Leibniz Universität Hannover

SciencesPo. Paris

Flexibilitätsoptionen im Strommarkt

ANALYSE DES EINFLUSS VON FLEXIBILITÄTSOPTIONEN AUF DEN MARKTWERT ERNEUERBARER ENERGIEN

Anselm Eicke,
Astrid Bensmann, Richard Hanke-Rauschenbach

AGENDA

Einführung und Ausgangshypothesen

Beschreibung des verwendeten Modells

Analyse verschiedener Flexibilitätsoptionen

Zusammenfassung der Ergebnisse

© Anselm Eicke

Steigender EE-Anteil führt zu sinkendem Marktwert

Literaturübersicht und Modellierung prognostizieren Wertverfall Erneuerbarer Energien

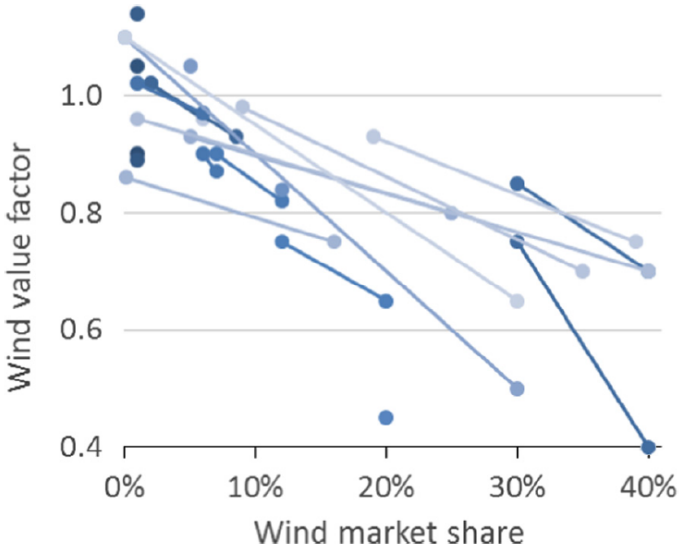
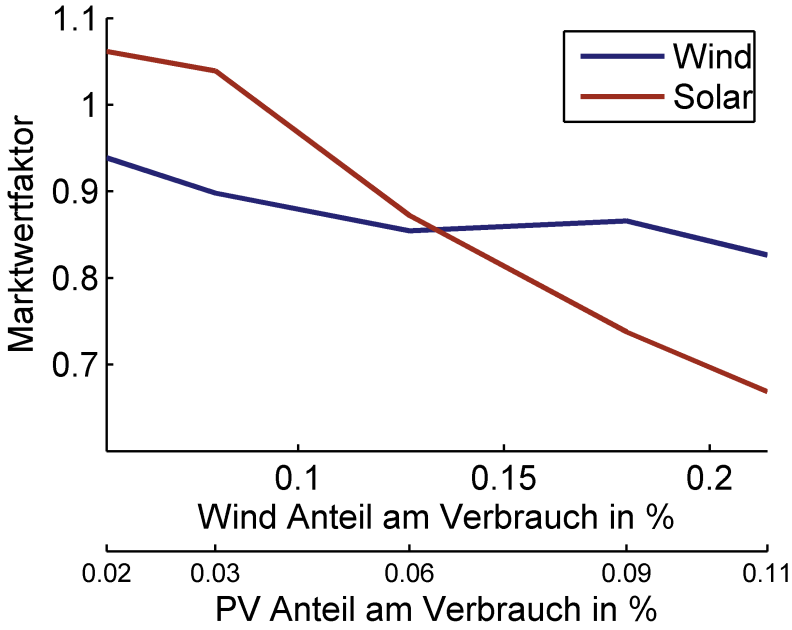


Fig. 4. Market value estimates from the literature. Each line represents one study, the dots indicating the minimum and maximum penetration rates. Own illustration.

Quelle: Lion Hirth (2016), unterschiedliche Länder



Quelle: eigene Darstellung, Frankreich

© Anselm Eicke

Marktwert als Indikator für Wirtschaftlichkeit von EE

Marktwert (in €/MWh)

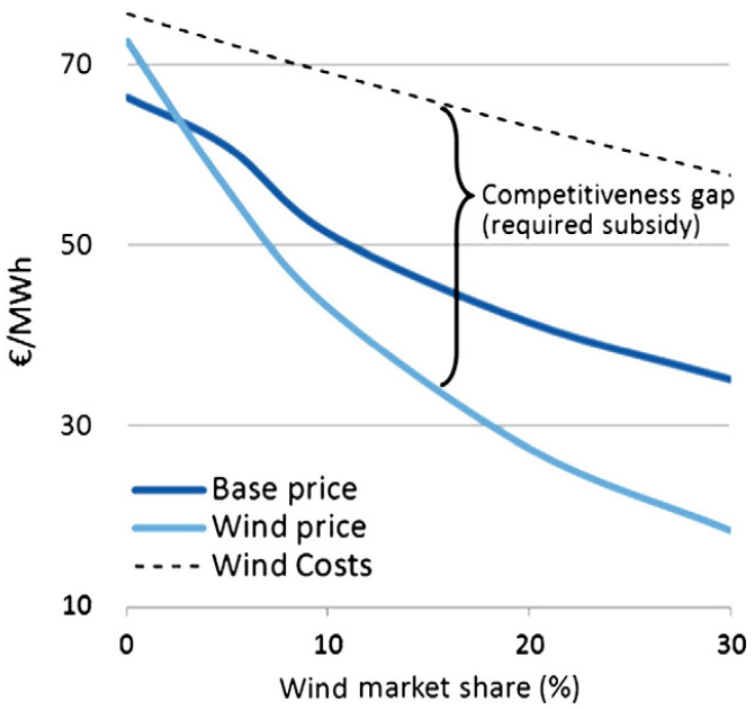
$$= \frac{\int_{t=0}^{T} P_{\mathrm{gen},i}(t) \cdot p_{\mathrm{clear}}(t)\,\mathrm{d}t}{\int_{t=0}^{T} P_{\mathrm{gen},i}(t)\,\mathrm{d}t}$$

≈ Umsatz von EE-Betreibern

Marktwertfaktor (dimensionslos)

$$= \frac{\text{Marktwert}}{\text{durchschnittlicher Strompreis}}$$

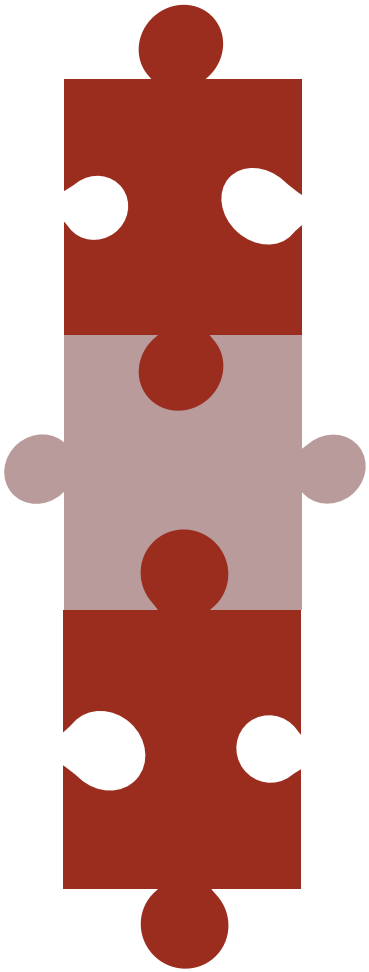
Schematisches Beispiel der Entwicklung von Marktwert und LCOE



