

**GOR-Arbeitsgruppe: Praxis der  
Mathematischen Optimierung**

Prof. Dr. Josef Kallrath,  
Am Mahlstein 8  
D-67273 Weisenheim am Berg  
Tel: +49 172 747-0689  
Fax: +49 621 60-6678297

Hiermit möchten wir Sie herzlich zur 88. Arbeitsgruppensitzung der GOR-Arbeitsgruppe „Praxis der MATHEMATISCHEN OPTIMIERUNG“ einladen. Die 88. AG-Sitzung wird gemeinsam mit der EnBW Trading GmbH vorbereitet und organisiert und an deren Standort in Karlsruhe ausgerichtet. Die Sitzung findet unter dem Thema

### *Herausforderungen der energiewirtschaftlichen Optimierung*

statt. Sie beginnt am **19.04.2012 um 10:00** und endet **am 20.04.2012 um 16:00**. Das Programm beinhaltet eine Besichtigung des Rheinhafen-Dampfrahtwerks Karlsruhe (RDK), sowie ein Konferenzdinner am Donnerstagabend. Für den Vorabend werden wir traditionsgemäß ein Restaurant reservieren.

Bitte beachten Sie, dass die Teilnahme an einer GOR-Arbeitsgruppe für Nichtmitglieder (es sei denn, sie sind Referenten bzw. Gastgeber) kostenpflichtig ist. Ihre Teilnahmebestätigung – auch per e-Mail oder Fax - erbitten wir baldmöglichst, spätestens aber bis zum 30.03.2012. Aktuelle Informationen zur Sitzung finden sich auf den Homepages der GOR (<https://gor.uni-paderborn.de/Members/AG06>, bzw. <http://www.gor-ev.de> unter der Rubrik *Arbeitsgruppen*). Anfragen auch gerne direkt an [gor-ag2012@enbw.com](mailto:gor-ag2012@enbw.com).

Mit freundlichen Grüßen

Josef Kallrath & Stefan Janson & Alexander Lavrov  
(GOR AG) (EnBW Trading GmbH) (FH Kaiserslautern-Pirmasens)

**Vorstand:**

Prof. Dr. B. Werners (Vorsitz)  
Dr. Ralph Grothmann (Finanzen)  
Prof. Dr. Stefan Nickel (Tagungen)  
Prof. Dr. L. Suhl (Arbeitsgruppen)

**Bürozeiten:**

Dienstag bis Freitag von 10 bis 13 Uhr  
**E-mail:**  
[gor@ruhr-uni-bochum.de](mailto:gor@ruhr-uni-bochum.de)  
URL: <http://www.gor-online.de>

**Bankverbindung:**

Sparkasse Bochum  
Konto-Nr. 1 465 160  
BLZ 430 500 01

## Herausforderungen der energiewirtschaftlichen Optimierung

Im liberalisierten Strom- und Gasmarkt ist ein Energieversorgungsunternehmen (EVU) mit einer Reihe von komplexen Herausforderungen konfrontiert. Bei vielen dieser Problemstellungen können Methoden der Mathematischen Optimierung eine wertvolle Planungs- und Entscheidungsunterstützung leisten.

Eine der regelmäßigen Herausforderungen für ein EVU ist die Optimierung der kurz- und mittelfristigen Bewirtschaftung eigener Assets (z.B. Kraftwerke, Gasspeicher oder Kohlelager) an Spot-, Termin- und Regelenergiemärkten. Dabei stellt insbesondere die Berücksichtigung von Unsicherheiten in den Marktpreisen, den Kraftwerksverfügbarkeiten, dem Abruf von Regelenergie oder den natürlichen Zuflüssen zu Wasserspeichern ein schwieriges Problem dar. Mit umfangreichen Marktmodellen können Preise für Strom, Brennstoffe und CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet werden. Außerdem sind verschiedene Prognoseverfahren für die Belieferung von Kunden, sowie für dargebotsabhängige Erzeugung notwendig.

Die in der Energiewirtschaft zum Einsatz kommenden Lösungen müssen sich im täglichen Einsatz bewähren. Die entwickelten Verfahren müssen auch für große Problemstellungen noch in adäquater Zeit berechenbar sein und müssen auch bei unvollständigen oder teilweise fehlerhaften Informationen robuste, verlässliche Antworten liefern. Um die Praxistauglichkeit zu gewährleisten ist ein gutes Zusammenspiel der Methoden der mathematischen Optimierung und deren technischer Umsetzung, bzw. der eingesetzten Software, erforderlich.

