

## **7. KoMSO Challenge Workshop**

### **„Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung zur Energieeinsparung“**

**8. & 9. Oktober 2015**  
**Heidelberger Akademie der Wissenschaften**

## **1 Ausgangslage**

Der Challenge Workshop diente als Plattform, um Herausforderungen an mathematische – insbesondere neue - Methoden zu diskutieren, welche zum Erreichen der politisch angepeilten Marke von 50 Prozent Energieeinsparung bis 2050 notwendig sind.

Die Grundidee dabei war, dass in der Vergangenheit in Projekten, bei denen Mathematiker, Naturwissenschaftler und Ingenieure zusammengearbeitet haben, signifikante Fortschritte in dem jeweiligen Gebiet erreicht werden konnten, die ohne den intensiven Austausch und die Entwicklung mathematischer Methoden für Modellierung, Simulation und Optimierung nicht möglich gewesen wären.

Von dieser Grundidee ausgehend hat der Workshop das Feld der Energieeinsparung untersucht, um Themenbereiche der MSO zu identifizieren, mit denen die Energiewende gezielt und nachhaltig unterstützt werden kann. Diese Themenbereiche sollen als inhaltliche Grundlage für Förderinstitutionen dienen, um Ausschreibungen auf den Weg zu bringen.

## **2 Challenge Workshop**

Der Workshop „Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung zur Energieeinsparung“ wurde organisiert vom Komitee für mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung (KoMSO) und finanziell gefördert durch das BMBF-Projekt IMNET: Begleitende Netzwerkaktivitäten sowie personell unterstützt vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Veranstalter des Workshops waren das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) an der Universität Heidelberg, die Heidelberger Akademie der Wissenschaften und die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech).

Um eine intensive Diskussion zwischen den Teilnehmern zu ermöglichen, war die Teilnehmerzahl auf 50 Personen begrenzt. Erfreulicherweise nahmen neben Repräsentanten von Hochschulen und Forschungseinrichtungen auch zahlreiche Vertreter aus Unternehmen und Verlagshäusern teil. Die Veranstaltung war innerhalb kürzester Zeit ausgebucht, ohne Weiteres hätte eine Vielzahl weiterer Teilnehmer gewonnen werden können.

Ein Indiz dafür, dass Wirtschaft und Industrie dem Thema der Veranstaltung eine hohe Bedeutung beimessen, war die Vielfalt der anwesenden Firmen: zwei DAX-Unternehmen (Daimler AG, Siemens AG) sowie weitere Firmen (Lufthansa Systems GmbH & Co. KG, DB Mobility Logistics AG, ABB GmbH, EQUA Solutions AG, Mommer GmbH, TLK-Thermo GmbH).

Auf akademischer Seite waren neben verschiedenen Hochschulen das Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg, das Europäische Institut für Energieforschung (EIFER) Karlsruhe, das Forschungszentrum Jülich, das OFFIS Institute for Information Technology Oldenburg, das Heidelberger Life-Science Lab sowie das NEXT ENERGY - EWE Forschungszentrum für Energietechnologie e. V. Oldenburg vertreten.

Als Ergebnis der intensiv diskutierten, offenen Vorträge, insbesondere auch derjenigen der Industrievertreter, ergaben sich im Verlauf des Workshops verschiedene Diskussionsrunden, welche die speziellen Fragestellungen im Umfeld der mathematischen Methoden zur Energieeinsparung diskutierten. Die Resultate dieser Diskussionen sind im folgenden Abschnitt dargelegt.

### **3 Schwerpunktthemen**

In den Diskussionen wurden folgende Fragestellungen eingehend besprochen:

1. Wo sind Felder mit hohem Potenzial für Energieeinsparung?
2. Welche Methoden der MSO müssen eingesetzt und neu entwickelt werden, um diese Potenziale zu heben?
3. Welche Schritte sollen gegangen werden, um für die Top-Themen in der Grundlagenforschung, die hohen Nutzen versprechen, geeignete langfristige Förderung zu erhalten?
4. Welcher organisatorische Rahmen sollte bei den Forschungsprojekten gewählt werden, um möglichst effizient zu sein?
5. Wie können Anreize geschaffen werden, damit in Projekten Partner aus verschiedenen Bereichen (Hochschule, Forschungseinrichtungen, Industrie, KMUs, etc.) besser zusammenarbeiten und die Projektmitarbeiter über den finanziellen Aspekt hinaus stärker, z.B. im Wissenschaftsbetrieb, anerkannt werden?