Quelle: Lion Hirth (2013)

© Anselm Eicke

Hypothesen des Vortrages



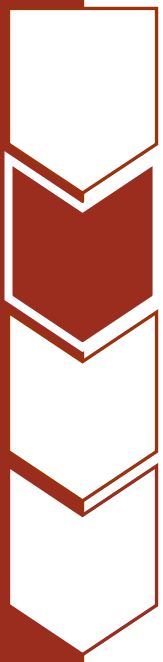
Aufnehmendes Stromsystem ist entscheidend für Entwicklung des Marktwertes

Speicher und Netze reduzieren Absinken des Marktwerts

LP Modelle überschätzen strukturell das Absinken des Marktwerts Erneuerbarer

© Anselm Eicke

AGENDA



Einführung und Ausgangshypothesen

Beschreibung des verwendeten Modells

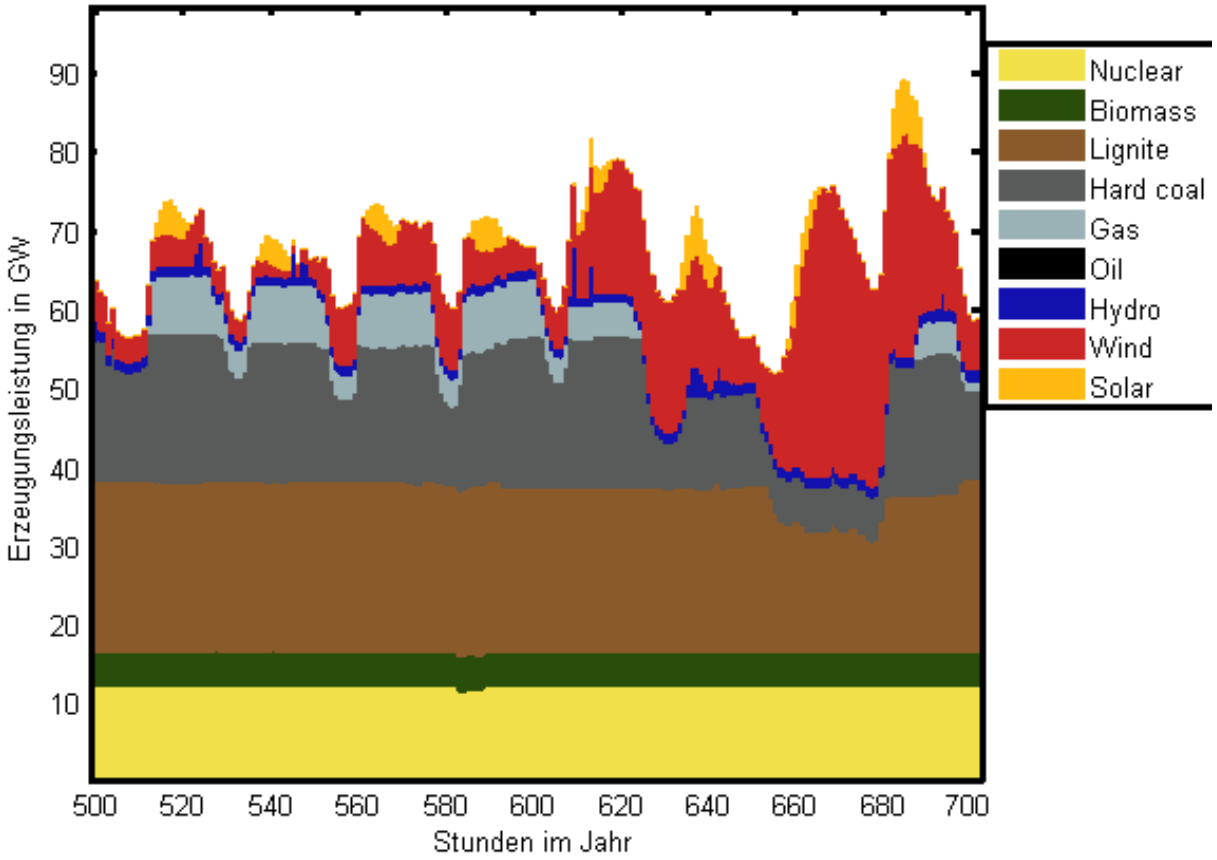
Analyse verschiedener Flexibilitätsoptionen

Zusammenfassung der Ergebnisse

© Anselm Eicke

MILP Dispatch Model zur Simulation der Strompreise

- Strompreis = Grenzkosten der Stromerzeugung
- Kein strategisches Bieten (vgl. PLEXOS Model / Spieltheorie)