Die Veranstaltung bietet ein Forum für den Austausch zwischen Vertretern aus Forschung und Industrie. In den Vorträgen werden konkrete Fragestellungen aus der Praxis und die zugehörigen Lösungen vorgestellt. Außerdem werden der aktuelle Stand der Forschung, sowie innovative technische Lösungen behandelt. Bei allen Vorträgen soll der Anwendungsbezug im Vordergrund stehen.

Es ist geplant, ausgewählte Vorträge als Sonderausgabe der Zeitschrift *Energy Systems* (Springer) zu veröffentlichen.

## Liste der Referenten

- Dr. Michael Bussieck (GAMS GmbH, Köln)  
*GAMS - Balancing Rapid Prototyping and High Performance (\*Rebennack)*
- Dr. Andreas Eichhorn (Verbund Trading, Wien)  
*SDDP: Theoretische Möglichkeiten und praktische Anwendung*
- Prof. Dr. Wolf Fichtner (KIT, Karlsruhe):  
*Zur Berücksichtigung von Netzrestriktionen in optimierenden Energiesystemmodellen*
- Dr. Nicole Gröwe-Kuska (Vattenfall Europe AG, Berlin):  
*Langfristige Preisprognosen und die Entwicklung von Kraftwerkssystemen*
- Prof. Dr. Thomas Hamacher (TU München, München):  
*Verbindung von Energiemodellen verschiedener Skalen*
- Dr. Stefan Janson (EnBW Trading GmbH, Karlsruhe):  
*Modellgestütztes Handeln an Regelenergiemärkten*
- Clemens Krauß (EnBW Trading GmbH, Karlsruhe):  
*Herausforderungen bei der Modellierung eines sich verändernden Energiemarkts*
- PD Dr. Dietmar Lindenberger (EWI, Köln):  
*Optimization of power plant investment under uncertain residual load developments - A multistage stochastic programming approach*
- Dr. Nils Löhndorf (Wirtschaftsuniversität Wien, Wien):  
*Effiziente Pumpspeicherbewirtschaftung unter Preisunsicherheit mittels Approximate Dual Dynamic Programming*
- Prof. Dr. Alexander Martin (Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen)  
*Technische Kapazitäten in Gasnetzen: Von der Simulation zur Optimierung*
- Prof. Dr. Steffen Rebennack (Colorado School of Mines, Golden, CO, USA):  
*GAMS - Balancing Rapid Prototyping and High Performance (\* Bussieck)*
- Prof. Dr. Wolfgang Renz (HAW Hamburg, Hamburg):  
*Simulationen zu Optimierungsfragen im Demand Side Management*
- Prof. Dr. Christoph Weber (Universität Duisburg-Essen, Essen):  
*Optimales Hedging in illiquiden Märkten (\*Woll)*
- Prof. Dr. Franz Wirl (Universität Wien, Wien)  
*Erneuerbare Energie - Ökonomische Ansätze versus Mythen*
- Dipl.-Kfm. Oliver Woll (Universität Duisburg-Essen, Essen):  
*Optimales Hedging in illiquiden Märkten (\*Weber)*
- Dr. Christian Zimmer (consentec, Aachen)  
*Fahrplan vs. Redispatch und Neuordnung von Gebotszonen – Abbildung neuer Marktentwicklungen in Simulationsmodellen*

