

# Systembasierte Integration erneuerbarer Energieumwandlung über die Mehrwegevermarktung virtueller Pools

**Phillip Gronstedt**

Tag der mündlichen Prüfung: 31.10.2013

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel
  2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew A. Styczynski
  3. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat
- Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Wolf-Rüdiger Canders

Die Energiewirtschaft sieht sich durch stetig ändernde Rahmenbedingungen und neue technische Entwicklungen großen Herausforderungen gegenüber. Das übergeordnete Ziel einer klimaschonenden Energieversorgung unter zunehmendem Verzicht auf Kernenergie sowie fossile Heizkraftwerke birgt ein enormes Potential für die dezentrale Energieversorgung.

Ein virtueller Zusammenschluss von dezentralen Erzeugungsanlagen eröffnet den Betreibern ein weites Spektrum an Vermarktungswegen und kann im Zuge der zunehmenden Relevanz für die Direktvermarktung einen wichtigen Aspekt für die zukünftige Wirtschaftlichkeit dezentraler Anlagen bilden. Dieses gekoppelte Einsatzkonzept findet über die Bildung eines virtuellen Anlagenpools mit einem Hybridmodell für Erzeugungsanlagen der Technologien Wind, Photovoltaik, Mikro-BHKW und Biogas sowie flexiblen Verbraucherlasten und Speichersystemen Umsetzung. Dabei verzahnt der gewählte Ansatz mit zentral erteilten Zielvorgaben und einem hohen Autonomiegrad der Einheiten die Ansätze eines zentralen und dezentralen Fahrplanmanagements. Der koordinierte Einsatz von dezentralen Erzeugungsanlagen hat gezeigt, dass sich für einen flexiblen Anlagenverbund technische Freiheiten ergeben, die von einer einzigen Optimierungsstrategie nicht vollkommen erschlossen werden können.

Erweiterung erhält dieses Fahrplanmanagement für virtuelle Anlagenpools daher über die Implementierung eines innovativen Vermarktungsansatzes. Werden virtuelle Kraftwerke meist fokussiert auf einen wirtschaftlichen Einsatzweg optimiert, versucht der Ansatz der Mehrwegevermarktung die vielfältigen Optimierungsmöglichkeiten eines virtuellen Anlagenverbundes effizient zu kombinieren. Über ein vielschichtiges Datenbanksystem wird die komplexe Erlösseite mit über 3.000 verschiedenen Produkten dezentraler Energieanlagen abgebildet. Über die Analyse von Kombinationsmöglichkeiten unterschiedlicher Vermarktungswege entstehen erlösmaximierende Optimierungsprobleme, die über entsprechende Routinen innerhalb des Fahrplanmanagements implementiert werden.

Anwendung findet das Fahrplanmanagement kombiniert mit dem Ansatz der Mehrwegevermarktung in einem konkreten Anwendungsfall für ein existierendes Verteilnetz, dass die Wirtschaftlichkeit dieser Kombination der beiden Konzepte quantitativ analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass der erarbeitete virtuelle Anlagenpool unter Verwendung eines Mehrwegevermarktungskonzepts sowohl technisch als auch wirtschaftlich große Vorteile gegenüber dem Einzelanlagenbetrieb liefert.

## **Grid-Integration of Distributed and Renewable Energy Resources -Using a Virtual Pool Approach with a Multiple Business Strategy**

The integration of high shares of distributed energy resources (DER) based on renewables will increasingly alter the traditional structure of the energy sector. This thesis analyses the transformation process on distribution networks and implements a virtual pool of decentralized units combined with a flexible demand side in order to enhance their grid and market integration.

The elaborated option is an overall decentralized schedule management system for pooled micro combined heat and power units and biomass plants with regard to the thermal storage capability, wind power plant, photovoltaic systems, a flexible demand side and stationary electrical energy storage systems. The virtual power plant with its' flexibility also increases the market perspectives for each power unit. By following this approach not just market barriers can be met, but also the flexibility of the pool helps to gain more profit on the trade of energy. Furthermore, by shifting or balancing power consumption and generation negative grid effects such as load peaks can be reduced effectively. Pooling DER by using a decentralized schedule management system improves the future feasibility for large scale integration of renewable energy resources.

The virtual DER pool is enhanced by modeling an innovative market approach. Taking low or any governmental incentive for renewable energies for the upcoming decades into account, power plant operators need to introduce and reconsider their market strategies. Several different forms of application are available for virtual power plants compared to single operated units. The strategy is to run a number of DER combined in a flexible pool on multiple markets. The idea has parallels to the acknowledged portfolio concept from the finance sector where the number of assets hold in the portfolio determines the volatility. Following a weekahead multipurpose strategy over 80 different options for linking spot market, balancing power and Over-the-Counter products are available for pool operators. Therefore, high peak periods of the given market options can be entered and unprofitable periods can be avoided. By combining the most profitable ones the pool operator creates a market portfolio which limits risks and increases revenues. This multipurpose operation mode opens up a strategy for further market integration of renewable energy resources independent from governmental incentives.

A feasible virtual power plant concept linked with a new market approach can advance the further integration progress of renewables in local distribution networks from an economic point of view as well as a technological perspective.