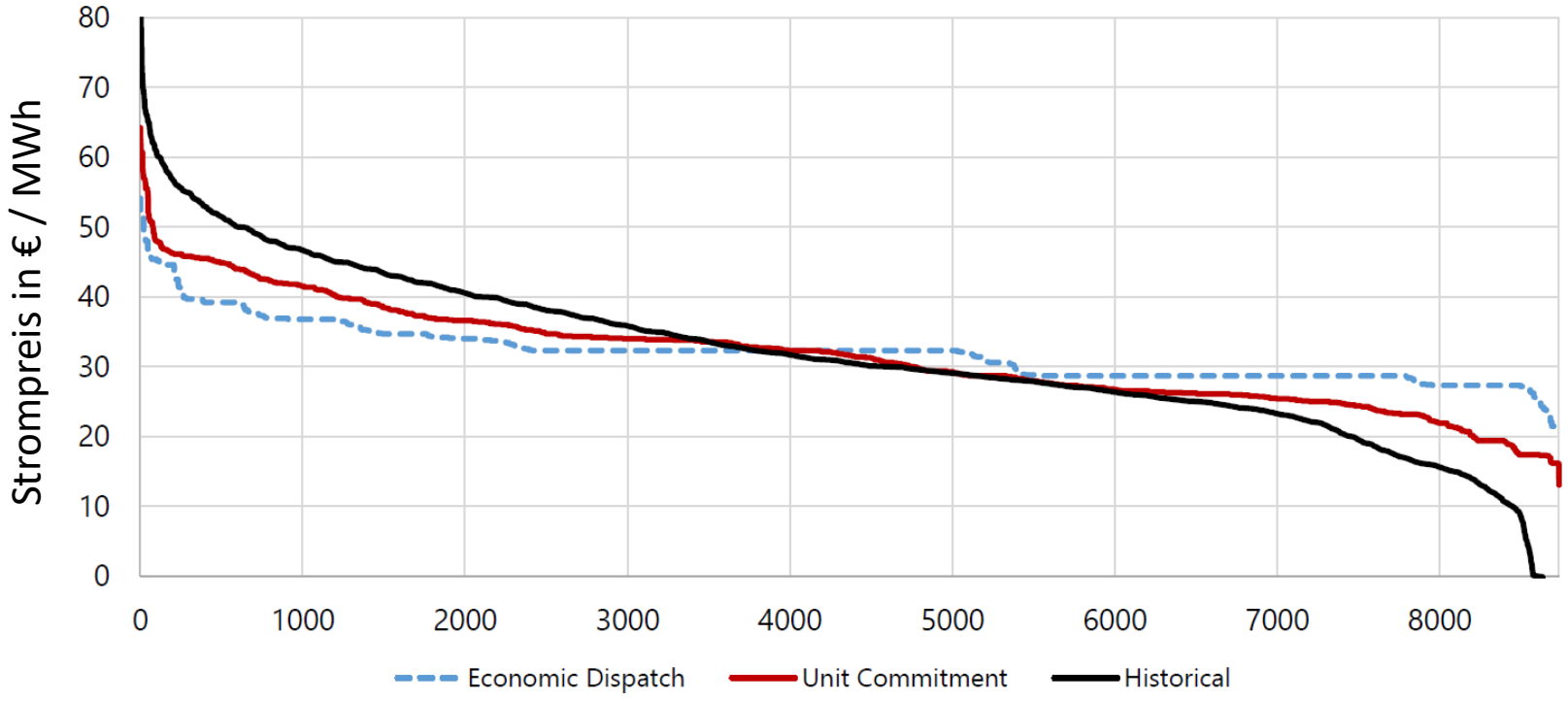


Quelle: eigene Darstellung einer Winterwoche in Deutschland 2015, Modellergebnisse

© Anselm Eicke

Die Nutzung eines MILP Modells ermöglicht bessere Darstellung von Preisunterschieden

Sortierte Strompreisdauerlinie für Dänemark zeigt signifikante Unterschiede verschiedener Modelltypen

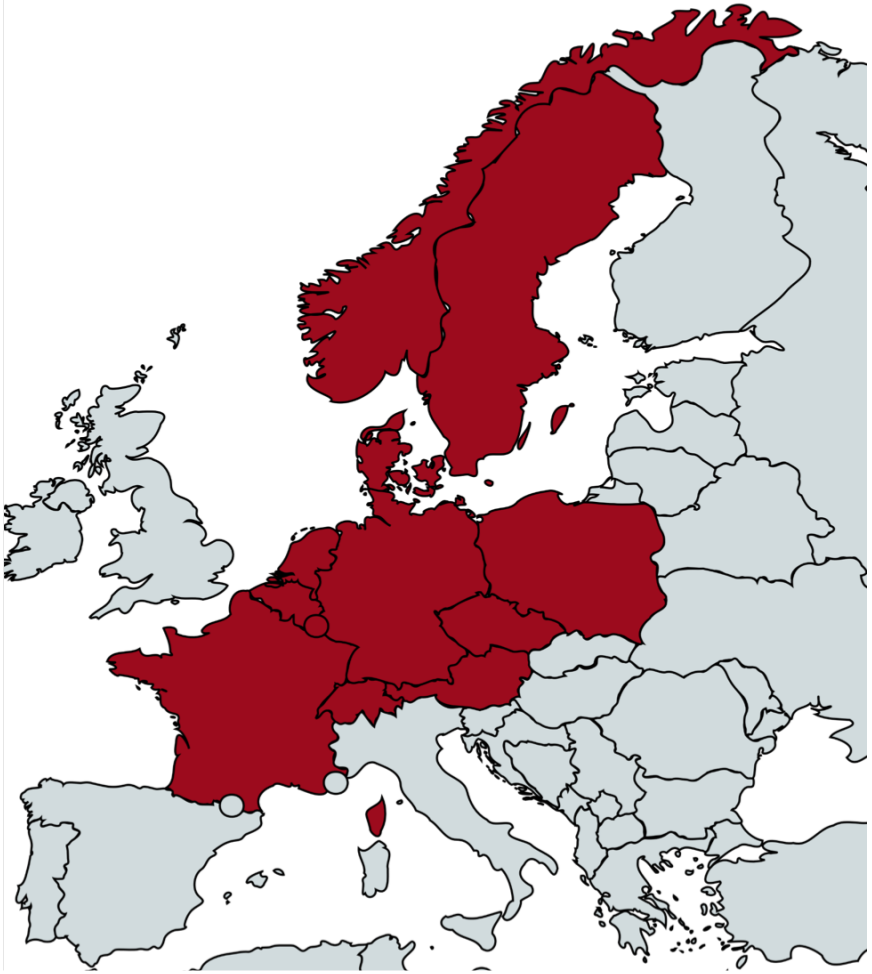


Quelle: Karsten Capion, Danish Energy Association

© Anselm Eicke

Untersuchte Länder werden simultan modelliert

- Stromaustausch zwischen modellierten Ländern wird endogen optimiert
- Einzelne Länder werden als Kupferplatte simuliert

