IEWT 2009

6. Internationale Energiewirtschaftstagung

an der TU Wien, 11.–13. Februar 2009

Home

Willkommen

Themen

Programm

Call for papers

Anmeldung

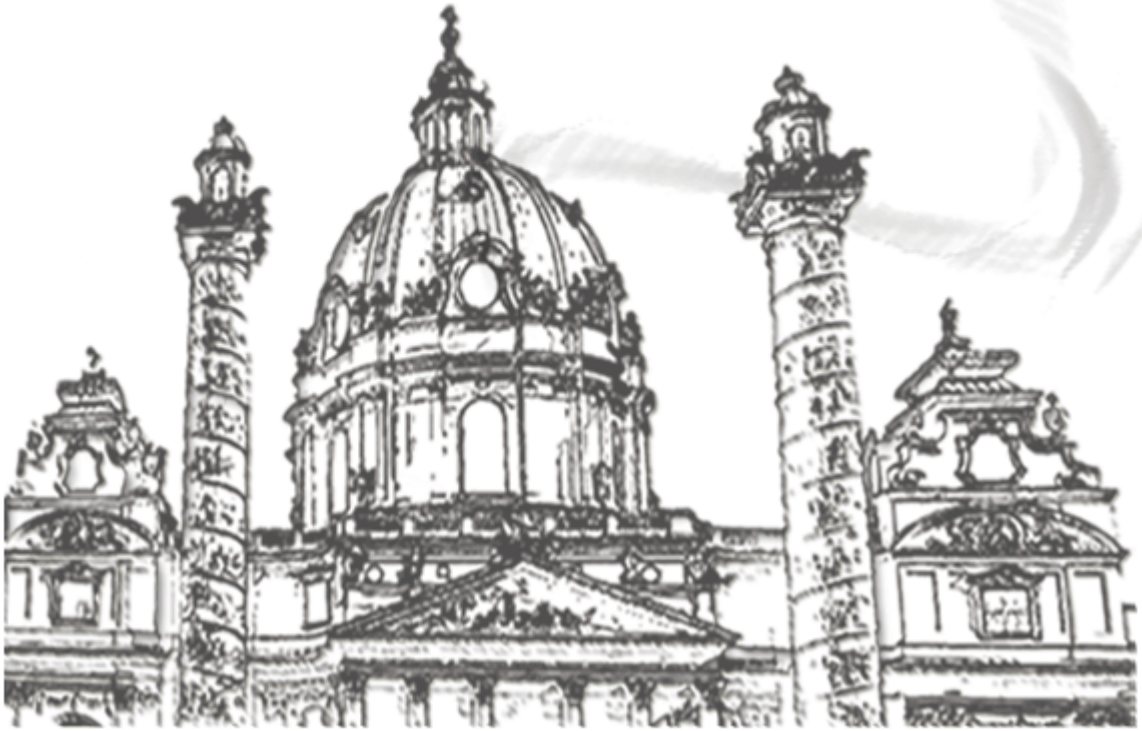
Downloads

Infos

Kontakt

Energie, Wirtschaft und technologischer Fortschritt in Zeiten hoher Energiepreise

IEWT 2009



6. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien

11. – 13. Februar 2009
Wien, Österreich

Tagungsort:
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien

Veranstalter:

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der TU Wien (EAEW)

AAEE (Austrian Association for Energy Economics)

Der Marktwert der Windenergie im Mitteleuropäischen Strommarkt – Einflussparameter und Trends

Carlo Obersteiner
Energy Economics Group (EEG), Vienna University of Technology
obersteiner@eeg.tuwien.ac.at

Marcelo SAGUAN
Department of Power and Energy Systems, SUPELEC
and
GRJM, Faculté Jean Monnet, University of Paris XI

Adam TERINGL
Czech Technical University in Prague

Überblick

1. **Einleitung**
   - *Motivation*
   - *Einflussparameter*
2. **Methodik**
   - *Abbildung des Modellsystems*
   - *Modellierung der Parametervariationen*
3. **Sensitivitätsanalyse für Modellsystem**
4. **Anwendung auf den Mitteleuropäischen Strommarkt**
   - *Annahmen*
   - *Ergebnisse*
5. **Schlussfolgerungen**
6. **Ausblick**

1. EINLEITUNG - *Motivation*

1. Historisch und zukünftig: steigender Windanteil in Europäischen Strommärkten

Auswirkungen auf Strommärkte/-preise

– **Kurzfristige Sicht: Merit-Order-Effekt**
Sensfuß et al. (2008), De Miera et al. (2008), Munksgaard and Morthorst (2008), Neubarth et al. (2006)

2. Windenergie wird mittel- bis langfristig konventionell vermarktet

Auswirkung auf Marktwert der Windenergie

– **Bisher kaum untersucht**

Literatur

Lamont A. D. (2008) 'Assessing the long-term system value of intermittent electric generation technologies'

– **Key analytical finding: market value of wind power can be split up in two components**

$$mv = \frac{\sum_{h=1}^{H} (p_{PX,h} \cdot P_{Wind,h})}{\sum_{h=1}^{H} (P_{Wind,h})} \quad \Rightarrow \quad mv = \overline{p_{PX}} + \frac{\mathrm{cov}(p_{PX}, P_{Wind})}{\overline{P_{Wind}}}$$

with:

mv	***market value of wind power***
$p_{PX,h}$	***hourly power price at power exchange***
$P_{Wind,h}$	***hourly wind power generation***
p_{PX}	***power price vector***
P_{Wind}	***wind power generation vector***

Literatur

Lamont A. D. (2008) 'Assessing the long-term system value of intermittent electric generation technologies'

