



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**b.tu**

Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

# **Bessere Preisprognosen in der Energiewirtschaft durch Kombination von fundamentalen und stochastischen Modellen**

Forschungsnetzwerk Energiesystemanalyse

Session 1g: Verbesserung von Prognosen durch hybride Ansätze in  
Wissenschaft und Praxis

Aachen, 23.05.2019

# Agenda

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

1. Vorstellung der Projektgruppen
2. Problemstellung und Motivation des Projektes
3. Herangehensweise zur Bearbeitung des Forschungsvorhabens

# Vorstellung der Projektgruppen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg



Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg

Fakultät 3

Fachgebiet Energiewirtschaft

Prof. Dr. rer. pol. Felix Müsgens

## Marktdesign

- Auktionen im Bereich EE
- Leitung der AG „Strommarktdesign“ im Akademien-Projekt „Energiesysteme der Zukunft“

## Energiesystemmodellierung

- Fundamentale Strom- und Gasmarktmodellierung
- Begleitung des Strukturwandels in der Lausitz
- Modellierung der Anwendung von PtX-Technologien

## Statistische Methoden

- Korrektur- und Kombinationsverfahren für Prognosen von EE
- Analyse Kraftstoffmärkte (Marktmacht, Preissetzung)

# Vorstellung der Projektgruppen

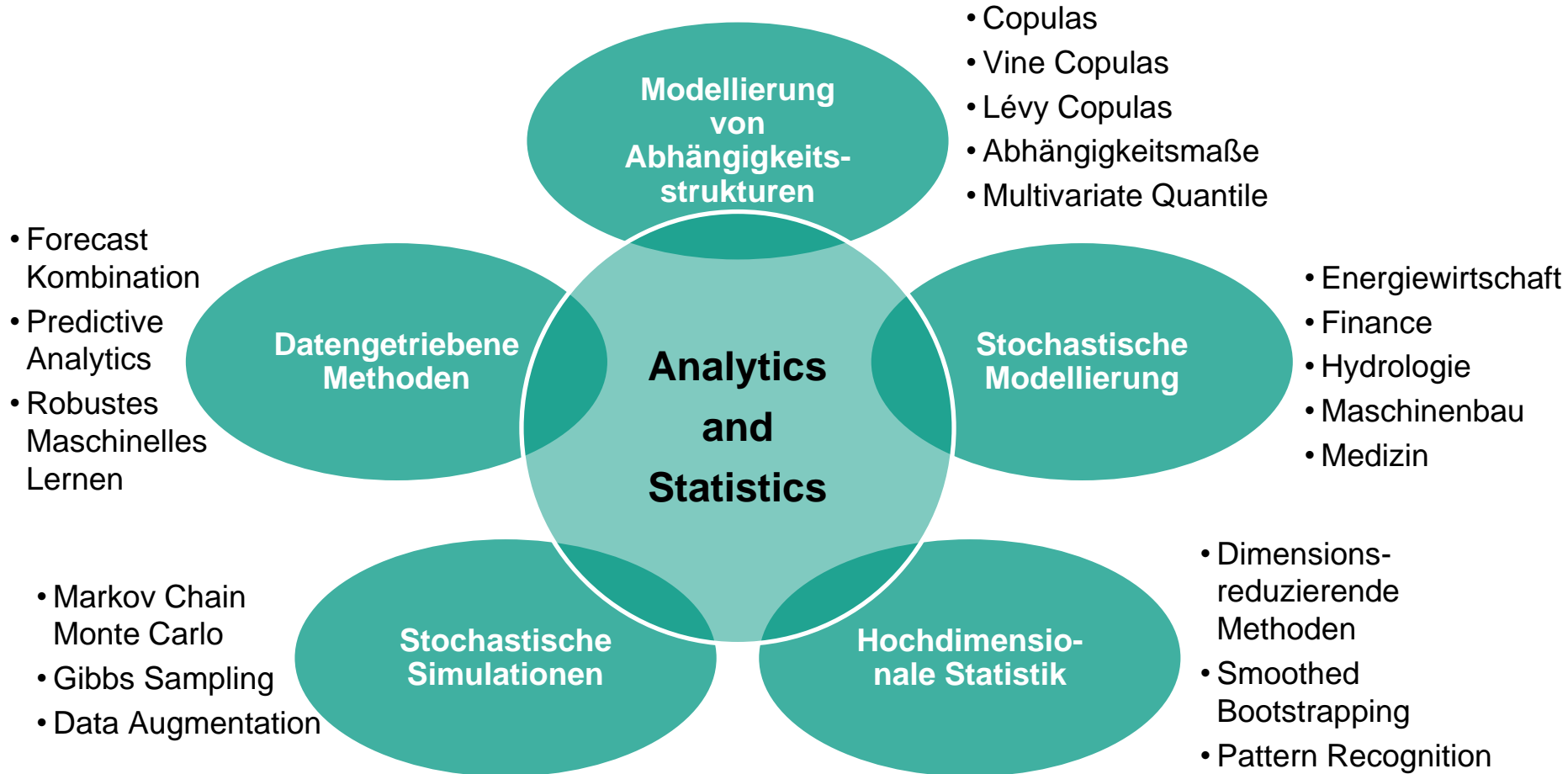
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Institut für Operations Research – Analytics and Statistics Prof. Dr. Oliver Grothe