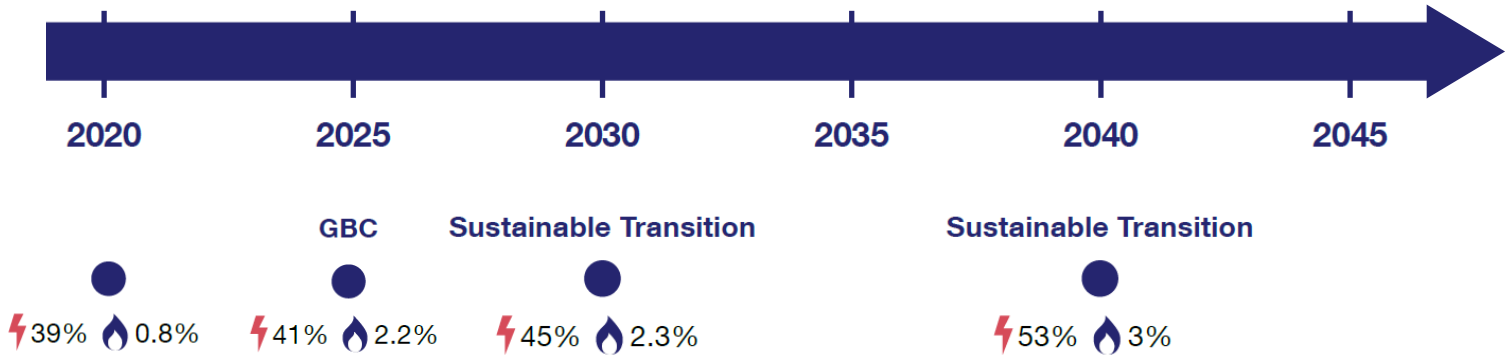


Quelle: Eigene Darstellung mit Hilfe von mapchart.net

© Anselm Eicke

Exogene Vorgabe wichtiger Parameter

Transition Scenario des TYNDP von ENTSO-E als Referenzszenario



- Kraftwerkspark
- Übertragungskapazitäten
- Stromverbrauchsentwicklung

Quelle: ENTSO-E

© Anselm Eicke

AGENDA

Einführung und Ausgangshypothesen

Beschreibung des verwendeten Modells

Analyse verschiedener Flexibilitätsoptionen

Zusammenfassung der Ergebnisse

© Anselm Eicke

Auswahl von drei Flexibilitätsoptionen…

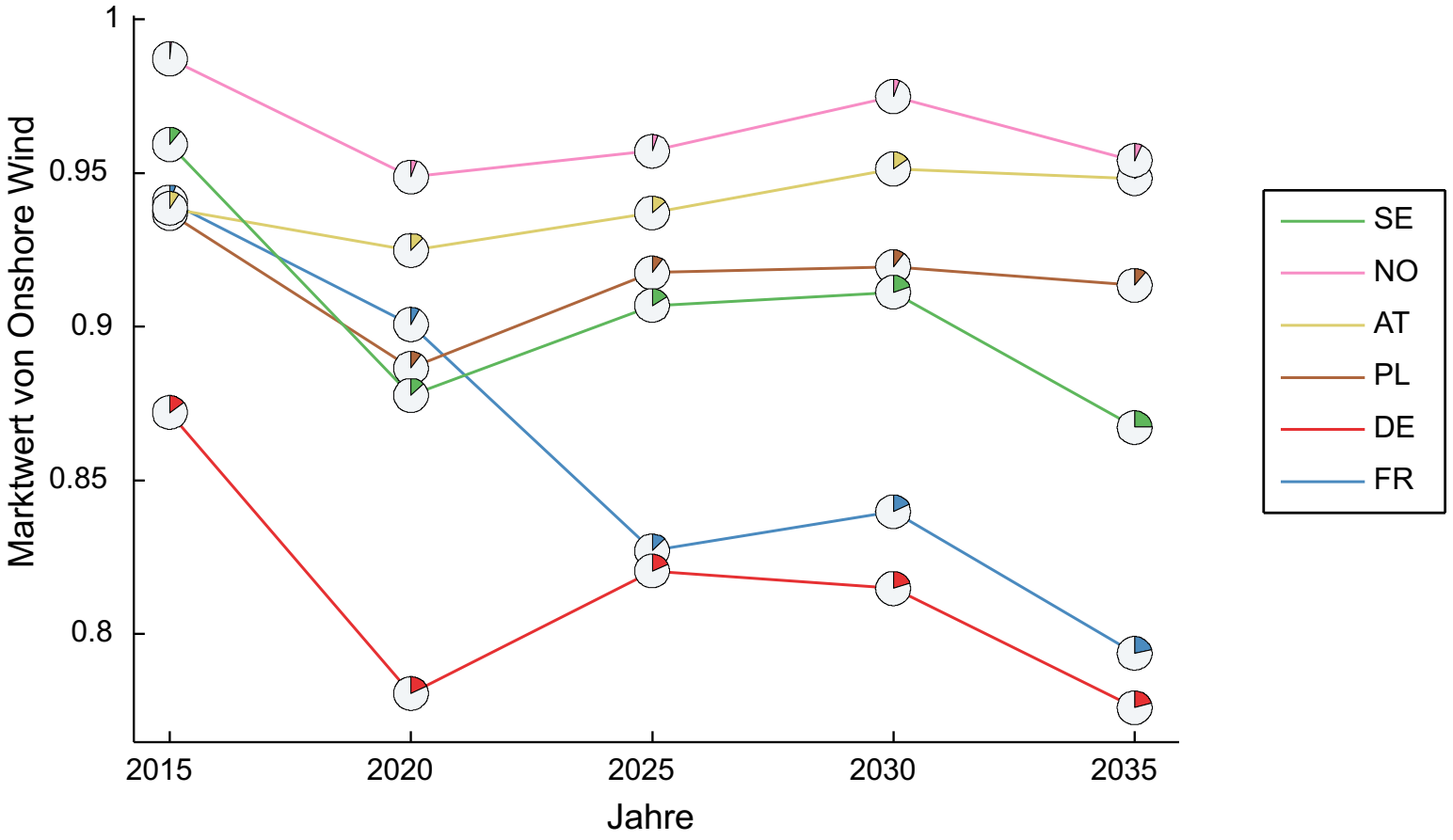
… aus einer Liste marktwertbeeinflussender Parameter

- Demand Side Management
- Verringerung der “must-run” Kapazitäten
- Systemoptimierte Erzeugung
- Preise der Energieträger
- Marktdesign, z.B. Nodel Pricing

© Pictured designed by Freepik
© Anselm Eicke

Bedeutung der Zusammensetzung des Energiesystems

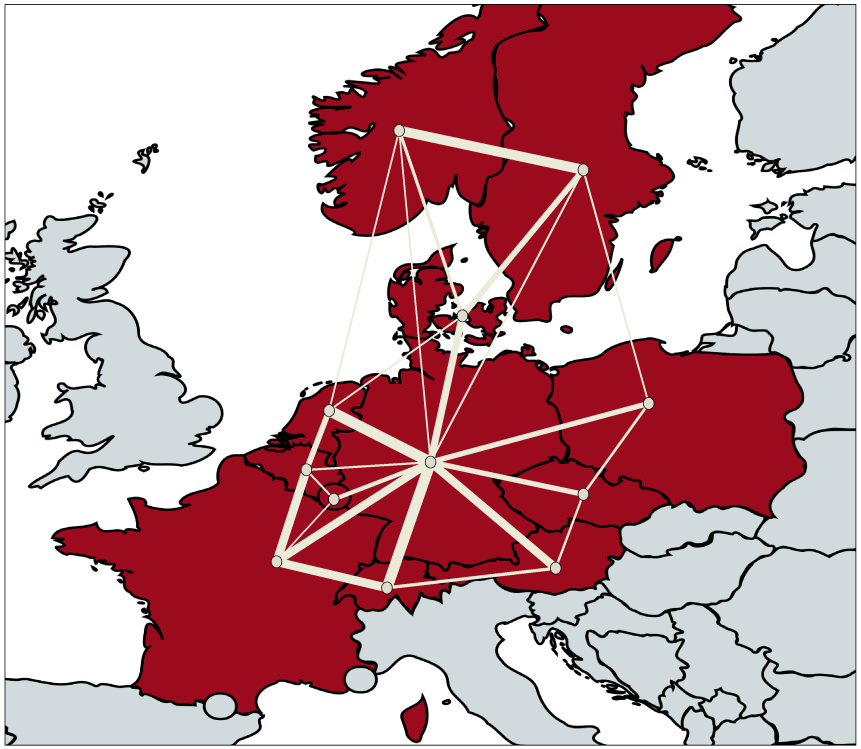
Entwicklung der Marktwertfaktoren für Windstrom im Referenzszenario



