing of sinusoidal magnetic fields in presence of the surface with bounded conductivity	167
K. Bayramkulov, V. Astakhov The method of the boundary equations in problems of computing static and stationary fields on the topological graph	169
T. Kochubey, V. Astakhov The computation of magnetic field in the presence of ideal conductors using the Integral-differential equation of the first kind	171
M. Schneider, U. Lehmann, J. Krone, P. Langbein, Ch. Ament, P. Otto, U. Stark, J. Schrickel Artificial neural network for product-accompanied analysis and control	173
I. Jawish The Improvement of Traveling Responses of a Subway Train using Fuzzy Logic Techniques	179
Y. Gu, H. Su, J. Chu An Approach for Transforming Nonlinear System Modeled by the Feedforward Neural Networks to Discrete Uncertain Linear System	185
3 Optimisation and Management of Complex Systems and Networked Systems	
R. Franke, J. Doppelhammer Advanced model based control in the Industrial IT System 800xA	193
H. Gerbracht, P. Li, W. Hong An efficient optimization approach to optimal control of large-scale processes	199
T. N. Pham, B. Wutke Modifying the Bellman's dynamic programming to the solution of the discrete multi-criteria optimization problem under fuzziness in long-term planning	205
S. Ritter, P. Bretschneider Optimale Planung und Betriebsführung der Energieversorgung im liberalisierten Energiemarkt	211
P. Bretschneider, D. Westermann Intelligente Energiesysteme: Chancen und Potentiale von IuK-Technologien	217

Z. Lu, Y. Zhong, Yu. Wu, J. Wu WSReMS: A Novel WSDM-based System Resource Management Scheme	223
M. Heit, E. Jennenchen, V. Kruglyak, D. Westermann Simulation des Strommarktes unter Verwendung von Petrinetzen	229
O. Sauer, M. Ebel Engineering of production monitoring & control systems	237
C. Behn, K. Zimmermann Biologically inspired Locomotion Systems and Adaptive Control	245
J. W. Vervoorst, T. Kopfstedt Mission Planning for UAV Swarms	251
M. Kaufmann, G. Bretthauer Development and composition of control logic networks for distributed mechatronic systems in a heterogeneous architecture	257
T. Kopfstedt, J. W. Vervoorst Formation Control for Groups of Mobile Robots Using a Hierarchical Controller Structure	263
M. Abel, Th. Lohfelder Simulation of the Communication Behaviour of the German Toll System	269
P. Hilgers, Ch. Ament Control in Digital Sensor-Actuator-Networks	275
C. Saul, A. Mitschele-Thiel, A. Diab, M. Abd rabou Kalil A Survey of MAC Protocols in Wireless Sensor Networks	281
T. Rossbach, M. Götze, A. Schreiber, M. Eifart, W. Kattanek Wireless Sensor Networks at their Limits – Design Considerations and Prototype Experiments	287
Y. Zhong, J. Ma Ring Domain-Based Key Management in Wireless Sensor Network	293
V. Nissen Automatic Forecast Model Selection in SAP Business Information Warehouse under Noise Conditions	299
M. Kühn, F. Richter, H. Salzwedel Process simulation for significant efficiency gains in clinical departments – practical example of a cancer clinic	305