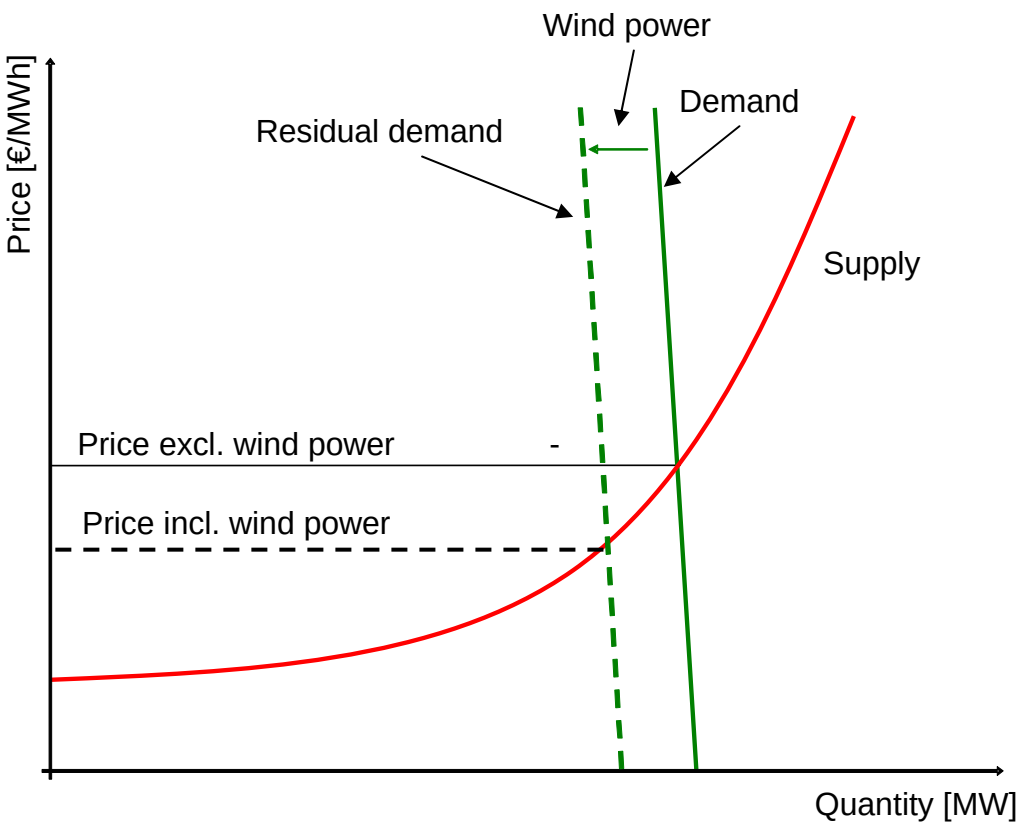
Weitere Erkenntnisse:

- **Marktwert der Windenergie nimmt mit zunehmendem Windanteil ab**
- **Erklärung: Abnahme der Kovarianz zwischen Windeinspeisung und Strompreis**

Zentrale Frage:

- **Welche Parameter beeinflussen die Kovarianz zwischen Windeinspeisung und Strompreisen?**

Wesentliche Einflussparameter



Systemimmanente Korrelation

- **Korrelation Windeinspeisung-Nachfrage, -Angebot**
- **Variabilität von Windeinspeisung und Nachfrage**
- **Windanteil**
- **Angebotscharakteristik**

Weitere Einflussparameter

- **SRMC der Grenztechnologien (Gas, Kohle, CO2-Zertifikatspreis)**
- **Marktmacht (Mark-up bzw. Zurückhalten von Kapazitäten)**

→ **langfristige Korrelation mit Windeinspeisung?**

2. METHODIK – *Abbildung des Modellsystems*

Inputparameter

Stündliche Daten für Deutschland (2006)

- **Windeinspeisung**
- **Bruttostromnachfrage**
- **Day-Ahead Preise EEX**

Annahmen

- Statische Betrachtung
- Isolierter Markt
- Perfekter Wettbewerb
- Prognoseunsicherheit vernachlässigt
- Marktwert bezieht sich auf gesamtes Windportfolio

Modellsystem

$$\pi_h = a + Q_{D,res,h}{}^{b}$$

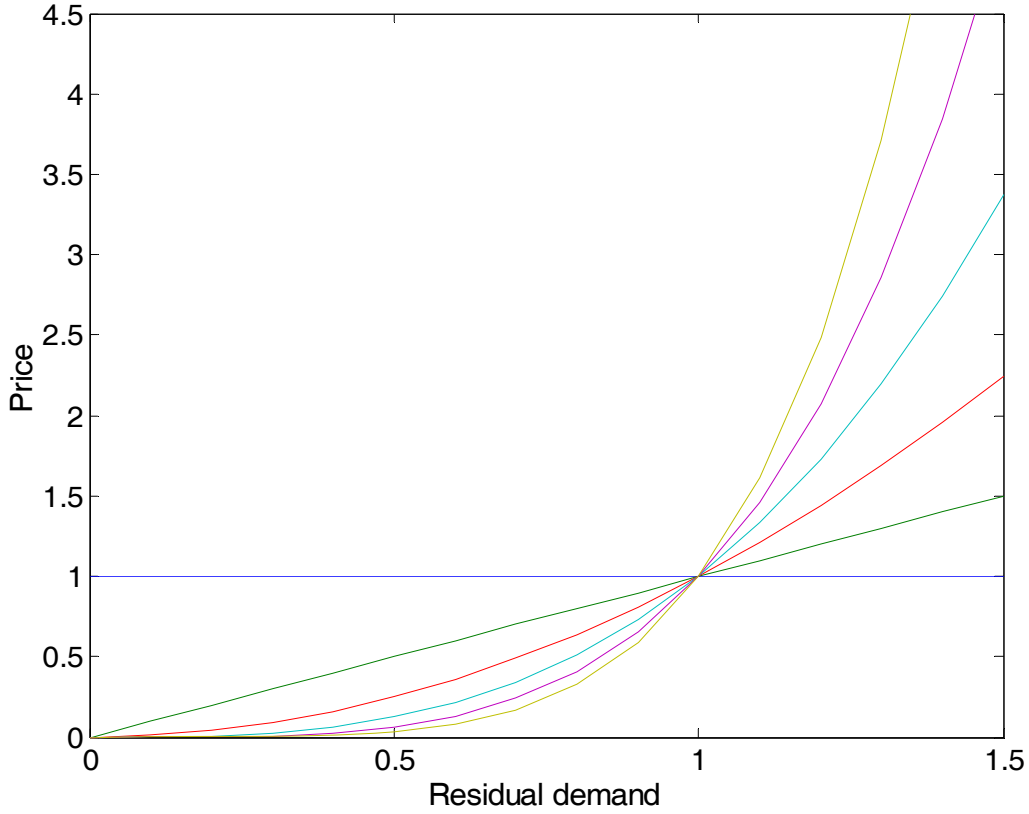
π_h	*stündlicher Strompreis*
$Q_{D,res,h}$	*Stündliche Restnachfrage (Nachfrage abzüglich Windeinspeisung)*
a, b	*Parameter der Angebotskurve*

Markwert

Baseload Technologie: $mv_{base} = \overline{\pi_h}$

Wind: $mv_{Wind} = \overline{\pi_h} + \frac{\mathrm{cov}(\pi, P_{Wind})}{\overline{P_{Wind}}}$