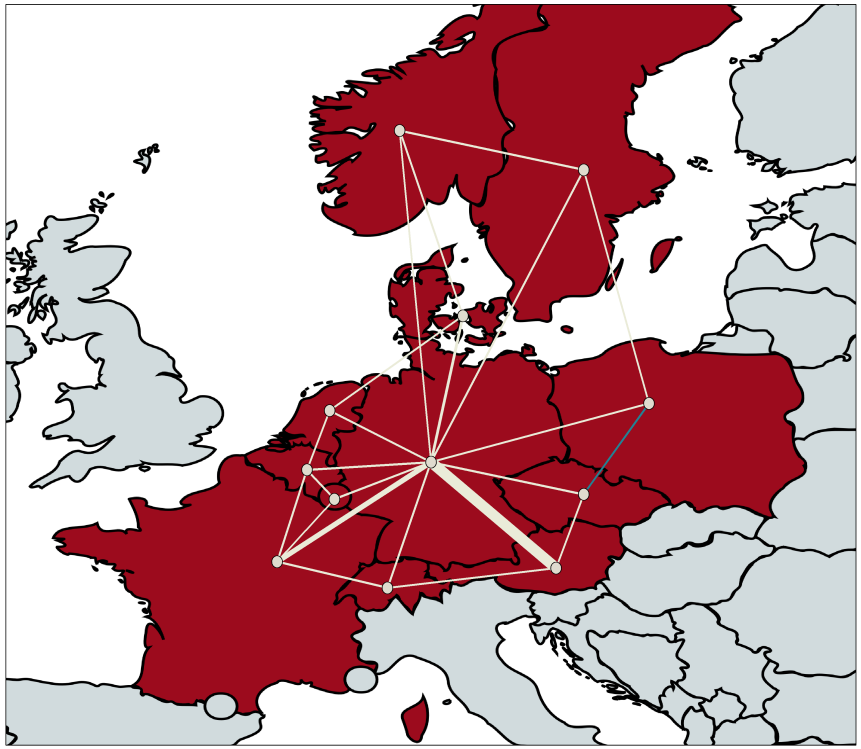
Quelle: eigene Darstellung

© Anselm Eicke

Netze: Ist-Zustand (2015) und Zubau bis 2030



2015

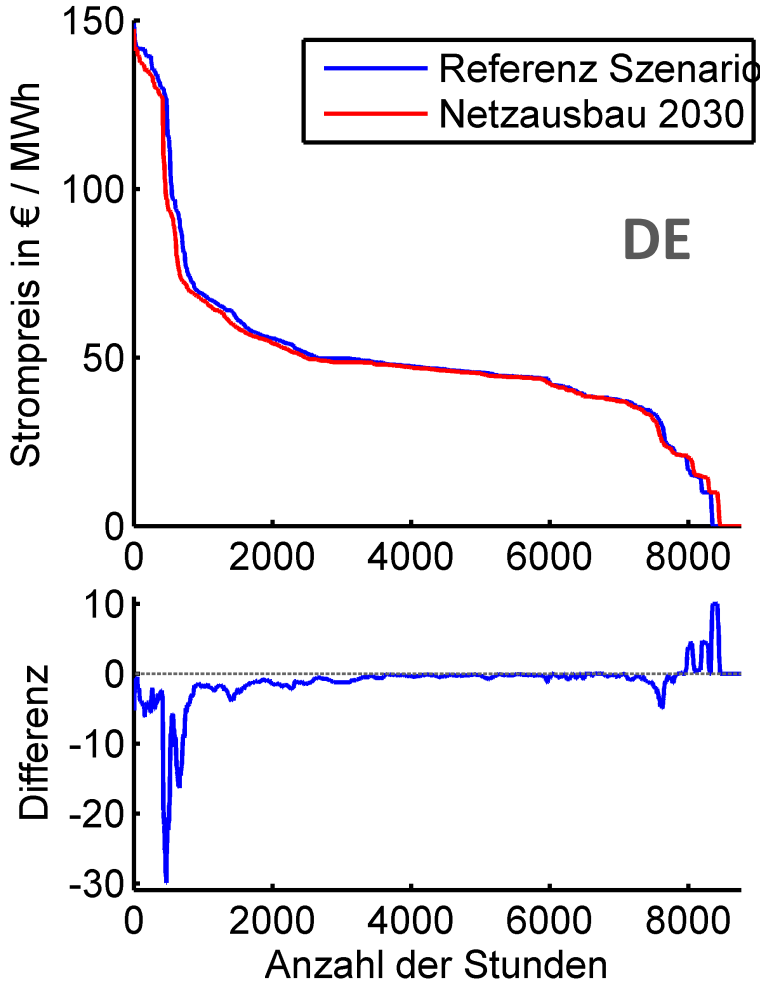


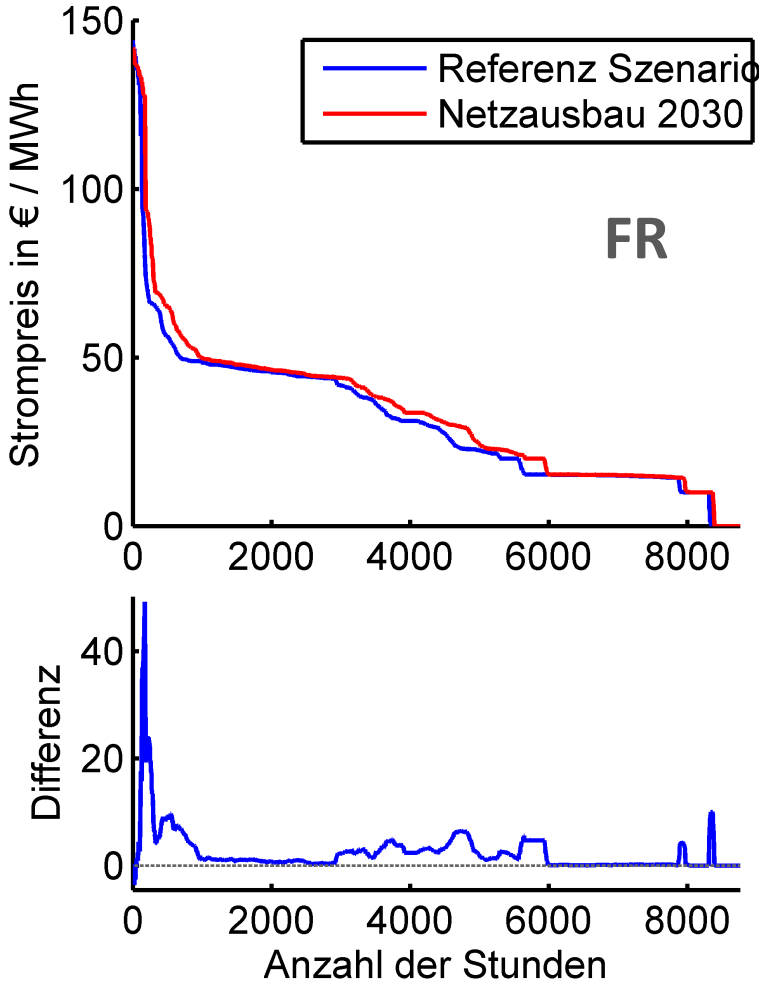
Zubau 2015 - 2030

Quelle: TYNDP ENTSO-E, eigene Darstellung

© Anselm Eicke

Netze: Veränderung der Preisstruktur 2030



