

Marktwert und Merit Order-Effekt von variablen erneuerbaren Technologien

Authors:

Marijke Welisch, André Ortner, Gustav Resch
Vienna University of Technology, Energy Economics Group
(TU Wien / EEG)

Contact:

Web: www.eeg.tuwien.ac.at
Email: welisch@eeg.tuwien.ac.at

Motivation

- Erreichung der **Erneuerbaren-Ziele** der EU-Kommission (u.a. **20% Anteil** Erneuerbarer am Stromverbrauch) → Ausbau von erneuerbaren Technologien
- Herausforderung: (Variable) Erneuerbare (also **Wind- und Solarenergie**) sind vom Wetter abhängig volatil in ihrer Stromerzeugung und zudem gehen ihre Grenzkosten in der Produktion gegen Null
- Bei erhöhter Einspeisung wird der stündliche **Day-Ahead Strompreis** beeinflusst
- Frage nach zukünftiger **Wirtschaftlichkeit** und **Förderbedarf** für Erneuerbare Technologien sowie dem Marktdesign für noch höhere Anteile Erneuerbarer

Überblick

- Die vorliegende Studie untersucht den **Merit-Order-Effekt** sowie den **Marktwert** variabler erneuerbarer Energien (Windkraft und Photovoltaik).
- Die historische Preisentwicklung in verschiedenen Europäischen Mitgliedsstaaten wurde dafür mit ökonometrischen Methoden analysiert.
- Die Studie umfasst insgesamt **73% der installierten Leistung in Europa** und beinhaltet wichtige Märkte wie Österreich/Deutschland, Dänemark oder Spanien.
- Mithilfe dieser Ergebnisse soll ein grundlegendes Verständnis für den Effekt der Erneuerbaren auf den Strommarkt erreicht werden
- Dies soll wiederum Rückschlüsse auf zukünftige Fördermechanismen und Marktdesigns geben

Definition: Marktwert (Erneuerbarer Technologien)

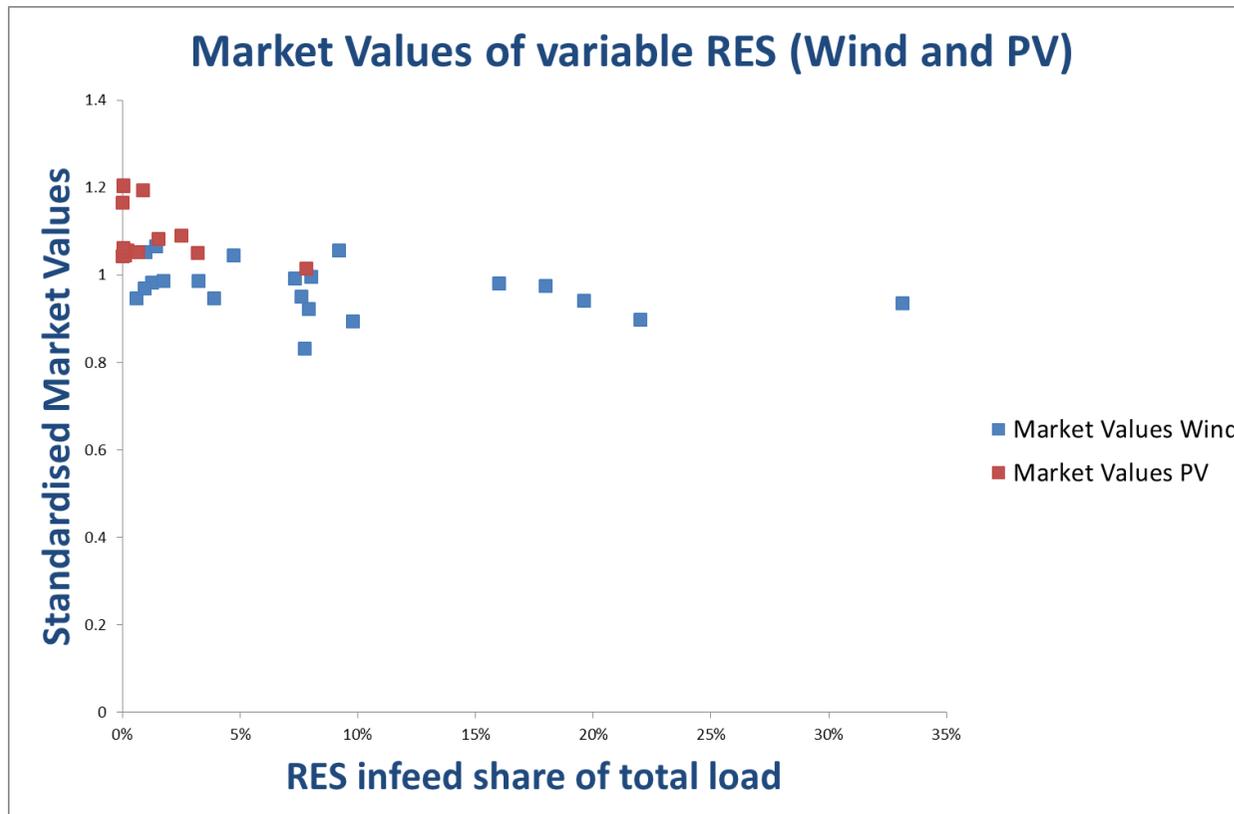
- Der Marktwert als absoluter Wert ist definiert als der Gewinn den ein bestimmter Erzeuger für seine gesamte Erzeugung auf allen Strommärkten zu einem bestimmten Zeitpunkt erzielt.