## Übernachtungsmöglichkeiten

Hotel	Zimmerpreise	Kontaktdaten
Hotel Hoepfner Burghof Haid-und-Neu-Straße 18 76131 Karlsruhe <a href="http://www.hoepfner-burghof.de">www.hoepfner-burghof.de</a>	EZ: ab 87 € DZ: ab 106 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 622644 Fax: 0721 6635066 rezeption@hoepfner-burghof.de
Queens Hotel Ettlinger Straße 23 76137 Karlsruhe <a href="http://www.best-western-queens-hotel-karlsruhe.de">www.best-western-queens-hotel-karlsruhe.de</a>	EZ: ab 139 € DZ: ab 149 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 3727-0 Fax: 0721 3727-170 Mail: Info@queens-hotel-karlsruhe.bestwestern.de
Hotel Acora Sophienstraße 69 – 71 76133 Karlsruhe <a href="http://www.acora.de">www.acora.de</a>	EZ: 96 – 144 € DZ: 119 – 179 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 8509-0 Fax: 0721 848551 Mail: Karlsruhe@acora.de
Schlosshotel Bahnhofplatz 2 76137 Karlsruhe <a href="http://www.schlosshotel-karlsruhe.de">www.schlosshotel-karlsruhe.de</a>	DZ: ab 119 € exkl. Frühstück	Tel.: 0721 3832-0 Fax: 0721 3832-333 Mail: mail@schlosshotel-karlsruhe.de
Novotel Kongress Hotel Festplatz 2 76137 Karlsruhe <a href="http://www.novotel.de">www.novotel.de</a>	Standard Zimmer ab 159 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 3526-0 Fax: 0721 3526-100
Der Blaue Reiter Amalienbadstraße 16 76227 Karlsruhe <a href="http://www.hotelderblauereiter.de">http://www.hotelderblauereiter.de</a>	EZ: 135 € DZ: 145 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 94266-0 Fax: 0721 94266-42 Mail: info@hotelderblauereiter.de
Hotel Kübler Bismarckstraße 37 76137 Karlsruhe <a href="http://www.hotel-kuebler.de">www.hotel-kuebler.de</a>	EZ: ab 89 € DZ: ab 101 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 144-0 Fax: 0721 144 441 Mail: info@aaaa-hotelwelt.de
Kaiserhof Karl-Friedrich-Straße 12 76133 Karlsruhe <a href="http://www.hotel-kaiserhof.de">www.hotel-kaiserhof.de</a>	EZ: 115-135 € DZ: 135-150 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 9170-0 Fax: 0721 9170-150 Mail: info@hotelkaiserhof-ka.de

Hotel Residenz Bahnhofsplatz 16 76137 Karlsruhe <a href="http://www.hotel-residenz-ka.de">www.hotel-residenz-ka.de</a>	EZ: ab 99 € DZ: ab 119 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 3715-0 Fax: 0721 3715-113 Mail: info@hotel-residenz-ka.de
Hotel Ambassador Hirschstraße 34 76133 Karlsruhe <a href="http://www.ambassador-karlsruhe.de">www.ambassador-karlsruhe.de</a>	EZ: 93 €/ DZ: 119 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 1802-0 Fax: 0721 1802-170 Mail: reservierung@ambassador-karlsruhe.de
Art Hotel Royal Kriegsstr. 94 76133 Karlsruhe <a href="http://www.arthotelroyal.de">www.arthotelroyal.de</a>	EZ: 80-100 € DZ: 100-130 € inkl. Frühstück	Tel.: 0721 933805-0 Fax: 0721 933805-601 Mail: info@arthotelroyal.de

## Programm:

Das Vorabendtreffen ist inoffiziell; hier bezahlt jeder sein eigenes Essen.

18.04.2012: ab 20.00 Uhr Abendessen  
 (à la card – Selbstzahler)  
 Hoepfner Burghof – Mälzerstüble  
 Haid-und-Neu-Straße 18, Karlsruhe

### 19.04.2012 Tagungsbeginn 10.00 Uhr

EnBW, SIS-City Karlsruhe, Pfizerstr. 1, Karlsruhe  
 Gebäude E0, Raum 100

ca. 12.30 Mittagessen  
 - Ende der Vorträge vorrausichtlich 16.30 Uhr

16.30 Uhr Transfer

17.00 Uhr Führung  
 Das Rheinhafen-Dampfkraftwerk Karlsruhe (RDK)  
 - Einführung in die Kraftwerkstechnik (Aufbau, Funktion)  
 - Erläuterungen zum Kraftwerksneubau  
 - Besichtigung der Kraftwerksanlagen

20.00 Uhr Abendessen, EnBW Infocenter RDK, Fettweisstraße 44

22.00 Uhr Rückfahrt mit dem Bus

### 20.04.2012 Start 9.00 Uhr

EnBW, SIS-City Karlsruhe, Pfizerstr. 1, Karlsruhe  
 Gebäude E0, Raum 100

ca. 12.30 Uhr Mittagessen

Ende der Vorträge vorrausichtlich 16.00 Uhr

## The Speakers

**Michael R. Bussieck** is a Senior Research Analyst at GAMS Software GmbH. From 1999 to 2004 he worked at the GAMS Development headquarters in Washington DC, USA. He received his Ph.D. from Technical University Braunschweig, Germany.