# Problemstellung und Motivation des Projektes

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

- ◆ Zentraler Fokus des Projektes: Strompreisprognosen für die 24 Stunden des Folgetages
- ◆ Im Vordergrund stehen dabei der
  - Day-Ahead Markt
  - Intradaymarkt
- ◆ Verbesserung der Prognosegüte durch die Zusammenführung der fundamentalen Energiesystemmodellierung und der stochastischen Modellierung

# Fundamentale Strommarktmodellierung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

## Vorteile:

- ◆ Abbilden realer technoökonomische Wirkzusammenhänge
  - Möglichkeit, die Einflüsse von Veränderungen in den Rahmenbedingungen zu analysieren und zu quantifizieren
  - Wirkung von Strukturbrüchen wird antizipiert

## Nachteile:

- ◆ Hoher Abstraktionsgrad komplexer technischer Zusammenhänge
- ◆ Abbildung von stochastischen Einflüssen nur beschränkt möglich



## Vorteile:

- ◆ Wahrscheinlichkeitsaussagen lassen sich gut ableiten

## Nachteile:

- ◆ Nur wenig geeignet, die tatsächlichen Wirkzusammenhänge auf den Märkten abzubilden
- ◆ Die Wirkung von Strukturbrüchen oder Änderungen der politischen Verhältnisse auf die Modellstruktur kann ex-ante zumeist nicht bestimmt werden

# Problemstellung und Motivation des Projektes

Gefördert durch:

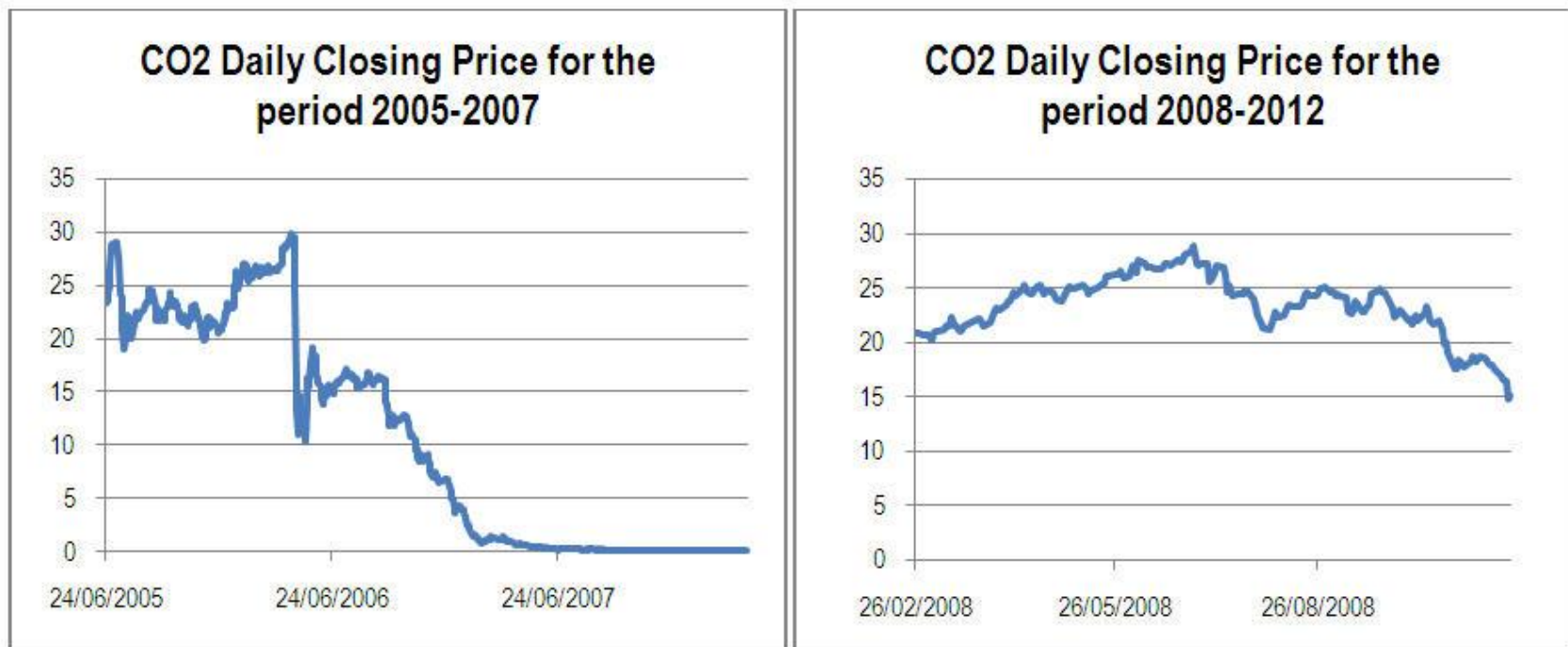


aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

- ◆ Strukturbruch im Markt für CO<sub>2</sub>-Zertifikate beim Wechsel von Phase I auf Phase II



Quelle: Sia Partners (2008), Link: <http://energy.sia-partners.com/emergence-co2-market>



# Problemstellung und Motivation des Projektes

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

## Forschungsvorhaben:

- ◆ Mit einer Kombination der Modelltypen Fundamentalmarktmodell und stochastisches Modell sollen die Vorteile dieser beiden Ansätze vereint werden
  - Die strukturellen Aussagen der Fundamentalmarktmodelle sollen erhalten bleiben
  - Die Prognosen werden mit Verteilungsfunktionen (Wahrscheinlichkeitsaussagen) versehen
- ◆ Stundenscharfen Preisprognosen für die 24 Stunden des Folgetages
- ◆ Analyse der Zeitreihen
  - Quantifizierung der Bedeutung einzelner Variablen bzw. Parameter, sowohl in der deterministischen als auch in der stochastischen Analyse
  - Analyse der Fehlerterme

# Herangehensweise zur Bearbeitung des Forschungsvorhabens

Gefördert durch:



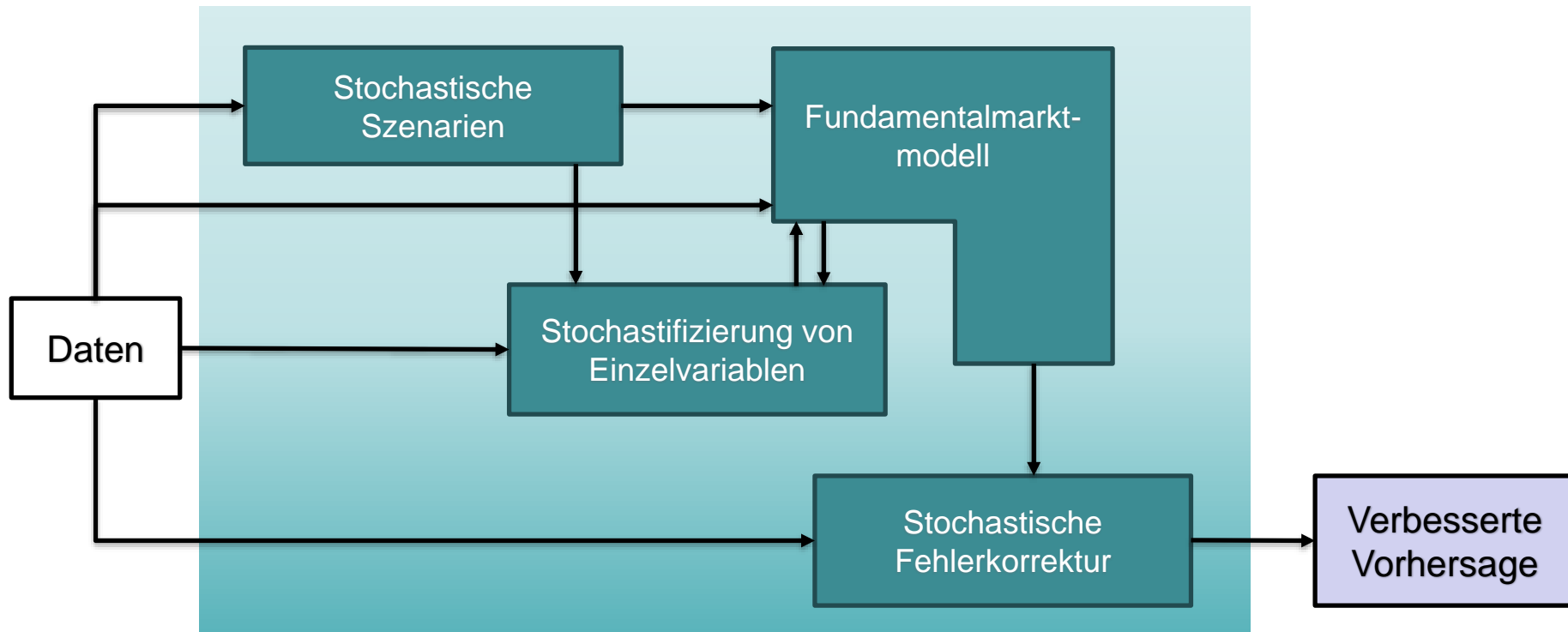
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

- ◆ Ergebnis: Hybridmodell, welches die Stärken beider methodischen Ansätze kombiniert



# Fundamentalmarktmodell

Gefördert durch:



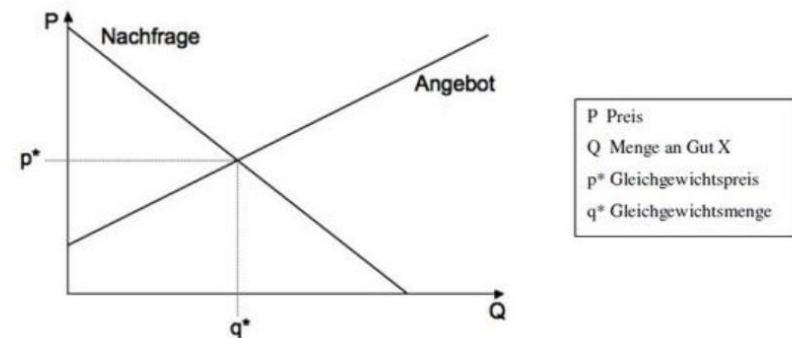
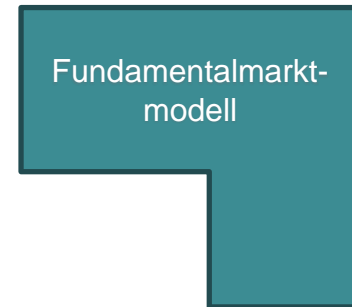
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

b.tu

Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

- ◆ Im Zentrum des Hybridmodells steht das Fundamentalmarktmodell
  - Bottom-up Modellierung des Strommarkts
  - Detaillierte Darstellung der Angebots- und Nachfrageseite
  - Das Optimierungsmodell ermittelt eine kostenminimale bzw. wohlfahrtsmaximale Lösung
  - Alle Marktteilnehmer handeln rational und befinden sich in einem vollkommenen Wettbewerb
- ◆ Befinden sich Nachfrage und Angebot im Gleichgewicht ist die Verteilung Pareto-optimal
  - Modell liefert Preisschätzer basierend auf den Grenzkosten des Marktes