D. Westermann, M. Kratz, St. Kümmerling, P. Meyer Architektur eines Simulators für Energie-, Informations- und Kommunikationstechnologien	311
P. Moreno, D. Westermann, P. Müller, F. Büchner Einsatzoptimierung von dezentralen netzgekoppelten Stromerzeugungsanlagen (DEA) in Verteilnetzen durch Erhöhung des Automatisierungsgrades	317
M. Heit, S. Rozhenko, M. Kryvenka, D. Westermann Mathematische Bewertung von Engpass-Situationen in Transportnetzen elektrischer Energie mittels lastflussbasierter Auktion	331
M. Lemmel, M. Schnatmeyer RFID-Technology in Warehouse Logistics	339
V. Krugljak, M. Heit, D. Westermann Approaches for modelling power market: A Comparison.	345
St. Kümmerling, N. Döring, A. Friedemann, M. Kratz, D. Westermann Demand-Side-Management in Privathaushalten – Der eBox-Ansatz	351
 4 Intelligent Vehicles and Mobile Systems	
A. P. Aguiar, R. Ghabchelloo, A. Pascoal, C. Silvestre , F. Vanni Coordinated Path following of Multiple Marine Vehicles: Theoretical Issues and Practical Constraints	359
R. Engel, J. Kalwa Robust Relative Positioning of Multiple Underwater Vehicles	365
M. Jacobi, T. Pfützenreuter, T. Glotzbach, M. Schneider A 3D Simulation and Visualisation Environment for Unmanned Vehicles in Underwater Scenarios	371
M. Schneider, M. Eichhorn, T. Glotzbach, P. Otto A High-Level Simulator for heterogeneous marine vehicle teams under real constraints	377
A. Zangrilli, A. Picini Unmanned Marine Vehicles working in cooperation: market trends and technological requirements	383
T. Glotzbach, P. Otto, M. Schneider, M. Marinov A Concept for Team-Orientated Mission Planning and Formal Language Verification for Heterogeneous Unmanned Vehicles	389

M. A. Arredondo, A. Cormack SeeTrack: Situation Awareness Tool for Heterogeneous Vehicles	395
J. C. Ferreira, P. B. Maia, A. Lucia, A. I. Zapaniotis Virtual Prototyping of an Innovative Urban Vehicle	401
A. Wenzel, A. Gehr, T. Glotzbach, F. Müller Superfour-in: An all-terrain wheelchair with monitoring possibilities to enhance the life quality of people with walking disability	407
Th. Krause, P. Protzel Verteiltes, dynamisches Antriebssystem zur Steuerung eines Luftschiffes	413
T. Behrmann, M. Lemmel Vehicle with pure electric hybrid energy storage system	419
Ch. Schröter, M. Höchemer, H.-M. Groß A Particle Filter for the Dynamic Window Approach to Mobile Robot Control	425
M. Schenderlein, K. Debes, A. Koenig, H.-M. Groß Appearance-based Visual Localisation in Outdoor Environments with an Omnidirectional Camera	431
G. Al Zeer, A. Nabout, B. Tibken Hindernsvermeidung für Mobile Roboter mittels Ausweichecken	437
5 Robotics and Motion Systems	
Ch. Schröter, H.-M. Groß Efficient Gridmaps for SLAM with Rao-Blackwellized Particle Filters	445
St. Müller, A. Scheidig, A. Ober, H.-M. Groß Making Mobile Robots Smarter by Probabilistic User Modeling and Tracking	451
A. Swerdlow, T. Machmer, K. Kroschel, A. Laubenheimer, S. Richter Opto-acoustical Scene Analysis for a Humanoid Robot	457
A. Ahranovich, S. Karpovich, K. Zimmermann Multicoordinate Positioning System Design and Simulation	463
A. Balkovoy, V. Cacenkin, G. Slivinskaia Statical and dynamical accuracy of direct drive servo systems	469
Y. Litvinov, S. Karpovich, A. Ahranovich The 6-DOF Spatial Parallel Mechanism Control System Computer Simulation	477

V. Lysenko, W. Mintchenya, K. Zimmermann 483
Minimization of the number of actuators in legged robots using biological objects

J. Kroneis, T. Gastauer, S. Liu, B. Sauer 489
Flexible modeling and vibration analysis of a parallel robot with numerical and analytical methods for the purpose of active vibration damping

A. Amthor, T. Hausotte, G. Jäger, P. Li 495
Friction Modeling on Nanometerscale and Experimental Verification

Paper submitted after copy deadline

2 Advances in Control Theory and Control Engineering

V. Piwek, B. Kuhfuss, S. Allers 503
Feed drivers – Synchronized Motion is leading to a process optimization

S. Kümmerling / A. Friedemann / D. Westermann / N. Döring / M. Kratz

Demand-Side-Management in Privathaushalten – Der eBox-Ansatz

Alternative Energy Systems

Ein Ziel der 1998 begonnenen Liberalisierung des Strommarktes war es, elektrische Energie für jeden günstiger zu machen – auch für Privathaushalte. Während Kostensenkungen für Industrie und Handel größtenteils erreicht werden konnten, bleiben Privathaushalte zurzeit noch weitestgehend außen vor [1]. Dies wird sich mit dem innovativen eBox-Ansatz ändern.