**Andreas Eichhorn** works on medium-term planning, optimization, and hedging of the power generation assets of VERBUND, the major power company in Austria. He obtained his PhD in applied mathematics in 2007 from Werner Römisch at Humboldt University Berlin where he worked as a researcher on stochastic programming theory and on applications to risk-averse optimization of power generation.

**Wolf Fichtner** studied business engineering at the Universität Karlsruhe (TH). In 1998, he received a Ph.D. in Economics from the Faculty of Economics and Business Engineering of the University of Karlsruhe. From 1999 to 2004 he was head of the research group Energy and the Environment of the Institute for Industrial Production (IIP) and the French-German Institute for Environmental Research, University of Karlsruhe. With his habilitation in 2004 at the University of Karlsruhe, he received the *venia legendi* (teaching authority) in business administration. In 2005 he worked for Energie Baden-Württemberg AG, analysing sustainable energy structures of (Mega-)cities and the concept of emissions trading. From October 2005 to November 2008 he was full professor and holder of the Chair of Energy Economics at the Institute for Energy Technology at the University of Cottbus. Since November 2008 he holds the Chair of Energy Economics at Karlsruhe Institute of Technology (KIT) and is Director of the Institute for Industrial Production and the French-German Institute for Environmental Research.

**Michaela Fürsch** has been a research associate and doctoral candidate at the Institute of Energy Economics at the University of Cologne (EWI) since 2009. Previously, she studied economics at the Universities of Mainz and Paris-Nanterre. At EWI, Ms Fürsch deals with the modelling of electricity markets, with particular focus on renewable energies and uncertainties in the electricity system.

**Nicole Gröwe-Kuska** joined Vattenfall in 2004, where she works on dispatch, bidding and longterm price forecasting algorithms. She received her Ph.D. from Humboldt University Berlin, Germany.

**Dietmar Lindenberger** is lecturer of energy economics and Director of Applied Research at the Institute of Energy Economics at Cologne University. He has more than 15 years of experience in energy research and consulting for energy companies, the European Commission, the German Chancellory, and Federal and State ministries. Mr Lindenberger has broadly published in energy economics and is, among others, lead author of the energy scenarios for the energy concept of the German government.

**Alexander Martin** is head of the *Wirtschaftsmathematik* Chair at the University of Erlangen-Nürnberg. He has been vice president of the Technische Universität Darmstadt from 2008 to 2010 and member of two cooperate research centers, the graduate school of excellence Computational Engineering and several networks supported by the BMBF and BMWi. He received honorary appointments to the BMBF advisory board Mathematics in 2007 and 2010 and is currently managing editor for the journal *Mathematical Methods of Operations Research*. Main research areas are the study and solution of general mixed-integer linear and nonlinear optimization problems comprising the development of appropriate models, their analysis as

well as the design and implementation of fast algorithms for their solution. The applications result from the engineering sciences and industry including network design, transportation problems and energy optimization.

**Stephan Nagl** has worked as a research associate and doctoral candidate at the Institute of Energy Economics at the University of Cologne since March 2010. He studied industrial engineering at the Technical University of Darmstadt, focusing on economic issues concerning electricity markets and technical characteristics of electric energy systems. During his studies, he completed study visits to the Universite Montesquieu Bordeaux and the University of California, Berkeley.

**Steffen Rebennack** is an Assistant Professor at the Colorado School of Mines, USA. He obtained his PhD at the University of Florida. His research interests are in dimension-reduction techniques for large-scale optimization problems, particularly with applications in power systems, stochastic optimization and global optimization.

**Christoph Weber** holds a Diploma degree in mechanical engineering from the University of Stuttgart, Germany and a Ph.D. in economics from the University of Hohenheim, Germany. Currently he is full professor for management sciences and energy economics at the University of Duisburg-Essen, Germany. His research interest is on the application of mathematical models to describe liberalized energy markets.