Quelle: Aßner, M. (2011)

# Vorschalten stochastischer Szenarien

Gefördert durch:



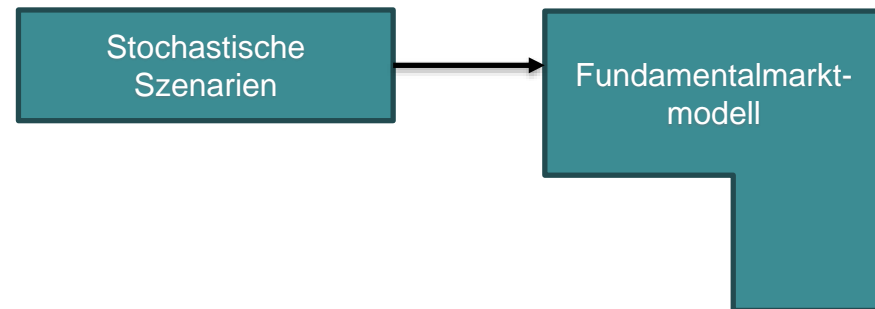
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

b.tu

Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

- ◆ Die Inputparameter des Fundamentalmarktmodells sollen nicht ausschließlich mit Punktvorhersagen, sondern auch mit Wahrscheinlichkeitsaussagen versehen werden



- Mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen können Unsicherheiten im Markt berücksichtigt werden
- ◆ Ziel ist es, Aussagen über den Einfluss einer stochastischen Modellierung von Inputparameter treffen zu können um deren Darstellung zu optimieren und die Prognosegüte zu verbessern

# Verflechtung stochastischer Szenarien

Gefördert durch:



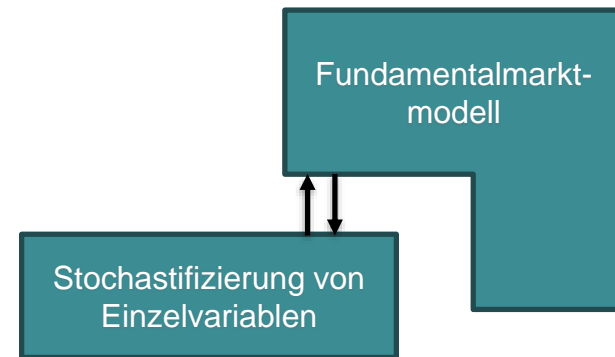
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

b.tu

Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

- ◆ Der Einfluss von Variablen des Fundamentalmarktmodells könnte z.B. über die Zeit variieren.
  - Evaluierung und Anpassung von einzelnen Variablen
- ◆ Bsp.: dynamische Intervalle den Lösungsraum einzelner Variablen beschränken



# Nachschalten eines stochastischen Fehlerkorrekturmodells

Gefördert durch:



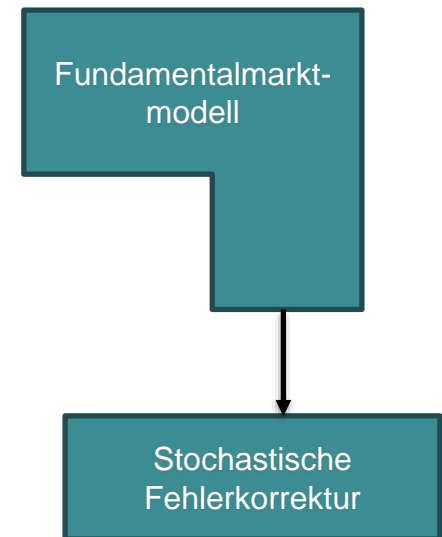
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

- ◆ Annahme: die Fehler der Zeitreihen aus dem Fundamentalmarktmodell weisen Struktur auf
- ◆ Durch eine Nachbearbeitung mit einem stochastischen Fehlerkorrekturmodell wird eine Verbesserung der Prognosegüte erreicht



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Brandenburg  
University of Technology  
Cottbus - Senftenberg

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

## Kontakt:

Thomas Möbius  
BTU Cottbus-Senftenberg  
Fachgebiet Energiewirtschaft  
Email: [thomas.moebius@b-tu.de](mailto:thomas.moebius@b-tu.de)