Der Lösungsansatz umfasst die Installation eines fernparametrierbaren und fernauslesbaren Energieanschlusses (eBox) mit Schalt- und Zählerfunktion zwischen Energienetz und Endverbraucher. Über ein Kommunikationsnetz kann die eBox für verschiedene Energiehandelseinrichtungen, die als Energieagenturen bezeichnet werden, freigeschaltet werden. Damit ist die Grundlage für eine eCommerce-Anbindung der Privatkunden an den liberalisierten Energiemarkt geschaffen.

Die Energieagenturen sollen einzelne Lasten virtuell aggregieren, ein Beschaffungsportfolio erstellen und somit elektrische Energie auf deutlich niedrigerem Niveau beschaffen können. Zu den einzelnen Lasten, die mit Hilfe der eBox aggregiert werden sollen, zählen Geräte mit Speichercharakter sowie Geräte mit diskontinuierlichem Verbrauchsverhalten. Zur ersten Kategorie gehören zum Beispiel Kühlschränke oder Gefriergeräte, deren Versorgung einer Energiebedingung genügen muss, d.h. die Geräte müssen jeden Tag mit einem bestimmten Betrag an Elektroenergie versorgt werden, um die Kühlleistung aufrecht zu erhalten. Unter die zweite Kategorie fallen Geräte wie Waschmaschinen, Wäschetrockner oder Geschirrspüler, die lediglich in einem gewissen Zeitfenster, dann aber kontinuierlich betrieben werden müssen. Durch eine Freigabe all dieser Lasten an die Energieagentur kann die virtuelle Speicherkapazität zusammengefasst und am Energiemarkt vermarktet werden. Somit entstünde ein weiteres Potential, die Energiekosten für Endverbraucher

zu senken. [2]

Hinsichtlich des Betriebs großer Windkraftanlagen-Parks und des zu erwartenden, weiteren Ausbaus der Windkraft [3] wäre damit ein System geschaffen, das zur Speicherung bzw. zum Verbrauch der Windenergie die in den privaten Haushalten vorhandenen, schaltbaren Lasten nutzt. Konventionelle Kraftwerke für die Vorhaltung von Regelernergie sind dann nicht mehr bzw. in deutlich geringerem Maße notwendig. [1] [4]

Verfahren und Technologien zur aktiven Steuerung von Lasten sind seit mehr als drei Jahrzehnten bekannt und werden unter dem Fachbegriff „Demand Side Management (DSM)“ zusammengefasst [5]. Allerdings sind die bekannten technologischen Realisierungen zum DSM für den Einsatz im Haushaltsbereich weitestgehend unbrauchbar. Es sind andere, wesentliche Lösungskomponenten erforderlich [6]:

- eine bidirektionale Kommunikation zwischen Lasten und einer Betriebs-/ bzw. Abrechnungsstelle für Steuer- und Auslese Zwecke,
- eine informationstechnische Infrastruktur zur Vernetzung der Betriebsführungsinstanz mit den Lasten,
- eine Instanz zur Lastaggregation und Speichervermarktung,
- eine Betriebsführungsstrategie ohne Komfortverlust für die Endverbraucher bei gleichzeitiger persönlicher Akzeptanz des installierten Systems.