Konvexitätsgrad der Angebotskurve



Reale Angebotskurve

- **Treppenfunktion**
- **Zeitvariabel**
- **Reflektiert Kraftwerkspark**

Modellierte Angebotskurve

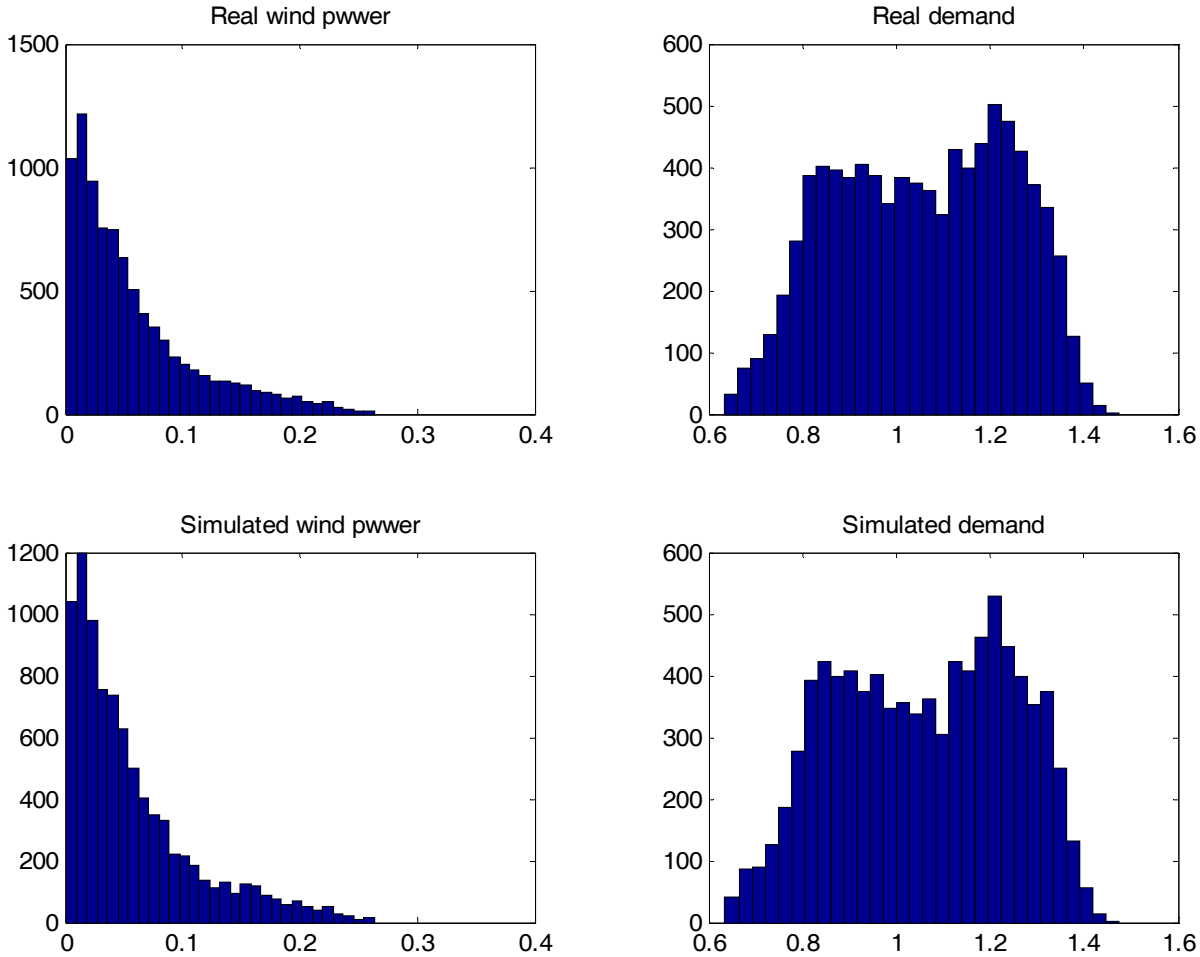
- **Kontinuierliche Funktion**
- **Bleibt zeitlich unverändert**
- **Variation von Parameter *b* *zwischen 0 und 5***

Windanteil

- **Skalierung historischer Windeinspeisezeitreihen**
- **Normiert auf Restnachfrage (Arbeitspunkt bleibt gleich)**

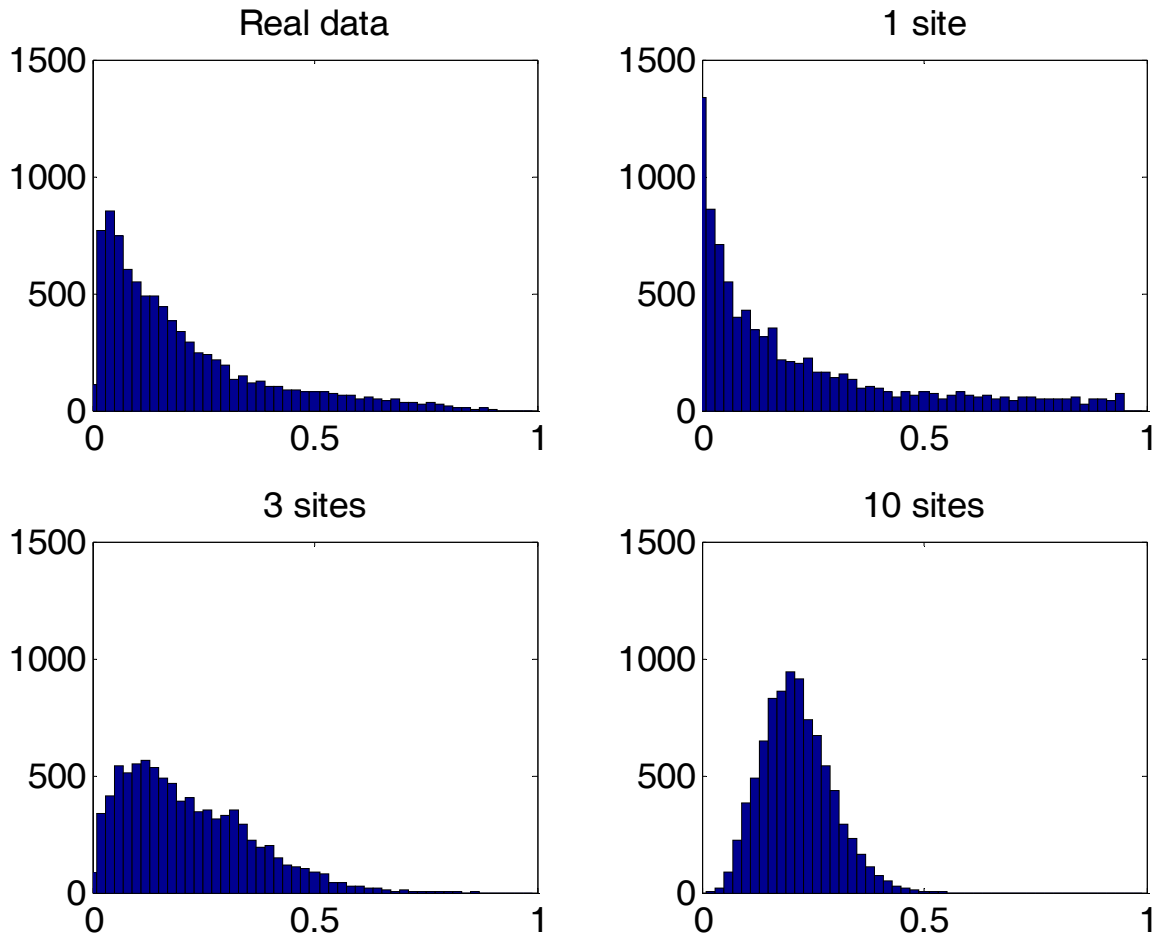
Windeinspeise-Nachfrage-Korrelation

Häufigkeitsverteilung historischer vs. simulierter Windeinspeisung und Nachfrage (Deutscher Datensatz 2006)