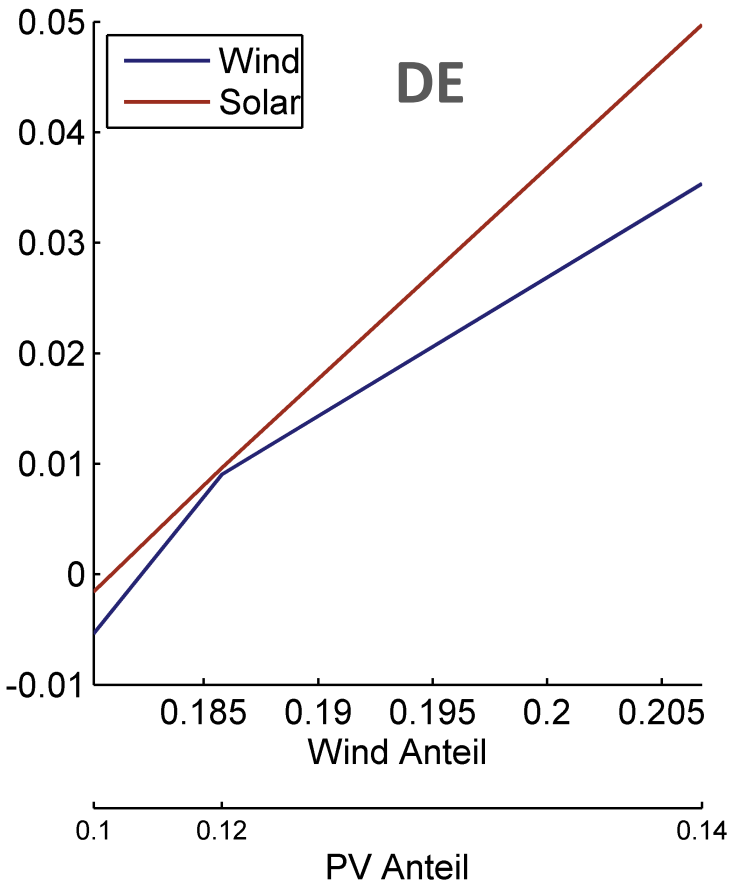


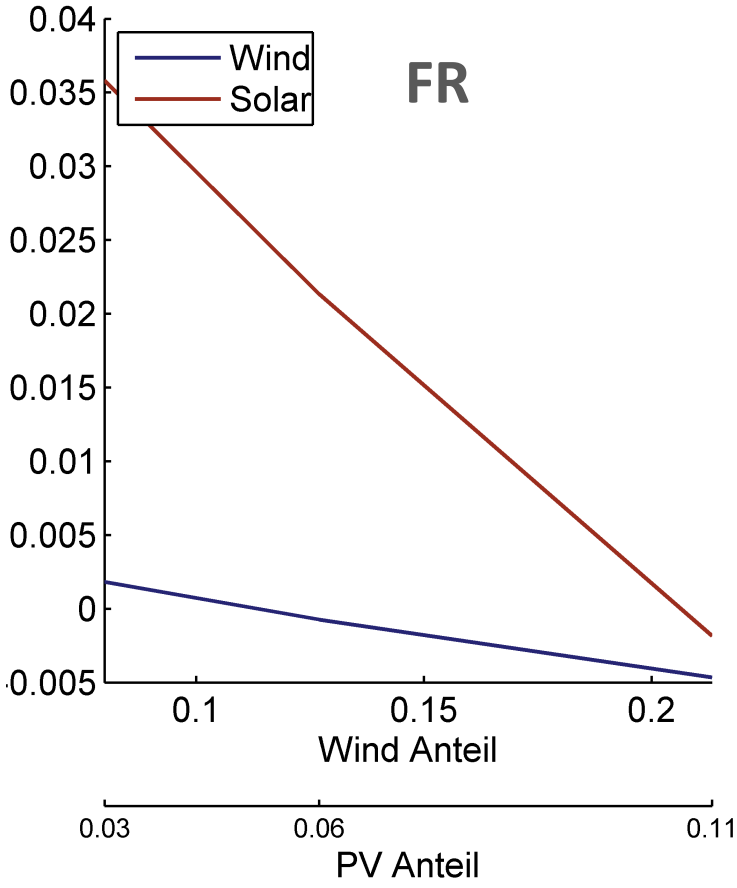
Quelle: eigene Darstellung basierend auf Modelergebnissen

© Anselm Eicke

Wirkung von Netzeinfluss auf Marktwert ambivalent

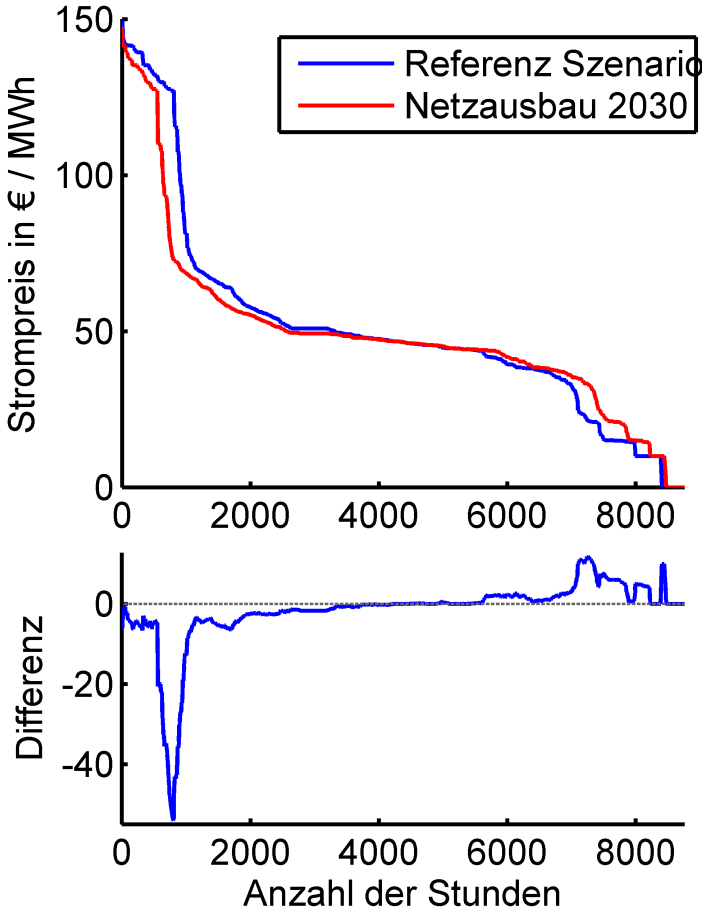
Änderung des Marktwertfaktors durch zusätzlichen Netzausbau (NTC 2030)

