

Abstract

Energy policy measures and subsequent support schemes in Germany and Europe have triggered large-scale deployment of renewable energy sources for electricity. This rising share of renewables in the electricity supply leads to a series of technical and economic effects. The present work analyzes the economic impacts of renewable energy sources for electricity in Central Western Europe and especially in Germany.

Challenges for the German electricity system lie in the usage of conventional generation capacity. With further deployment of renewable energy sources, the operation time of conventional power plants decreases and, as shown here, the generation pattern of former base-load technologies changes.

Furthermore, as a consequence of falling wholesale prices partly due to the merit-order effect, conventional power plants suffer not only from reduced generation patterns, but also from impairments on their book values of respective utilities. A survey of annual reports reveals the relevant orders of magnitude. The macroeconomic impacts of the energy transition in Germany so far are strongly linked to the deployment of renewable energy sources of electricity since the year 2000, which was triggered by the Renewable Energy Sources Act. Using a Keynesian approach, this work shows that promoting renewable energy sources is linked with a phase of economic growth followed by a phase of relative economic recession.

The merit-order effect of renewable energy sources, which describes falling wholesale prices for electricity with increasing penetration of renewable electricity generation, was proven and quantified empirically over a decade ago. While the European wholesale markets have grown further together, and the share of renewables in the electricity supply has risen, new questions arise, particularly the question of to what extent cross-border spillover effects of renewable generation of electricity play a role. The research question is analyzed using two different approaches: a simple fundamental model and a more advanced econometric time series approach. Elements of ARIMA models and principal components analysis are found to describe the system appropriately. The results delivered by both models are similar. It is shown that spillover effects of renewable generation exist in Central Western Europe, and the non-negligible order of magnitude is calculated. It is of particular importance when looking at the spillover effects coming from the German electricity system. They have the same order of magnitude as the corresponding domestic merit-order effects of cross-border countries. In particular, the spillover effect coming from German solar electricity generation is larger than that of wind turbines. Lastly, it can be shown that short-term forecasting of electricity prices with ARIMAX models can be improved in France by taking into account cross-border predictions of renewable electricity generation.

Kurzfassung

Gezielte Energiepolitik und Fördermechanismen haben in Deutschland und Europa einen umfangreichen Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen für Strom in Gang gesetzt. Diese Arbeit analysiert die techno-ökonomischen Auswirkungen des Ausbaus Erneuerbarer-Energien-Anlagen in Zentralwesteuropa und insbesondere in Deutschland. Herausforderungen für das deutsche Energiesystem liegen in der Benutzung konventioneller Erzeugungsanlagen. Mit gängigen Methoden der Energiewirtschaft wird gezeigt, dass mit zunehmenden Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen die Benutzungsdauer konventioneller Kraftwerke und insbesondere die Zahl konsekutiver Betriebsstunden ehemaliger Grundlasttechnologien sinkt.

Wegen fallender Stromgroßhandelspreise, teilweise aufgrund des Merit-Order-Effekts, werden darüber hinaus in den Bilanzen bedeutender Energieversorger, außerplanmäßige Abschreibungen auf konventionelle Erzeugungstechnologien getätigt. Eine Untersuchung der Jahresabschlüsse zeigt den entsprechenden Umfang auf, der anschließend im energiewirtschaftlichen Kontext eingeordnet wird. Die bisherigen gesamtwirtschaftlichen Effekte der Energiewende in Deutschland sind eng verbunden mit dem durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz geförderten Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen. Mit Hilfe eines keynesianischen Ansatzes wird gezeigt, dass die Förderung Erneuerbarer Energien mit einer Phase des Wirtschaftswachstums und einer anschließenden Phase der Rezession einhergeht.

Durch den zunehmenden Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen und das Zusammenwachsen der Strommärkte stellt sich weiterhin die Frage, inwiefern die bekannten Preiseffekte erneuerbaren Stroms, über die Grenzen hinweg, auch in Nachbarländern wirken. Die Fragestellung wird mit einem einfachen Fundamentalmodell sowie einem fortgeschrittenen ökonometrischen Zeitreihenmodell beantwortet. Letzterer verbindet ein ARIMAX-Modell mit einer Hauptkomponentenanalyse. Die Ergebnisse zeigen, dass ein grenzüberschreitender Merit-Order-Effekt schon heute eine nicht vernachlässigbare Rolle spielt. In den Strommärkten der Niederlande, Belgiens und Frankreichs ist der preissenkende Effekt Erneuerbarer-Energien-Anlagen aus Deutschland in derselben Größenordnung wie die jeweiligen inländischen Merit-Order-Effekte. Insbesondere ist der Einfluss solarer Einspeisung größer als der Einfluss von Windkraftanlagen. Darüber hinaus wird gezeigt, dass kurzfristige, auf ARIMAX-Modellen basierende Preisprognosen in Frankreich, bessere Ergebnisse bei Miteinbezug grenzüberschreitender Prognosen Erneuerbarer Energien liefern.