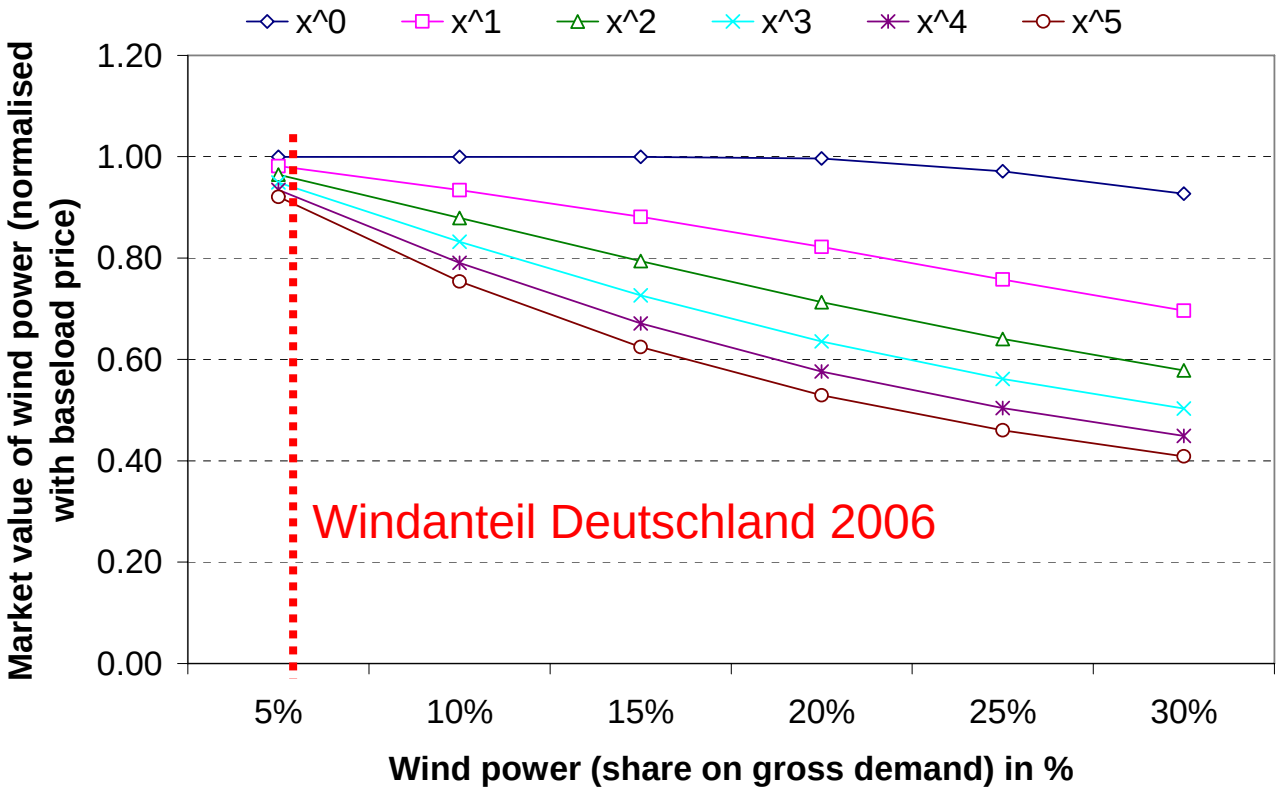
Windeinspeisecharakteristik (2)

Häufigkeitsverteilung realer vs. simulierter Windeinspeiseszenarien (normiert auf die installierte Kapazität)



3. SENSITIVITÄTSANALYSE – Angebotskurve, Windanteil

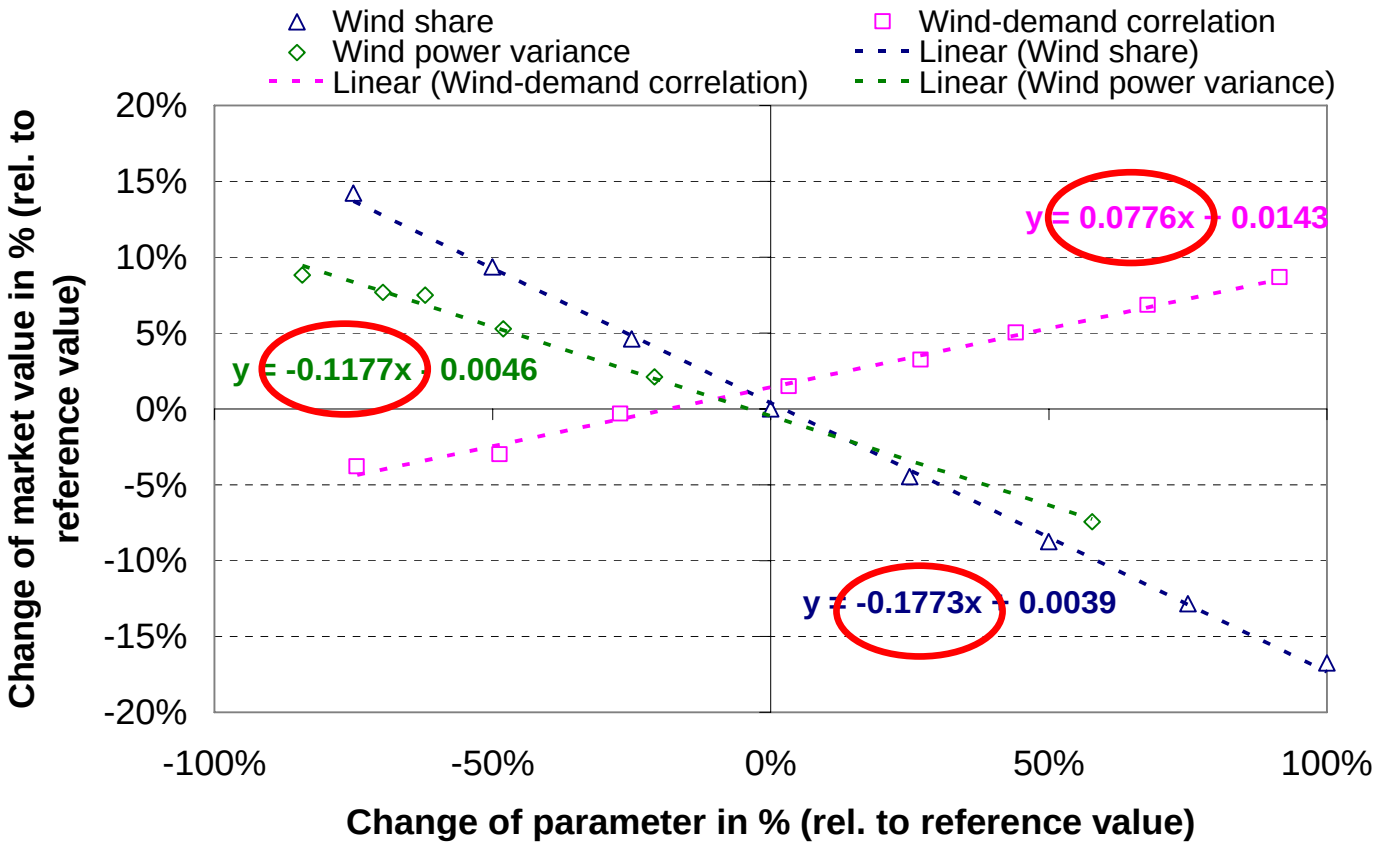
Marktwert der Windenergie in Abhängigkeit von Windanteil und Angebotscharakteristik