$$MV_{it} = \sum_m \sum_{\tau} p_t^m \cdot q_{i\tau}^m \begin{cases} m & \dots \text{Market index (forward, day-ahead, intra-day, balancing)} \\ \tau & \dots \text{Market clearing interval } \tau \text{ within year } t \end{cases}$$

- Der relative Marktwert ist definiert als der erzeugungsgewichtete Durchschnittspreis den ein Erzeuger zu einem bestimmten Zeitpunkt erhält (Normiert zum Gesamtwert in dieser Zeiteinheit)

$$mv_{it} = \frac{\sum_m \sum_{\tau} p_t^m \cdot q_{i\tau}^m}{\sum_m \sum_{\tau} q_{i\tau}^m} \begin{cases} m & \dots \text{Market index (forward, day-ahead, intra-day, balancing)} \\ \tau & \dots \text{Market clearing interval } \tau \text{ within year } t \end{cases}$$

Überblick: Marktwerte Erneuerbarer in Europa

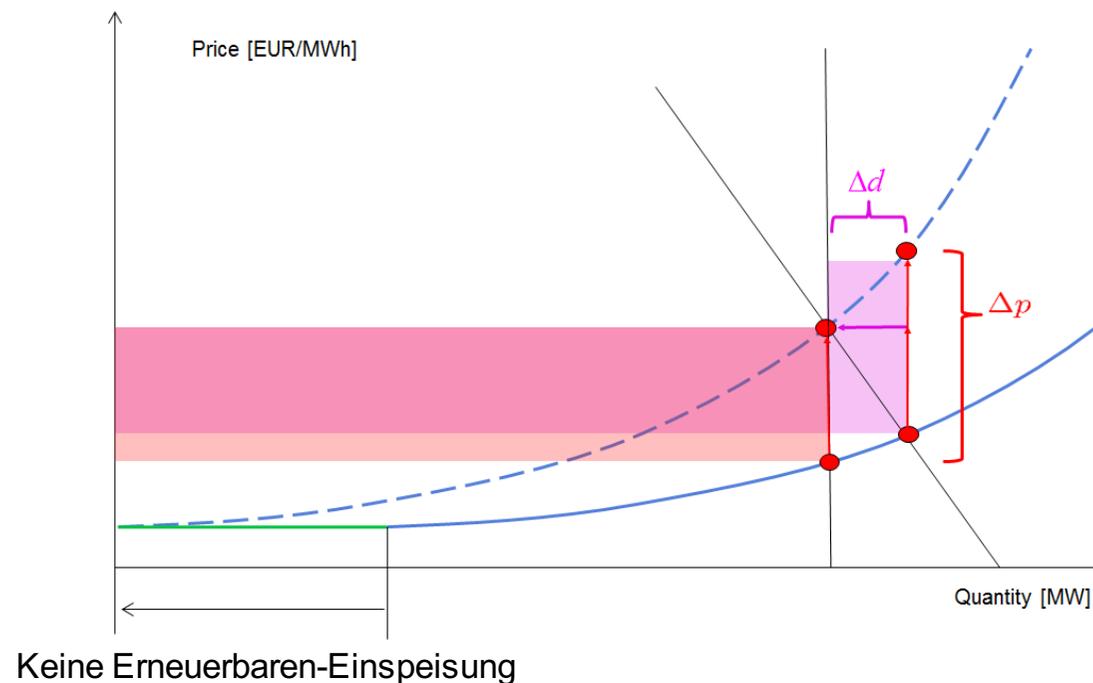


Marktwerte von variablen Erneuerbaren (Windkraft und Photovoltaik) für verschiedene EU Mitgliedsstaaten (2008-2014)

Definition: Merit-Order Effekt (MOE)

- Der Merit-Order Effekt beschreibt den Zusammenhang zwischen Börsenstrompreis und der Stromerzeugung variabler erneuerbarer Technologien. Dieser Zusammenhang enthält viele Facetten und kann durch verschiedene Messgrößen ausgedrückt werden.

$$MOE_{year} = \sum_{t=1}^{t=8760} (p_t^{-RES} - p_t^{+RES}) \cdot d_t^{-RES} + (p_t^{-RES} - p_t^{+RES}) \cdot (d_t^{+RES} - d_t^{-RES})$$