Die folgenden Beschreibungen präsentieren zwei unterschiedliche Ansätze zum DSM in Privathaushalten. Statt DSM wird die Bezeichnung Microload-Management verwendet. Diese erscheint insofern angemessener, als dass die zu schaltenden Haushaltsgeräte vergleichsweise kleine bzw. Kleinstlasten darstellen. Da die beiden Ansätze außerdem in zwei unterschiedlichen Zeitbereichen wirken, soll im Folgenden zwischen dem sogenannten High-Speed- und Low-Speed-Microload-Management unterschieden werden.

Während das High-Speed-Management im Bereich weniger Millisekunden bis einiger Sekunden arbeitet, liegt der Zeitraum des Low-Speed-Managements bei einigen Minuten bis Stunden und kann sogar über Tage und Wochen hinweg geplant werden.

Diese unterschiedlichen Zeitbereiche bedingen zusätzlich eine Unterscheidung bei den jeweils einsetzbaren Haushaltsgeräten: Für das Low-Speed-Management kommen vor allem diskontinuierliche Verbraucher in Frage, aber auch eine stundenweise Zu- bzw. Abschaltung von Geräten mit speicherndem Charakter wäre möglich. Für das High-Speed-Microload-Management hingegen eignen sich lediglich Geräte mit speicherndem Charakter. [2]

Beiden Verfahren gemein ist, dass zur Zu- und Abschaltung bzw. Steuerung der einzelnen Geräte eine bidirektionale Kommunikation notwendig ist. Anbieten würde sich eine Breitbandanbindung, z.B. via DSL oder Kabelanschluss. Vorteil dieser Anbindung ist unter anderem die Möglichkeit einer „Flatrate“, das bedeutet, es entstehen keine zusätzlichen Kosten für die Datenübertragung. Man kann relativ hohe Übertragungsgeschwindigkeiten und -bandbreiten erreichen, die Kommunikation ist über TCP/IP-Standards bereits gesichert, zusätzliche Maßnahmen zur Absicherung der Kommunikation gegen den Zugriff Dritter sind einfach zu realisieren [6]. Andere, denkbare Kommunikationswege wären Powerline oder Funkverbindungen z.B. via GSM oder Wimax, dürften aber aufgrund geringerer Bandbreiten und Geschwindigkeiten nur in wenigen Fällen Anwendung finden, wenn z.B. keine Breitbandversorgung möglich ist. Für die Kommunikation zwischen den einzelnen Geräten im Haushalt mit der Schnittstelle nach außen, der „eBox-Zentrale“, bietet sich die Powerline-Kommunikation an. Die Mess- und Steuersignale werden direkt über die im Haus befindlichen Stromleitungen übertragen. Es muss also kein zusätzliches Netzwerk installiert werden. Gegenüber funkbasierter Netzwerke (z.B. WLAN, Bluetooth) bietet Powerline zusätzlich eine Abhörsicherheit, da die eBox-Zentrale als Filter nach außen agiert [2].

Somit ergibt sich eine Kommunikationsstruktur, wie sie in Abbildung 1 dargestellt ist.

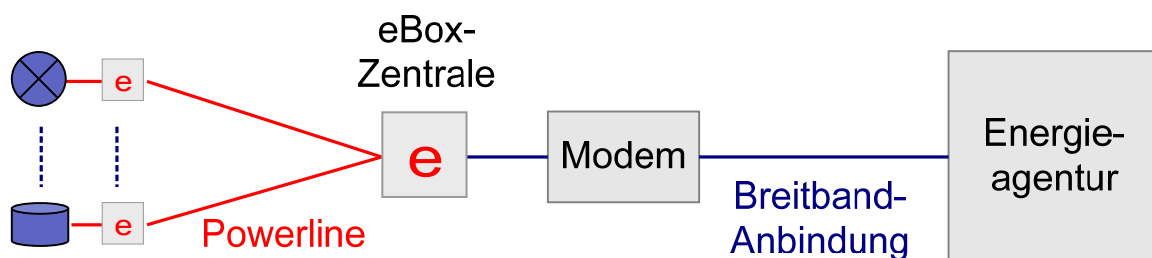


Abbildung 1: Die Kommunikationsstruktur der eBox [2]