Annahme: Deutscher Datensatz 2006, Ergebnisse normiert auf Base-Preis

Sensitivität des Marktwerts auf Parameteränderungen

Deutscher Datensatz 2006, Angebotsfunktion: Polynom 4. Grades



Annahmen: Deutscher Datensatz 2006, Angebotsfunktion: a=0, b=4, Marktwert auf Base-Preis normiert

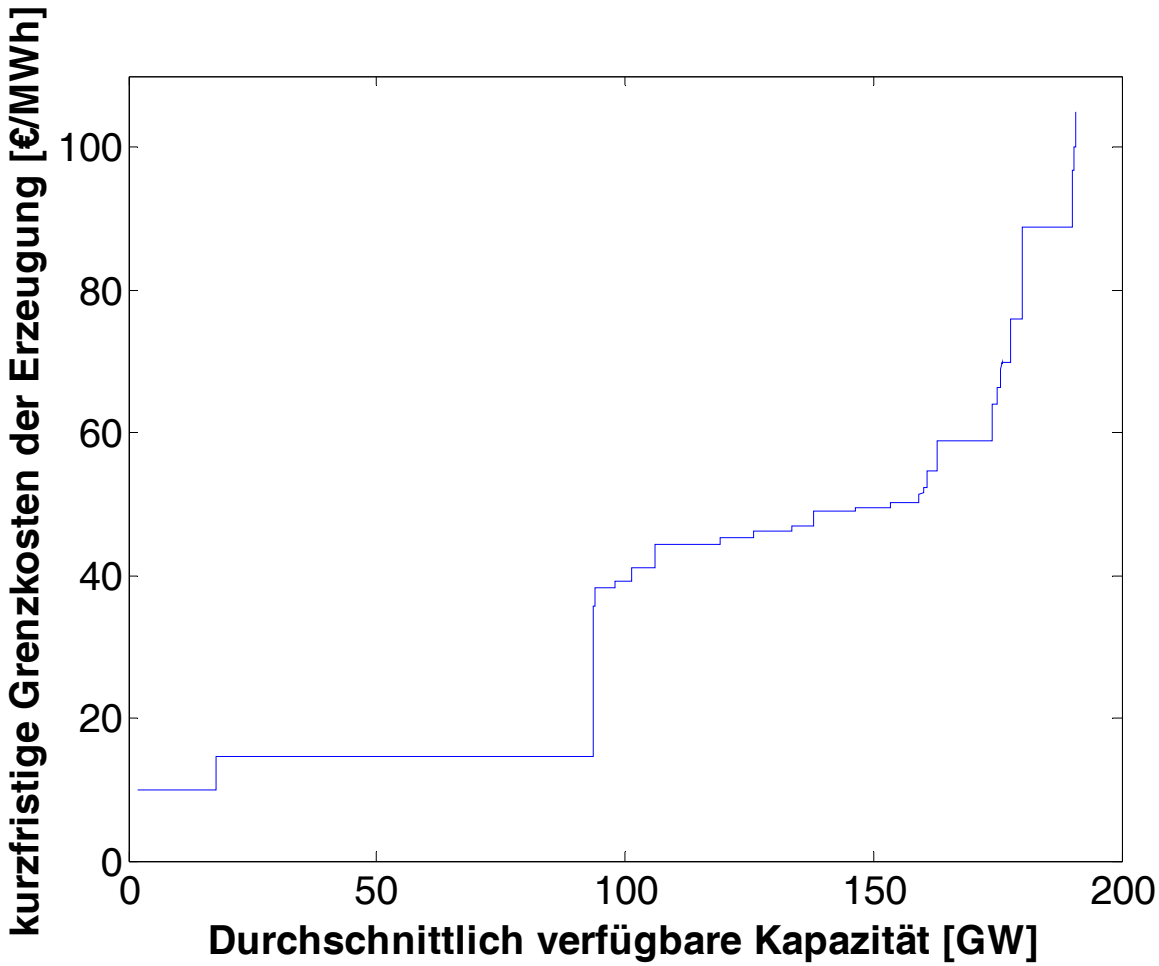
4. MODELLANWENDUNG – Mitteleuropäischer Strommarkt