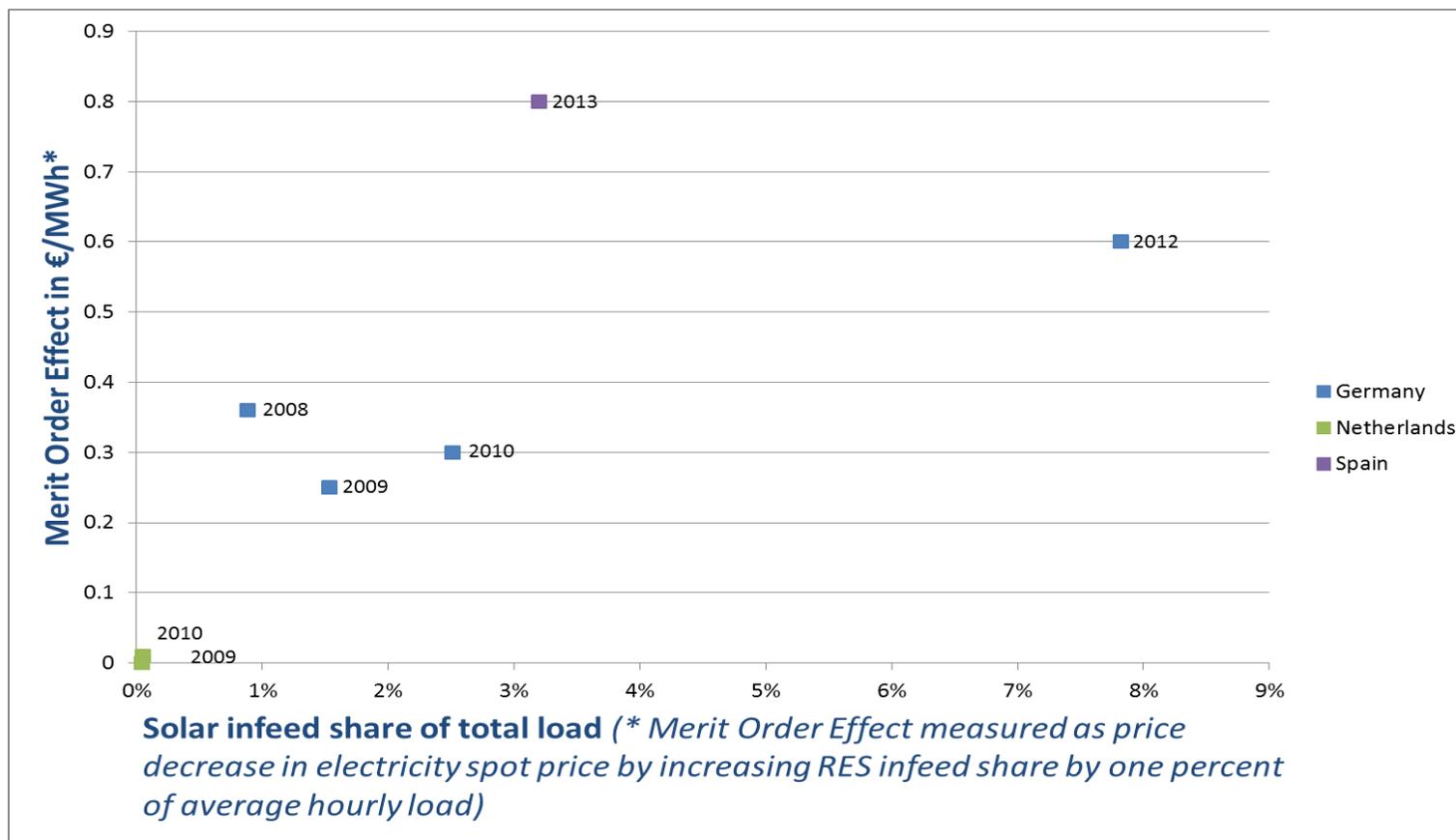
Methode

- Multivariable Regressionsanalyse: um die Beziehung zwischen Day-Ahead Strompreisen und der Einspeisung variabler Erneuerbarer zu untersuchen und Einblicke in die Entstehung des Merit Order Effekts zu erhalten
- Regressionsgleichung:

$$P_h = \beta_0 + \beta_1 LOAD_h + \beta_2 RE_h + \beta_3 