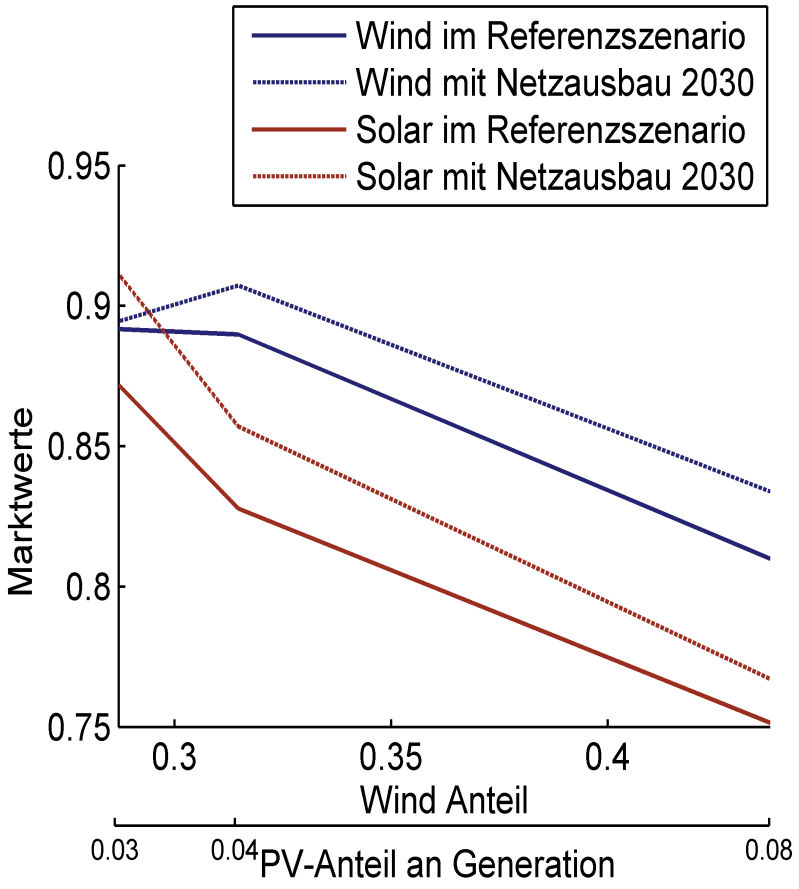




© Anselm Eicke

Fall DK: Netzeinfluss auf den Marktwert konstant





© Anselm Eicke

AGENDA

Einführung und Ausganshypothesen

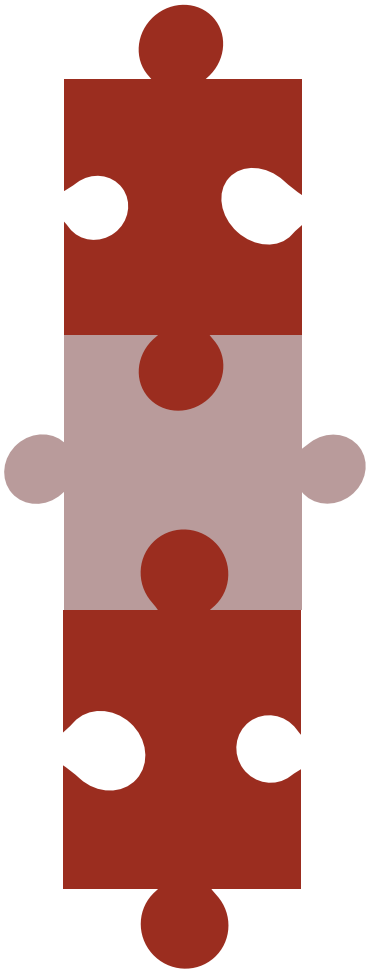
Beschreibung des verwendeten Modells

Analyse verschiedener Flexibilitätsoptionen

Zusammenfassung der Ergebnisse

© Anselm Eicke

Auswertung der Hyptothesen



Aufnehmendes Stromsystem ist entscheidend für Absinken des Marktwertes ✓

Speicher und Netze reduzieren Absinken des Marktwerts (✓)

LP Modelle überschätzen strukturell das Absinken des Marktwerts Erneuerbarer ✓

© Anselm Eicke

Take-aways des Vortrags

1. Marktwerte von EE zunehmend relevanter als LCOE

2. Viele Parameter beeinflussen den Marktwert

3. Effekte, die das Absinken mildern werden methodisch unterschätzt
   - ➢ Absinken des Marktwertes wird überschätzt

4. Das verwendete Modell ist aus Rechenzeitgründen nur bedingt für allgemeine Untersuchungen geeignet

© Anselm Eicke

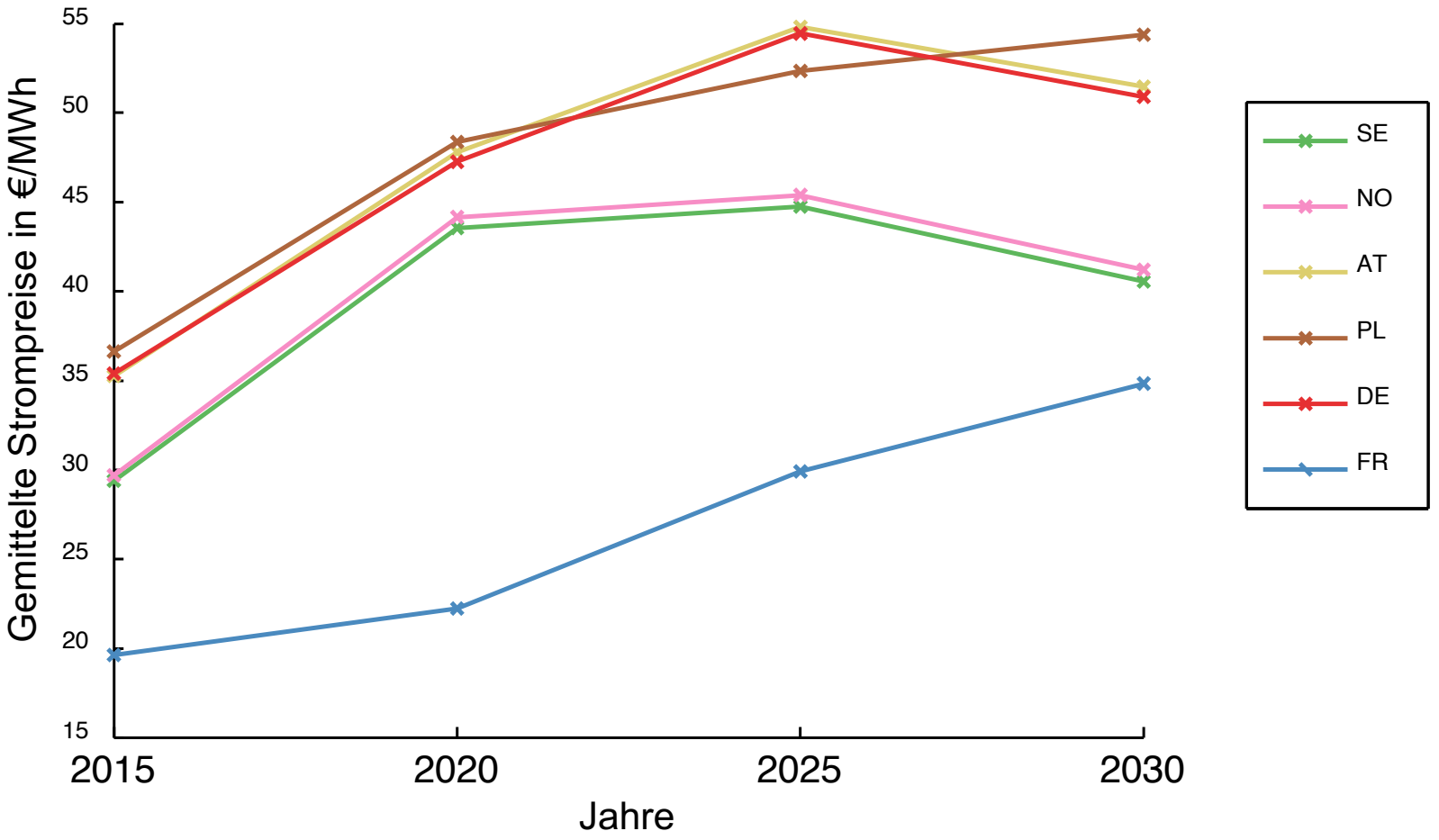
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