## 4 Challenges

Aus den Vorträgen und Diskussionen wurden zahlreiche Themen identifiziert, die in Forschungsprojekten untersucht werden sollten.

Als vielversprechende Themenbereiche aus Anwendersicht wurden betrachtet:

- Auslegung und Betrieb von Gebäuden und Anlagen im Hinblick auf Thermoaspekte (Heizung, Kühlung, Komfort)
- Entwicklung von Komponenten zur effektiven Erzeugung und Speicherung von Energie (Gasturbinen, Batterien, etc.)
- Auslegung und stabiler Echtzeitbetrieb von Netzen mit volatilen, unterschiedlichen Energieerzeugern und flexiblen Verbrauchern
- Energieeinsparungen im Bereich Mobilität durch bessere Auslegung und Betrieb von (Hybrid-) Straßen- und Schienenfahrzeugen, Flugzeugen sowie durch Optimierung von Verkehrsabläufen

Es wurde festgestellt, dass zur praktischen Lösung dieser Aufgaben geeignete mathematische Modelle entwickelt werden müssen. Hier besteht Bedarf an Modellierungswerkzeugen mit Schnittstellen, die suggestiv für den jeweiligen Anwender sind. Die erstellten Modelle sollen auch im Hinblick auf ihren Gültigkeitsbereich und ihre Grenzen charakterisiert werden. Sie sollen leicht in unterschiedlichen Kontexten wie Simulation, Ko-Simulation und Optimierung einsetzbar sein.

Bedarf wurde auch bei effizienten Lösungsalgorithmen für (sehr) große Differentialgleichungssysteme gesehen, z.B. in der Gebäudesimulation oder bei der dynamischen Betrachtung großer „power flow“-Probleme. Hier sind insbesondere auch parallele Algorithmen von Interesse.

Methoden zur Optimierung vernetzter dynamischer Prozesse sind weiterzuentwickeln im Hinblick auf Robustheit, Sicherheit und optimale Korrektur von Störungen. Zum optimalen Betrieb von Anlagen und Netzen unter wechselnden Bedingungen sind neue Methoden der vorausschauenden Regelung weiterzuentwickeln. Mathematisch führen diese Aufgaben auf häufig sehr große beschränkte dynamische Optimierungsprobleme mit kontinuierlichen und ganzzahligen Entscheidungsvariablen.

Die mathematische Modellierung vernetzter geregelter Systeme und die Entwicklung von Methoden, die einen stabilen, energieeffizienten Betrieb von Systemen bei unterschiedlichen Informationsflüssen und (Teil-) Autonomie der Einzelsysteme erlauben (Zentralität vs. Dezentralität), ist erforderlich. Hierzu sind Methoden zur Behandlung hierarchischer Optimierungsaufgaben und spieltheoretischer Ansätze zu entwickeln.

Es besteht Bedarf, Verfahren zur Berechnung von Paretofronten zur optimierungsbasierten Unterstützung der Entscheidungshilfe für den Nutzer bei Mehrkriterien-Problemen anzubieten.

Als weitere wichtige Themen wurden Verfahren zur Unterstützung der Modellierung wie Modellreduktion, Parameterschätzung, Optimale Versuchsplanung; Verfahren zur parametrische Optimierung, Methoden zur gemischt-ganzzahligen nichtlinearen Optimierung und Echtzeit-Simulations- und Optimierungsverfahren genannt.

Es wurde betont, dass bei Ausschreibungen zu Forschungsprojekten bei den Förderinstitutionen darauf hingewirkt werden soll, dass interdisziplinäre Projekte unter Beteiligung von Mathematikern angeregt werden. Mathematische Projekte, in denen in verschiedenen Bereichen wichtige Querschnittstechnologie entwickelt wird, sollen verstärkt gefördert werden.

Die Förderbedingungen sollen so gestaltet sein, dass auch KMUs vorteilhaft bei Projekten mitarbeiten und direkt davon profitieren können.

Im Hochschulbereich soll darauf hingearbeitet werden, dass auch die erfolgreiche Untersuchung komplexer Anwendungen bei der wissenschaftlichen Qualifikation stärker gewichtet wird.

#### **Kontakt**

Dr. Anja Milde

#### **KoMSO Coordination Office**

IWR – Interdisciplinary Center for Scientific Computing

Im Neuenheimer Feld 368

69120 Heidelberg

Germany

T: +49 (0)6221 – 54-8886

F: +49 (0)6221 – 54-8810

[komso@iwr.uni-heidelberg.de](mailto:komso@iwr.uni-heidelberg.de)