ExIm_h + \beta_4 lagp_h + \beta_5 dummies + \varepsilon_h$$

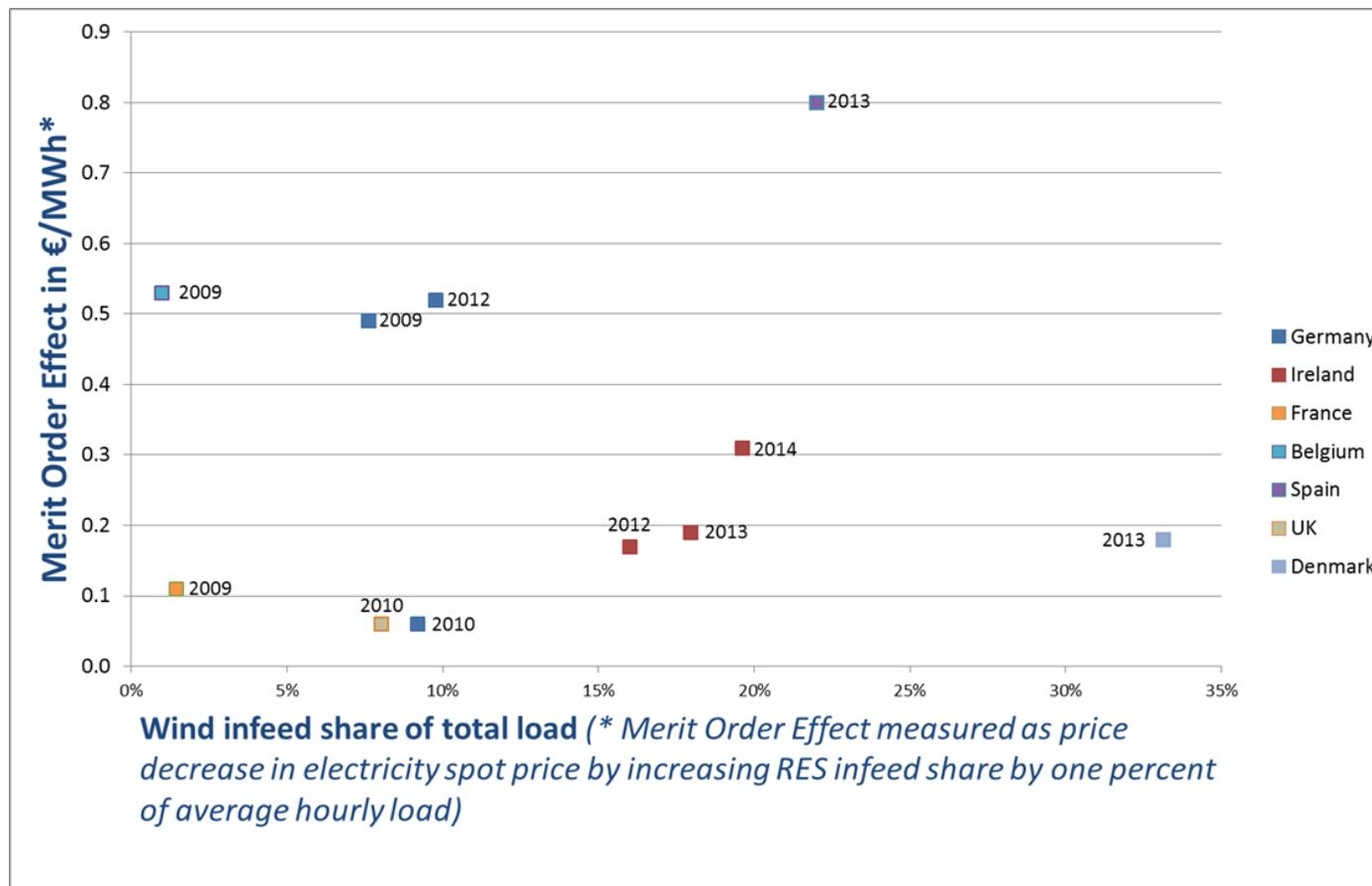
- Abhängige Variable: **Day-Ahead Strompreis**
- Unabhängige Variablen: **Last, Einspeisung variabler Erneuerbarer** (Wind und PV), **Grenzflüsse** (Brutto), 24h **Strompreislag**
- **Dummy-Variablen** um Wochen- und Jahresprofil zu approximieren