**Prof. Dr. Franz Wirl** worked after completing his study (a diploma in mathematics) at the Secretariat of the Organization of Petroleum Exporting Countries for six years before returning to academia. At present he holds a chair on industry, energy and environment at the University of Vienna. The author has extensively published in the leading journals of energy and environmental economics and in many other economic journals. Three books, one on regulation, two on energy conservation and many presentations complement the more than 200 published journal articles. For further details see: <http://www.univie.ac.at/bwl/ieu/>.

**Oliver Woll** studied mathematics and economics at the Saarland University, Germany and received his diploma degree in business administration in 2004. Since 2005 he works at the chair for management sciences and energy economics at the university Duisburg-Essen, Germany. His research interest is on the application of mathematical models and stochastics in the energy sector.

# Rapid Prototyping of Decomposition Algorithms

Michael R. Bussieck  
GAMS Software GmbH  
Eupener Str. 135-137, 50933 Cologne, Germany  
e-mail: MBussieck@gams.com

and

Steffen Rebennack  
Colorado School of Mines  
816 15th Street, 80401 Golden, CO, USA  
e-mail: srebenna@mines.edu

Many practical optimization problems, especially in the power sector, cannot be solved by a monolithic model. Decomposition approaches are often the only way out. GAMS is a convenient platform for prototyping such algorithms that require the (repeated) solution of mathematical optimization problems. The GAMS Model Library and other model collections (e.g. see Conejo A J, Castillo E, Miguez R, and Garcia-Bertrand R, *Decomposition Techniques in Mathematical Programming*, Springer, Berlin, 2006) provide examples for algorithms (e.g. Benders, Dantzig-Wolfe, ...) implemented in GAMS. In certain cases, more traditional programming environments (C++, Python, ...) are better suited for implementing such algorithms. Nevertheless, the handling (generation and solution) of optimization models can become cumbersome in these environments. We present features that were recently introduced to the GAMS system to improve GAMS' capabilities and performance for algorithm prototyping and discuss the new GAMS component libraries that make mathematical models conveniently accessible from traditional programming environments.

One such problem is present in power system scheduling. Electric utilities must dispatch their generators in order to meet uncertain customer demand and satisfy spinning reserve requirements. This reserve mandate forces utilities to operate generators below their efficient levels, increasing fuel consumption. We explore potential operating costs savings from the implementation of demand response, or load shedding, using a two-stage stochastic unit commitment model solved using a Hybrid Benders Decomposition with concave emissions curves. The algorithm is implemented in GAMS.



# SDDP Between Theoretical Possibilities and Practical Application

Andreas Eichhorn  
VERBUND Trading AG  
Asset Portfolio Management, Research (STA)  
Am Hof 6a, 1010 Wien, Austria  
e-mail: [Andreas.Eichhorn@verbund.com](mailto:Andreas.Eichhorn@verbund.com)

The problems in medium-term optimization of power generation systems with associated energy storages are inherently stochastic. It is well known that, in particular for medium-term storage capacities (such as yearly hydro storages or customary gas storages), neglecting the stochastic nature of such optimization problems yields solutions that are significantly suboptimal in practice. On the other hand, stochastic optimization problems are hard to solve as they suffer from multiple "curses of dimensionality".

In our experience SDDP (stochastic dual dynamic programming) is the only practical applicable method that overcomes this problem in such a way that the representation of the stochasticity that is used is sufficiently rich.

We discuss practical aspects of using commercially available SDDP implementations for medium-term hydro storage management as well as their limitations. Furthermore, we discuss possible refinements and extensions of the SDDP method / implementations, e.g. application to gas storage management with gas unit commitment.