Die Energieagenturen können einzelne Verbraucherlasten bzw. ganze Haushalte auf

diese Weise virtuell aggregieren (Lastpooling), ein Beschaffungsportfolio erstellen und an der Energiebörse oder im bilateralen Stromhandel (OTC-Markt: Over The Counter Markt) auf deutlich niedrigerem Preisniveau Elektroenergie beschaffen. Dieses Verfahren ist ebenfalls aus Industrie und Gewerbe seit einigen Jahren bekannt und kann für Privathaushalte umgesetzt werden. [6]

Eine Stärke des eBox-Projektes ist die von Beginn an stark interdisziplinäre Auslegung: Energietechniker und Sozialwissenschaftler arbeiten in jeder Phase des Projektes eng zusammen. So wird neben grundlegenden systemtechnischen Arbeiten, die die Umsetzung des eBox-Ansatzes erfordert, bereits in der Innovationsentwicklungsphase aufgrund der Involvierung privater Haushalte (User-Centred Design [7]) ein ebenso wichtiges Augenmerk auf die Akzeptanz der Endkunden gerichtet. Zudem fokussiert der zeitgemäße Universal Design-Ansatz [8] die besonderen Bedürfnisse einzelner Kundengruppen, wie zum Beispiel älterer Menschen.

Was ist die eBox für den Verbraucher? Welche Durchsetzungschancen hat die eBox-Technologie? Welche Akzeptanzhindernisse müssen beachtet werden und wie können diese abgebaut werden? Mit Rückgriff auf Theorien der Technikakzeptanz- [9] [10] und Nutzungsforschung [11] [12] sowie Ergebnisse qualitativer Leitfadenterviews (n = 19), Gruppendiskussionen und einer standardisierten Online-Befragung (n = 1500) zu zwei Nutzungsszenarien der eBox werden Antworten gegeben.

In einem Zwei-Szenarien-Modell werden zunächst die Wechselbereitschaft [13] sowie tatsächliche Wechselvorgänge auf dem Telefon- und Strommarkt verglichen, um in einem zweiten Schritt Steuerungspotentiale auf der Nachfrageseite (Demand Side Management) zu erfassen. Dabei zeigt sich sehr deutlich, dass einer hohen Wechselbewegung auf dem Telefonmarkt, die in allen Altersstufen und Einkommensklassen sowie Haushaltsgrößen gleichermaßen zu beobachten ist, eine hohe Anbieterbindung und geringe Wechselbereitschaft beim Stromnetz gegenübersteht. Die Befunde zeigen, dass sich unterschiedliche Verbrauchergruppen überraschend homogen in ihrer geringen Auseinandersetzung mit dem Problembereich Strom verhalten: mehr als 8 Jahre Liberalisierung wurden scheinbar kaum von den befragten Stromverbraucher/innen zur Kenntnis genommen [14]. Ihr Verhalten kann als konservativ und sicherheitsorientiert beschrieben werden.

Die ersten Reaktionen potentieller Nutzer auf die eBox als technische Innovation für den Energiemarkt können als skeptisch und überwiegend zurückhaltend beschrieben werden. Insbesondere die automatisierte Fernsteuerung von Geräten in Privathaushalten stieß bei den Teilnehmern der sieben Gruppendiskussionen auf Ablehnung. Wichtige Einflussfaktoren auf die Bewertung und mögliche Annahme der eBox sind dabei Gewohnheitsstrukturen, wahrgenommene Kosten, Steuerungs- und Kontrollmöglichkeiten sowie Sicherheitsbedürfnisse der Nutzer.

Um in Zukunft DSM-Lösungen im Haushaltsbereich einsetzen und Innovationen wie die eBox auf dem Strommarkt realisieren zu können, wird empfohlen, an diesen Faktoren anzusetzen. Dazu ist es notwendig in einem ersten Schritt ein Bewusstsein für Strom als Gut zu schaffen. Die Kontrolle über Preisanreizsysteme und/oder die Verfeinerung des Tarifsystems sind weitere wichtige Zwischenschritte auf dem Weg zu kompletten DSM-Lösungen.