Annahmen

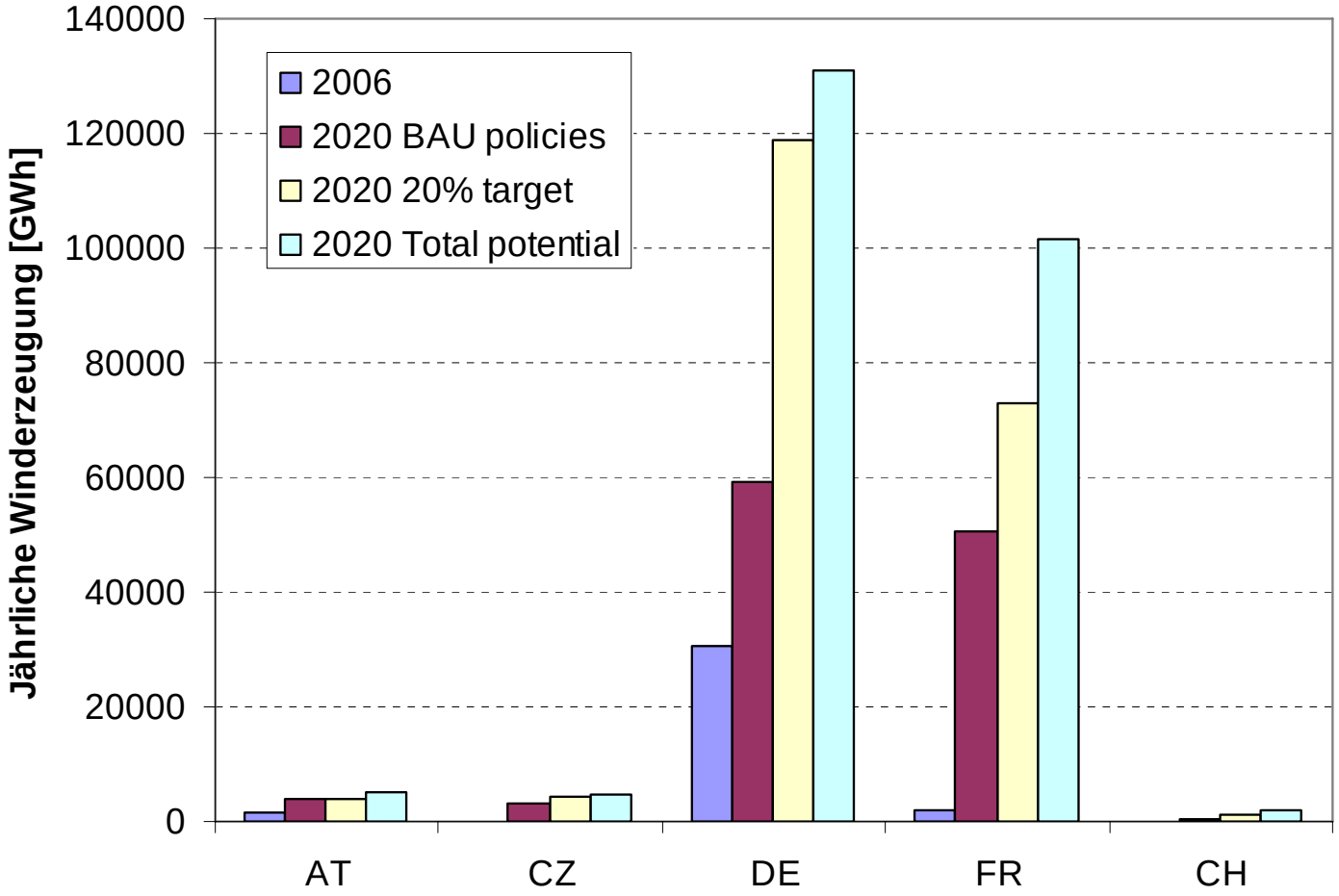
- **Mitteleuropäischer Strommarkt umfasst Deutschland, Frankreich, Tschechien, Österreich und Schweiz**
- **Referenzjahr 2006**
- **Stündliche Windeinspeisung und Nachfrage**
- **Modellierung der Angebotskurve basierend auf bestehendem Kraftwerkspark**
- **Durchschnittliche Primärenergieträger-, und CO2-Zertifikatspreise**
- **Mitteleuropäischer Strommarkt ist isoliert (kein Austausch mit Nachbarmärkten)**

Angebotskurve – Mitteleuropäischer Strommarkt 2006

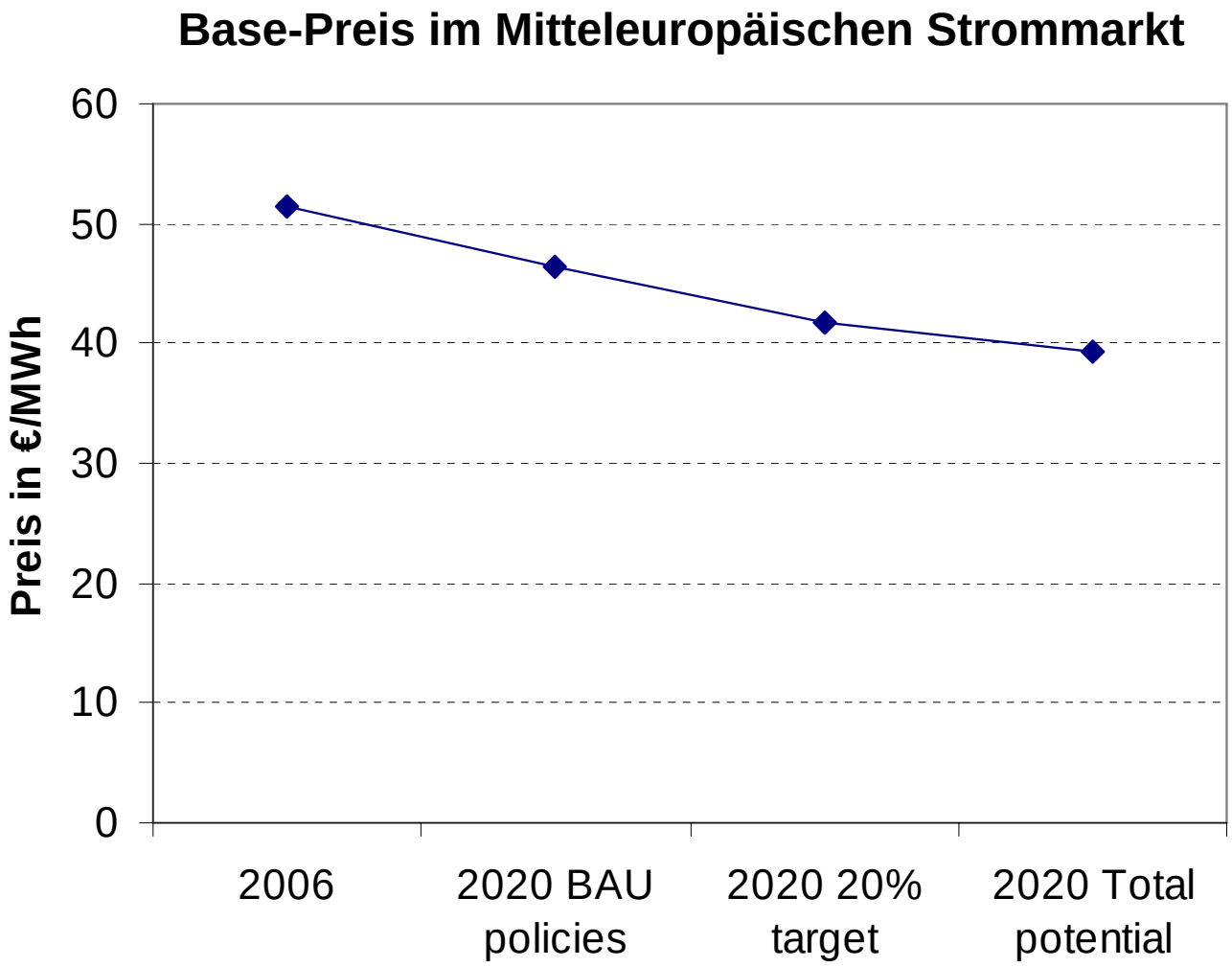
(ohne Wind)