Merit Order Effekt für Photovoltaik



Senkung des Day-Ahead Spotpreises durch einen Anstieg des Erneuerbarenanteils an der Last von einem Prozent.

Merit Order Effekt für Windkraft



Senkung des Day-Ahead Spotpreises durch einen Anstieg des Erneuerbarenanteils an der Last von einem Prozent.

Fallstudie: Deutschland/Österreich

| Einflussfaktoren | Koeffizienten |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| <i>Last</i> | 0.00045846 (0.000016985) |
| <i>Grenzflüsse (brutto)</i> | -0.0013211 (0.000036044) |
| <i>Windeinspeisung</i> | -0.00016011 (0.000025069) |
| <i>PV-Einspeisung</i> | -0.000051778 (0.000039878) |
| <i>24 h Preislag</i> | 0.46986 (0.0071222) |
| <i>Dummies Monate</i> | ✓ |
| <i>Dummies Wochentage</i> | ✓ |
| <i>Jahr</i> | 2012 |
| <i>Beobachtungen</i> | 8760 |
| <i>Adjusted R2</i> | 0.625 |

- Im Jahr 2012, fände bei einem zusätzlichen Prozent der Last, das durch Windkraft gedeckt würde, eine Preissenkung von 0.53 €/MWh im Day-Ahead Strompreis statt
- Für PV würde diese Preissenkung ca. 0.06 €/MWh betragen
- Bei Verwendung von Forecast-Variablen wird die gemessene Preissenkung noch signifikanter (allerdings sinkt die statistische Signifikanz)
- Standardisierte Marktwerte von Windkraft und PV betragen im Jahr 2012 0.89 bzw. 1.01

Conclusio

- In allen Europäischen Mitgliedsländern die untersucht wurden, fallen die Day-Ahead Strompreise durch Einspeisung variabler Erneuerbarer
- Auch die Marktwerte fallen durchschnittlich mit einer erhöhten Kapazität von variablen Erneuerbaren
- Je nach Ausgestaltung der nationalen Strommärkte, insbesondere durch Flexibilität und Interkonnektivität, fallen diese Effekte mehr oder weniger stark aus
- Die zukünftige Forschung sollte sich also dem Verständnis der Mechanismen widmen, die die Erhöhung des Erneuerbarenanteils im Strommarkt mit minimalen Eingriffen ermöglichen