References:

- [1] VDEW; Brinker, W.: (23.05.2007): *Innovationen unter Strom: Die Vision zur Zukunft der Energieversorgung*; Online-Dokument: http://www.strom.de/vdew.nsf/id/DE_20070523_Rede_Brinker [Zugriff am 05.06.2007]
- [2] Kümmerling, S.: *Technische Aspekte der eBox – Ausblick Modellregion E-Energy*, Vortrag im Rahmen des Workshop Modellregion E-Energy am 04.05.2007, Ilmenau
- [3] Welt der Physik: *Ausbau der Windkraft für die Energieversorgung*, 2006, <http://www.weltderphysik.de/de/4829.php>
- [4] Auer H.: *Modellierung von Kraftwerksbetrieb und Regelenergiebedarf bei verstärkter Einspeisung von Windenergie in verschiedene Energiesysteme unter Berücksichtigung des Lastmanagements*, Wien, 2005
- [5] Westermann D., John A.: *Demand matching wind power generation with Wide Area Measurement and Demand Side Management*, 2006
- [6] Kahmann, M.: *Wettbewerb im liberalisierten Strommarkt*, Springer-Verlag Berlin; Braunschweig, 2007
- [7] Vredenburg, K.; Isensee, S.; Righi, C. (2002): *User-centered design: an integrated approach*. New York: Prentice Hall PTR.
- [8] Grabowski, H. (Hrsg.) (1998): *Universal Design Theory*. Aachen: Shaker.
- [9] Dethloff, Claus (2004): *Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz von technischen Produktinnovationen*. Lengerich [u. a.]: Pabst Science Publications.
- [10] Hüsing, B. [2002]: *Technikakzeptanz und Nachfragemuster als Standortvorteil*. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2002. Online Dokument: www.bmbf.de/pub/Akzeptanz_Nachfrage_Standort.pdf [Zugriff: 03.03.2007]
- [11] Felser, G. (2001): *Werbe- und Konsumentenpsychologie: eine Einführung*. 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- [12] Ketola, A. & Matsson, P. (2001). „Help, I need somebody...“ – Consequences of a re-regulated competitive electricity market from the customer perspective. In European Council for an Energy Efficient Economy and the authors (Eds.). *Further than ever from Kyoto? Rethinking energy efficiency can get us there*. ECEEE Summer Study Proceedings, Vol. 1, p. 360-367.
- [13] Millett, S. M. (1998): *Futuring Consumer Products: An Illustrative Example of Scenario Analysis*. In: Fahey, L.; Randall, R. M. (Hrsg): *Learning From The Future*. New York, Chichester, Weinheim: John Wiley & Sons, p. 285-295.
- [14] *Ihm Wirkungen + Strategien* (Hrsg.) (1999). *Die widerständige Wechselbereitschaft – Psychologische Marktforschungsstudie zur Anfangsphase der Liberalisierung des Strommarktes*. Köln.

Authors:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Westermann, Fachgebiet Elektrische Energieversorgung
Prof. Dr. Nicola Döring, Fachgebiet Medienkonzeption/ Medienpsychologie
Dipl.-Ing. Stefan Kümmerling, Fachgebiet Elektrische Energieversorgung
Anne Friedemann, M.A., Fachgebiet Medienkonzeption/ Medienpsychologie
Dipl.-Ing. Michael Kratz, Fachgebiet Elektrische Energieversorgung
Technische Universität Ilmenau
Gustav-Kirchhoff-Straße 1
98684 Ilmenau

Phone: +49 (3677) 69-1488

Fax: +49 (3677) 69-1496

E-mail: dirk.westermann@tu-ilmenau.de
nicola.doering@tu-ilmenau.de
stefan.kuemmerling@tu-ilmenau.de
anne.friedemann@tu-ilmenau.de
michael.kratz@tu-ilmenau.de