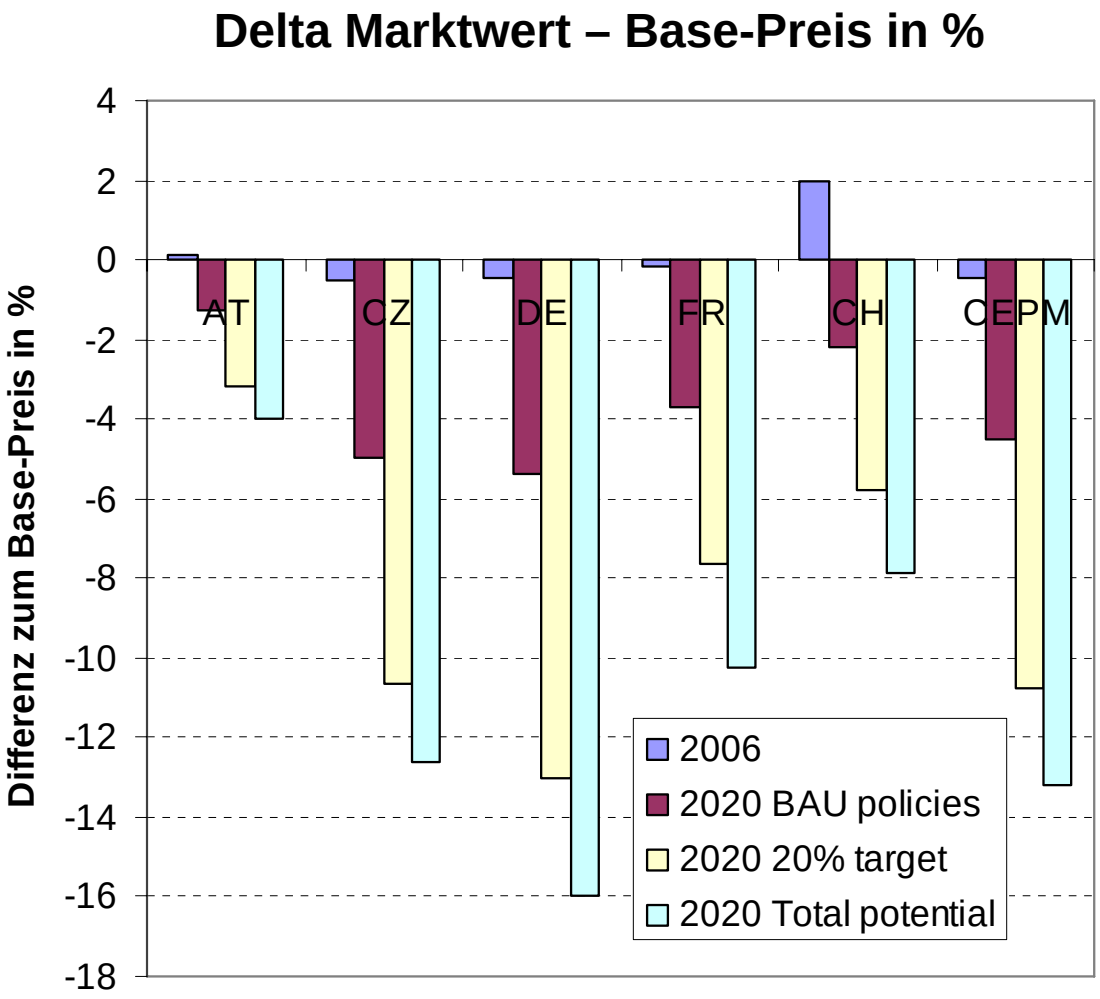
Analysierte Szenarien – Winderzeugung je Land