# Network Constraints in Techno-Economic Energy System Models

Wolf Fichtner, Patrick Jochem, Thomas Kaschub, Christoph Nolden  
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)  
Institute for Industrial Production (IIP)  
Hertzstr. 16, 76187 Karlsruhe  
e-mail: [wolf.fichtner@kit.edu](mailto:wolf.fichtner@kit.edu)

Power systems are subject to extensive structural changes, due to the fact that the share of renewable energies in power supply will increase drastically within the next years. This requires the transport of large amounts of electricity, e.g. from the North Sea to the large load centres, and the connection of decentralized installations for the generation of electricity (e.g. PV) to the lower voltage power grids. As a consequence, the grid load in the system will rise to an extent that is not manageable with existing power grid capacities any longer. Within this presentation different examples will be given how network constraints can be considered in techno-economic energy system models with a focus on capacity expansion planning and a long-term time horizon. On the one hand a multi-period linear optimization model will be presented, which comprises the system equations for power generation and transmission. The latter is analysed with the help of a DC power flow model. On the other hand the coupling of energy system models and AC power flow models representing the medium and low voltage power grid will be shown. Finally an outlook on a new mathematical approach for grid modelling will be given, which already proved as a promising method to meet the challenges identified above.

# Optimization of power plant investments under uncertain residual load developments - A multistage stochastic programming approach

Michaela Fürsch, Stephan Nagl, Dietmar Lindenberger  
Institute of Energy Economics at the University of Cologne (EWI)  
Vogelsanger Str. 321, 50827 Köln  
e-mail: [michaela.fuersch@uni-koeln.de](mailto:michaela.fuersch@uni-koeln.de)

Electricity generation from renewable energy sources (RES-E) is supposed to increase significantly within the coming decades. However, uncertainty about the progress of necessary infrastructure investments, public acceptance and cost developments of renewable energies render the achievement of political plans uncertain. The implementation risk of renewable energy targets is challenging for the power system, because different RES-E shares change fundamentally the optimal mix of dispatchable power plants. Specifically, uncertain future RES-E deployment paths induce uncertainty about the steepness of the residual load duration curve and the hourly residual load structure. Thus, the optimal investment planning for power plants with long construction, amortization and lifetimes is difficult. In this paper, we show how uncertain future RES-E penetrations impact the electricity system and try to quantify effects for the electricity systems of Germany and its neighboring countries. We use a multi-stage stochastic investment and dispatch model to analyze effects on investment choices, electricity generation and system costs. Our main findings include that uncertain RES-E target achievement significantly affects optimal investment decisions. Under uncertainty about future residual loads, technologies with a medium capital/operating ratio replace investments into peakload plants, substantially chosen under deterministic planning approaches when high RES-E penetrations are expected, and investments into baseload plants, identified as cost-efficient in deterministic models for electricity systems with a low RES-E penetration. In addition, we find that uncertainty about future residual loads can decrease the value of storage units in systems with high RES-E penetrations.

# Langfristige Preisprognosen und die Entwicklung von Kraftwerkssystemen

Nicole Gröwe-Kuska  
Vattenfall Europe AG  
Chausseestraße 23, 10115 Berlin  
e-mail: [Nicole.Groewe-Kuska@vattenfall.de](mailto:Nicole.Groewe-Kuska@vattenfall.de)

Langfristige Preisprognosen und die Entwicklung von Kraftwerkssystemen sind klassische Fragestellung der Energiewirtschaft. Eine Vielzahl von Studien betrachten die notwendigen Erneuerungsmaßnahmen des europäischen Erzeugungsparks unter dem Gesichtspunkt der kostenminimalen Nachfragedeckung. Die auf nationalen und internationalen Energiemärkten agierenden Stromerzeugungsunternehmen treffen jedoch Investitionsentscheidungen allein auf der Grundlage der Wirtschaftlichkeit neuer Erzeugungskapazitäten. Insbesondere Grundlastkraftwerke werden nur dann erneuert, wenn in einem durch zunehmende fluktuierende Einspeisung aus Erneuerbaren Energien geprägten europäischen Erzeugungssystem die langfristigen Kosten gedeckt werden können.

Im Rahmen des Vortrages stellen wir ein mehrstufiges Verfahren vor, das geeignet ist, die kontinuierlichen Veränderungen des europäischen Kraftwerkspark durch Investitions- und Rückbauentscheidungen unabhängiger Stromerzeuger abzubilden. Das Ergebnis ist ein Kraftwerkspark, in dem sämtliche Erzeugungseinheiten einen positiven Barwert künftiger Cash Flows generieren.

Im zweiten Teil des Vortrages werden Fragestellungen der Langfristplanung diskutiert, mit denen Modellentwickler aus Energieversorgungsunternehmen konfrontiert werden.