© Anselm Eicke

Backup

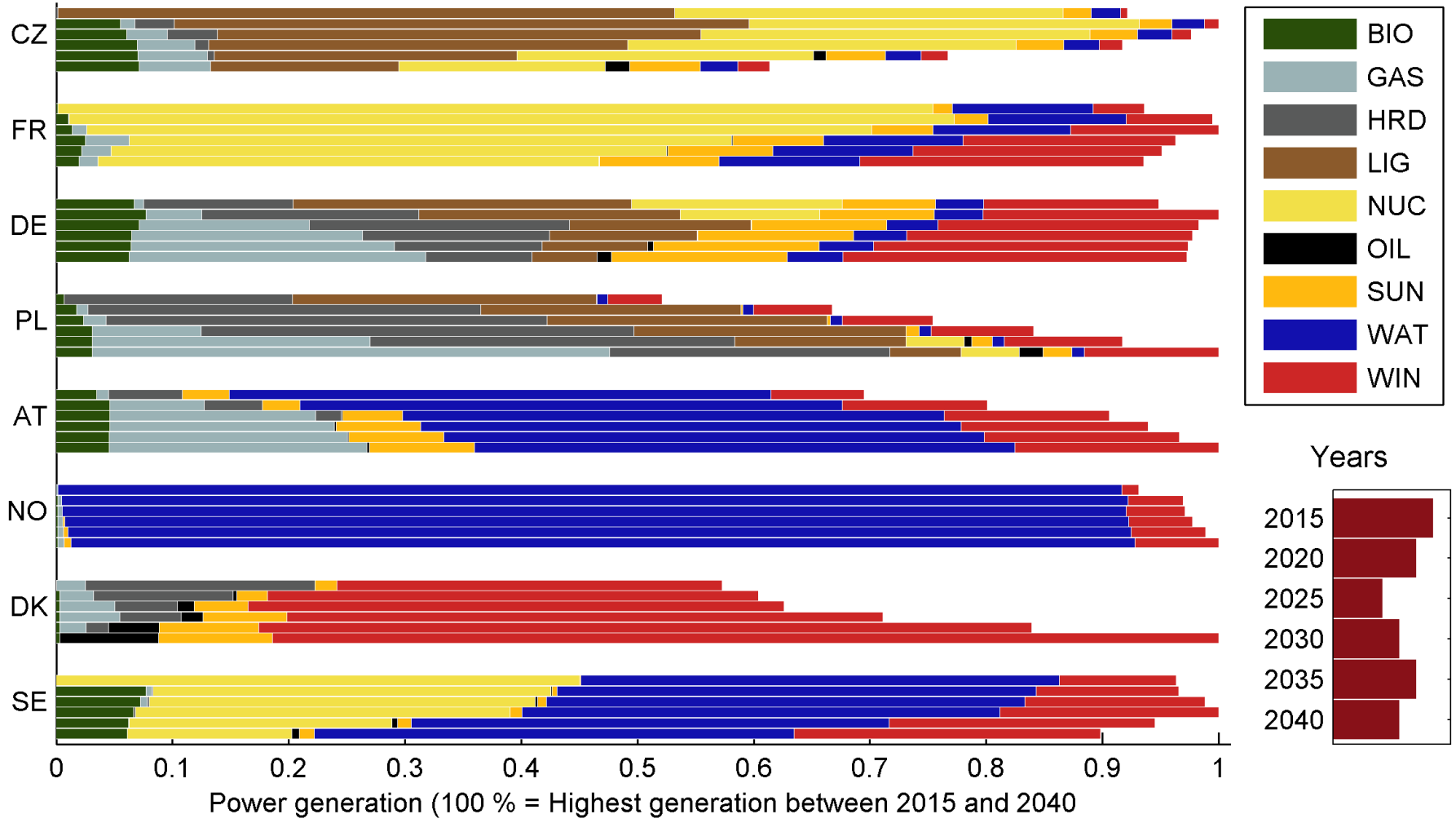
© Anselm Eicke

Entwicklung der durchschnittlichen Strompreise



© Anselm Eicke

Stromerzeugung nach Energieträger



Quelle: eigene Darstellung

© Anselm Eicke

Verwendete technische Kraftwerksparameter

Technology	Efficiency range in %	Min. up time in h	Min down time in h	Ramping rate in % of P_{nom} / min	Starting Costs in € / MW	Ramping Cost in € / MW_{ramp} MW_{nom}	Min. partial load in %	Efficiency at partial load in % of η_{nom}	CO_2 Intensity in t_{CO_2}/MWh_{el}	O & M Costs in € / MWh_{el}	Max. Plant size in MW
Lignite	29 - 44	8	8	7	260	0.5	55	86	0.9	4	1200
Hard Coal	32 - 45	6	6	1	251	0.7	45	90	0.81	4	600
Gas – Simple Cy.	50 - 58	3	4	1.5	44	0	70	85	0.36	4	550
Gas – Combined Cy.	35 - 40	1	0	10	33	0	40	78	0.55	5	400
Nuclear	30 - 35	12	12	1	850	2	60	95	0	8	1500
Oil	37 - 42	1	0	7	45	0	20	78	0.79	4	300
Photovoltaics	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	-
Offshore Wind	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	-
Onshore Wind	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	-
Run-of-the-Ricer	85	0	0	100	0	0	0	100	0	10	-
Hydro dam	80	0	0	100	0	0	0	100	0	10	-
Hydro pump storage	75 - 80	0	0	100	0	0	0	100	0	0	-
Biomass	42 - 50	0	12	2	251	0	40	93	0	5	-
PV Storage	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	-

© Anselm Eicke