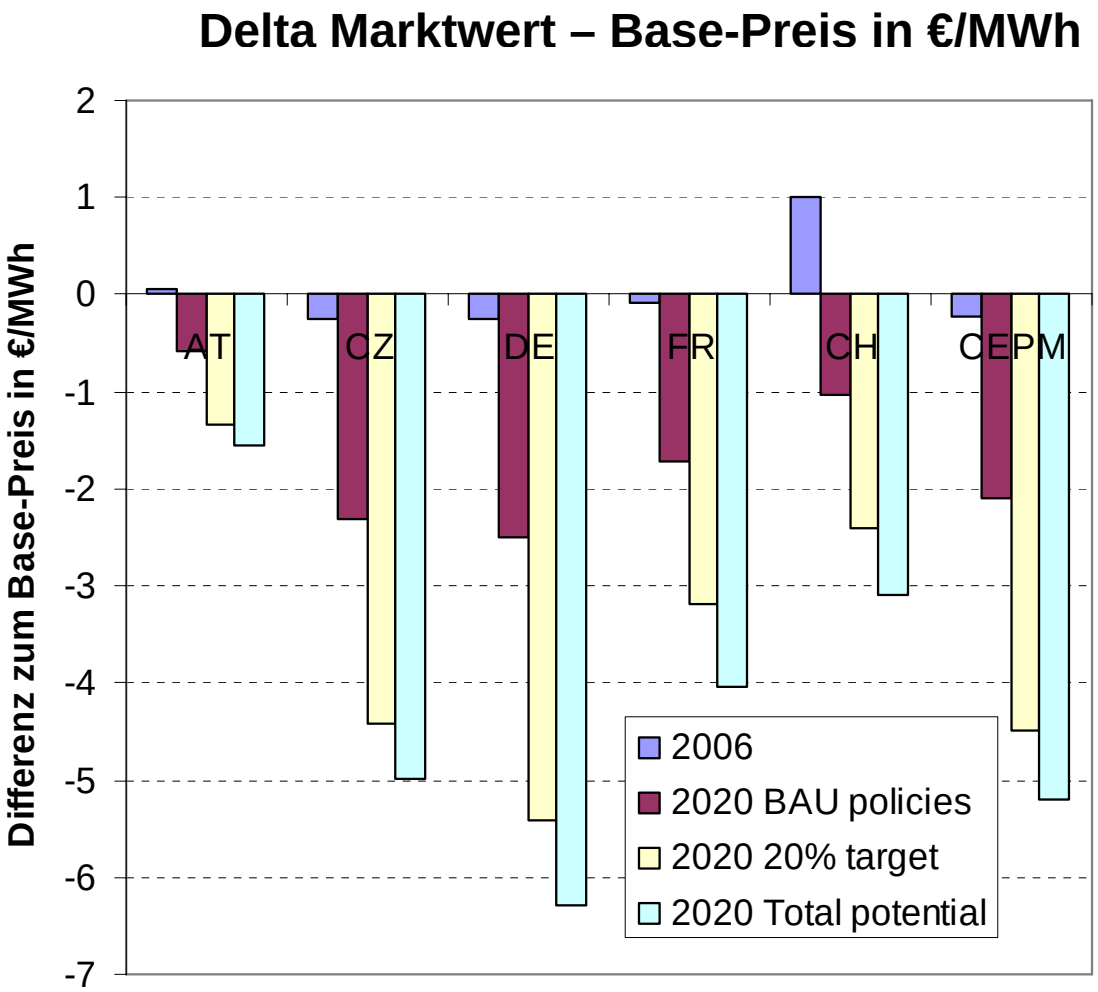
Ergebnisse (1) – Merit-Order-Effekt



Ergebnisse (2) – Marktwert der Windenergie

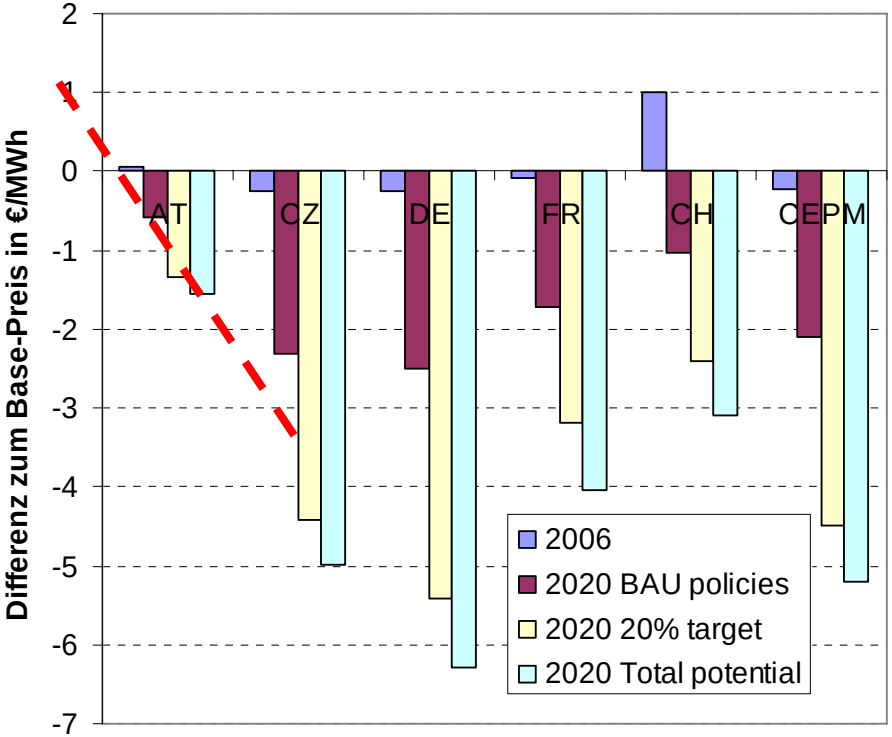


Ergebnisse (2) – Marktwert der Windenergie

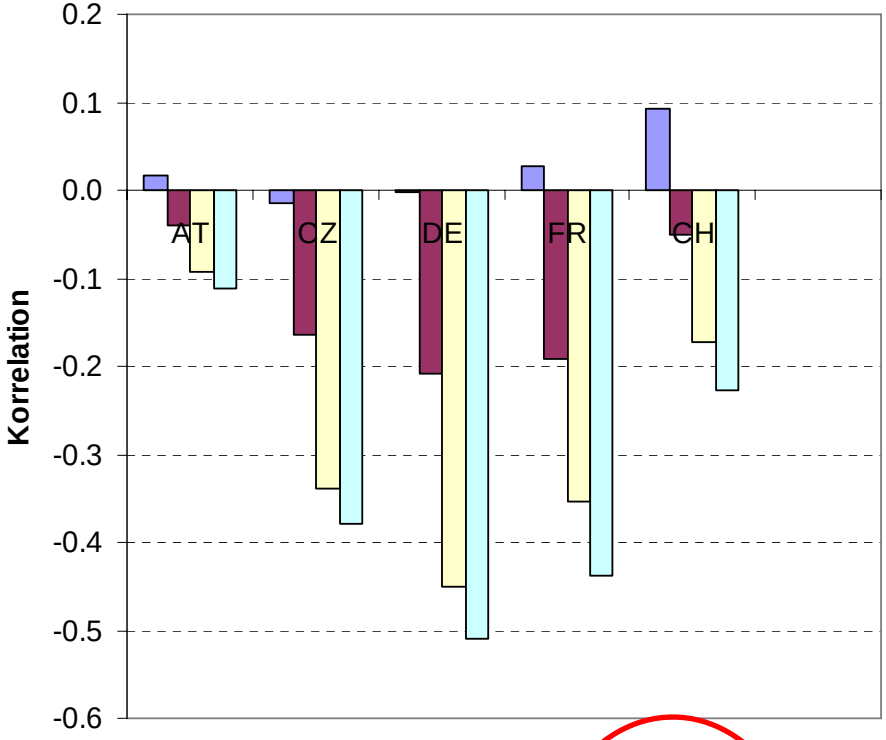


Ergebnisse (3) – Erklärung

Delta Marktwert – Base-Preis in %



Korrelation Wind – Restnachfrage



2020 20% target	AT	CZ	DE	FR	CH	CEPM
AT	1.00	0.44	0.20	0.12	0.18	0.23
CZ	0.44	1.00	0.73	0.32	0.39	0.69
DE	0.20	0.73	1.00	0.51	0.38	0.95
FR	0.12	0.32	0.51	1.00	0.57	0.75
CH	0.18	0.39	0.38	0.57	1.00	0.51
CEPM	0.23	0.69	0.95	0.75	0.51	1.00

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

- **Sensitivität des Marktwerts der Windenergie für alle analysierten Einflussparameter signifikant**
- **Wind-Preis-Korrelation reduziert Marktpreis**
- **Base-Preis kein geeigneter Indikator für den Marktwert der Windenergie**
- **Größenordnung des Effekts für Länder im Mitteleuropäischen Strommarkt unterschiedlich**
- **Zukünftig auch Korrelation zwischen Einspeisung eines Standortes mit Gesamteinspeisung im jeweiligen Strommarkt zu berücksichtigen**

6. AUSBLICK

Weiterführende Arbeiten umfassen

- **Bewertung der Sensitivitäten für den Mitteleuropäischen Strommarkt**
- **Bewertung zukünftiger Entwicklungen dieser Parameter**
  - **Entwicklung Kraftwerkspark (in Abhängigkeit des Windausbaus)**
  - **Preisentwicklungen (Primärenergieträger, CO2-Zertifikate)**
  - **Geografische Verteilung der Windenergie im Mitteleuropäischen Strommarkt**
  - **Offshorenutzung in Deutschland**
  - **Speichereinsatz zum Ausgleich der Windenergie**

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Weitere Information / Fragen:

Carlo Obersteiner
Energy Economics Group
Tel.: +43 1 58801 37367
Fax: +43 1 58801 37397
Email: obersteiner@eeg.tuwien.ac.at

Web: www.eeg.tuwien.ac.at