# Verbindung von Energiemodellen verschiedener Skalen

Thomas Hamacher

TU München

Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik

Am Mahlstein 8, 67273 München, Germany

e-mail: [thomas.hamacher@web.de](mailto:thomas.hamacher@web.de)

Das Energiesystem - insbesondere im Strombereich - war in der Vergangenheit hierarchisch aufgebaut. Strom wurde von zentralen Kraftwerken über Transport- und Verteilnetze zu den Verbrauchern gebracht. In Zukunft wird ein gekoppeltes System zentraler und dezentraler Erzeuger mit steuerbaren Verbrauchern erwartet. Dies verlangt ganz neue Ansätze auch in der Simulation und Optimierung des Systems. Wie reagieren 100000 m-BHKWs in Sddeutschland und 1000000 Elektroautos, wenn die off-shore Windkraftwerke wegen eines auffrischenden Windes erhebliche Mengen an Leistung in Norddeutschland ins Netz schieben? Wird alles über einen einzigen Börsenpreis miteinander kommunizieren? Wo wird die Intelligenz des Systems liegen? All diese Fragen werden heute intensiv diskutiert und in Feldtest durchgespielt. Nur in einfachen Energiesystemmodellen finden sie noch keine Berücksichtigung. Das Papier stellt Ansätze zur Modellierung der Wechselwirkung zwischen vielen verteilten Systemen und zentralen Versorgungsanstzen in Simulations- und Optimierungsmodellen vor.

# The Technical Capacity of Gas Networks: From Simulation to Optimization

Alexander Martin  
FAU Erlangen-Nürnberg  
Causerstr. 11, 91058 Erlangen  
e-mail: [alexander.martin@math.uni-erlangen.de](mailto:alexander.martin@math.uni-erlangen.de)

The Technical Capacity of gas networks is the maximum on fixed capacity that a network operator can offer all customers such that all physical and technical requirements are met. This quantity plays a dominant role within the liberalization of gas markets. The current status-quo to solve this problem is by a finite number of simulation runs. We show in this talk that with the help of mathematical optimization tools this problem can indeed be automatically solved. We demonstrate the success of our approach on some real-world instances from our industry partner OGE.

# Decision problems including limited liquidity in energy markets

Oliver Woll, Christoph Weber  
Chair for Management Sciences and Energy Economics  
Universität Duisburg-Essen  
Universitätsstr. 12, 45117 Essen  
e-mail: [oliver.woll@uni-due.de](mailto:oliver.woll@uni-due.de), [christoph.weber@uni-due.de](mailto:christoph.weber@uni-due.de)

In most energy markets, the liquidity of products with long-term maturity is limited. Standard models for corporate hedging do not cope with this situation, although it is a key concern for practitioners. This paper provides an analytical approach for solving the problem by including a liquidity function into the standard mean-variance model going back to Markowitz. This leads to a quadratic optimization problem which is solved by using the Lagrange method.

The paper then analyses optimal hedging strategies for power generators. First simple hedging strategies in the power market are considered. Thereby it is shown that the optimal hedging strategy not only depends on price volatility and market liquidity but also on the size of the initial open position and on the remaining planning horizon.

In a second step simultaneous hedging strategies for multiple products are considered. On the one side, simultaneous hedging of different maturities is investigated. Cross-hedging exposure in longer term maturities through near-term contracts is thereby derived as a strategy for circumventing liquidity constraints. On the other side also combined hedges for power, fuel and CO<sub>2</sub> certificates are analysed. Here again differences in liquidity and cross-correlations between markets determine the optimal hedging strategy.

# Renewable Energy - Models, Implications and Prospects

Franz Wirl  
University of Vienna  
Chair Industry, Energy and Environment  
Brünnerstr. 72, A-1210 Wien, AUSTRIA  
e-mail: [franz.wirl@univie.ac.at](mailto:franz.wirl@univie.ac.at)

This paper investigates the prospects of renewable energy from an economic point of view and presents a few economic models that address specific issues. The upshot is that the prospects of substantial and cheap availability of renewable energy is very unlikely on economic grounds unless a number of issues in particular substantial technical breakthroughs and binding agreements on global warming mitigation are simultaneously satisfied. Otherwise crucial players will counteract undermining the apparent profitability.