

## **Bewertung und Vergleich von Dekompositionsansätzen zur Komplexitätsreduktion in der Energiesystemmodellierung (Masterarbeit)**

Autor: Sandra Wouanwo  
Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing Aaron Praktiknjo  
Betreuung: Lars Nolting, M. Sc.; Jan Priesmann, M.Sc.

### **Kurzfassung**

Durch den vermehrten Ausbau von volatilen Erzeugungseinheiten und Speichersystemen im Netz steigt die Komplexität des Energiesystems, sodass Hochleistungsrechner an ihre Grenzen stoßen. Diese Komplexität entsteht durch eine präzise Modellierung des dynamischen Speicherverhaltens sowie durch die genaue Abbildung der räumlichen Aufteilung und des Betriebsverhaltens von Energieträgern. Die heutigen Forschungsprojekte beschäftigen sich mit Methoden zum Komplexitätsmanagement wie der Auswahl eines geeigneten Modell-Designs oder dem Ansatz von Dekompositionsmethoden.

Die vorliegende Arbeit fokussiert sich auf die Identifizierung, die Implementierung und den Vergleich von Dekompositionsansätzen zur Reduzierung der Rechenzeit. Die folgenden Methoden wurden in den Literaturen vorgeschlagen: Lagrange-Relaxation, Column-Generation und Bender-Dekomposition. Daher wurden diese Methoden ausführlich beschrieben und an das vorhandene Energiesystemmodell angepasst und implementiert. Die Ergebnisse zeigen die Schwächen und die Vorteile von Dekompositionsverfahren für den betrachteten Planungshorizont.

Der Vergleich der Rechenzeit mit und ohne Zerlegungsmethode für den betrachteten Planungshorizont führt zu der Erkenntnis, dass die Rechenzeit durch die Column-Generation sehr hoch ist und die Konvergenz sowie die Laufzeit der Lagrange-Relaxation vom ausgewählten Parameter abhängt. Zudem ist die Simulationszeit durch den Ansatz der Bender-Dekomposition unter Modellierung des dynamischen Speicherverhaltens, der An- und Abfahren-Bedingungen und der Rampen-Bedingungen von Energieerzeugern kleiner im Vergleich zur Rechenzeit der kompakten Formulierung. Schließlich wurde der Planungszeitraum sukzessiv verdoppelt, um zu verdeutlichen, wann sich die Bender-Dekomposition lohnt, je nach zeitlicher Auflösung.

### **Abstract**

The increased expansion of volatile generation units and storage systems in the power grid comes along with an increasing complexity of energy systems, such that high-performance computers are reaching their limits. This complexity results from the precise modelling of the dynamic storage behaviour and the exact mapping of the spatial distribution and the operating behaviour of energy carriers. Today's research projects deal with methods for complexity management like the selection of a suitable model design or decomposition methods.

In this master's thesis, the identification, implementation and comparison of decomposition methods was investigated in order to reduce the computation time. To this end, some of the

methods found in the literature (Lagrange relaxation, Bender decomposition and column generation) as well as the necessary procedures for their adaptation and implementation to the existing energy model are described in detail. Furthermore, the strengths and weaknesses of different decomposition methods for a considered planning horizon are presented.

The comparison of the computational time with and without the decomposition method for the considered planning horizon leads to the conclusion that the computational time due to column generation is very high and that the convergence as well as the Lagrange relaxation time depends on the selected parameter. On the other hand, the simulation time is relatively shorter due to the approach of Bender decomposition under modelling of the dynamic storage behaviour, the start-up and shut-down conditions and the ramp conditions of energy generators compared to the compact formulation. Finally, the planning time period was successively doubled in order to clarify when Bender decomposition is worthwhile, depending on the temporal resolution.