

Investitionen erneuerbarer Energietechnologien unter dem Einfluss schwankender Rohstoffpreise – eine ökonometrische Analyse

Christian Panzer¹, Patrik Söderholm²

¹Energy Economics Group (EEG), Technische Universität Wien
Gusshausstrasse 25-29/373-2, A-1040 Wien, Austria
Tel +43-1-58801-37360, Fax +43-1-58801-37397
Email panzer@eeg.tuwien.ac.at
Web <http://eeg.tuwien.ac.at>

²Lulea University of Technology, Lulea, Sweden

Motivation/Inhalt

Die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems im europäischen Raum spielt derzeit eine größere Rolle denn je. Daher hat der Europäische Rat 2009 verbindliche Ziele [*Renewable Energy Directive (2009/28/EC)*] für alle 27 EU Mitgliedstaaten beschlossen, welche den Ausbau erneuerbarer Energieträger stark forciert und im Jahr 2020 20% des Bruttoendenergieverbrauchs bedeuten.

Heutzutage sind erneuerbare Energietechnologien (EET) auf den nationalen und internationalen Energiemärkten (in den meisten Fällen) ohne jegliche finanzielle Anreize noch nicht wettbewerbsfähig. Allen erneuerbaren Energieträgern ist gemein, dass ihre Kostenstruktur von vielen verschiedenen Parametern auf- als auch abwärts stark beeinflusst wird. Hauptsächlich Treiber für den Abwärtstrend erneuerbarer Energien ist das technologische Lernen, hervorgerufen durch den verstärkten Ausbau dieser Technologien. Andersrum, hat speziell die nahe Vergangenheit gezeigt, dass technologische Lerneffekte stark von den Einflüssen internationaler Energie- und Rohstoffpreise kompensiert werden können. Diese Tatsache stellt besondere Anforderungen an Energiemodelle in deren Umgang mit der zukünftigen Entwicklung der Investitionskosten erneuerbarer Energietechnologien.

Hauptaufgabe dieses Beitrags ist es, den Einfluss internationaler Energie- und Rohstoffpreise auf die Kostenstruktur erneuerbarer Energien quantitativ aufzuzeigen und von den Einflüssen des technologischen Lernens zu separieren. Eine tiefgehende ökonometrische Analyse wird hierfür ausgeführt und Ergebnisse diskutiert.

Methode

Basierend auf historischen Investitionen EET [*EWEA, Yu et al, Bloomberg, 2009*] werden ökonometrische Analysen ausgeführt welche den reinen Einfluss von Stahl-, Beton- und Siliziumpreisen an den EET Investitionen aufzeigen. Eine zusätzliche Betrachtung des „learning by doing“ Effekts erlaubt Szenarien einer zukünftigen Entwicklung jener EET Investitionen abzuleiten.

In einem ersten Schritt wird der Zusammenhang zwischen Primärenergiepreisen und Rohstoffpreisen (Stahl, Beton, Silizium) abgeleitet und in einem zweiten Schritt deren Einfluss auf EET Investitionen untersucht. Somit ergibt sich eine endogene Rückkopplung von Energiepreisen auf die Investitionen (u.a.) derer Erzeuger.

Das hier angewandte Schätzverfahren der Regressionen bezieht sich auf die Kleinstquadratschätzer Methode und genügt den Anforderungen des Gauss-Markoff Theorems der Statistik. Der Einfluss von Rohstoffpreisen auf Investitionen EET wurde mit Hilfe des folgenden Modells abgebildet:

$$c(x_t) = \prod_{CP} (\alpha + \vec{\beta} * CP_t + \vec{u}_t) \cdot \left(\frac{x_t}{x_0} \right)^{-b} \quad \text{wobei gilt}$$

α	Konstante	β	Koeffizientenvektor der Rohstoffpreise
u_t	Fehlerterm der Regression	x_t	Installierte Leistung zum Zeitpunkt t
X_0	Installierte Leistung zum Anfangszeitpunkt	b	Koeffizient des technologischen Lernens

Eine genaue Analyse der historischen Entwicklung der Investitionen EET, unter Betracht der Theorie des technologischen Lernens, erlaubt eine getrennte Betrachtung des Einflusses technologischen Lernens und der Rohstoffeinflüsse.

Des Weiteren wird der Unterscheidung zwischen Kosten und Preisen insofern Rechnung getragen, als dass eine vorgelagerte Marktanalyse den Einfluss von Opportunitätskosten EET quantifizierte und bereinigte.

Nichtsdestotrotz, konnten zusätzliche Einflüsse (wie strategische oder nachfrageseitig beeinflusste Preise) welche außerhalb der endogenen Modellierbarkeit von Energiemodellen liegen, nicht in dieser Arbeit berücksichtigt werden.

Ergebnisse

Da die Herstellung aller drei untersuchten Rohstoffe (Stahl, Beton und Silizium) sehr energieintensiv ist, ergeben sich signifikante Abhängigkeiten von Energiepreisen zu Rohstoffpreisen. Haupteinfluss hierbei übt der Kohlepreis, gefolgt von Erdgas- und elektrischen Strompreisen. Teilweise zeitverzögerte, sowie differentiale, Effekte konnten hierbei festgestellt werden, welche auf die verschiedenen Produktionsverfahren zurückzuführen sind. Weiters zeigt die ökonomische Analyse einen starken Einfluss der Rohstoffpreise auf Investitionen EET, welche den technologischen Lerneffekt teilweise zur Gänze kompensiert (zB wind onshore, wie in Abbildung 1) aber auch einen zusätzlichen Kostensenkungseffekt (fallende Siliziumkosten bei Photovoltaikinvestitionen). Die statistische Auswertung liefert signifikante Ergebnisse in sehr hoher Anpassungsqualität ($R^2 = 0,91$ im Falle von wind onshore, siehe Abbildung 1).

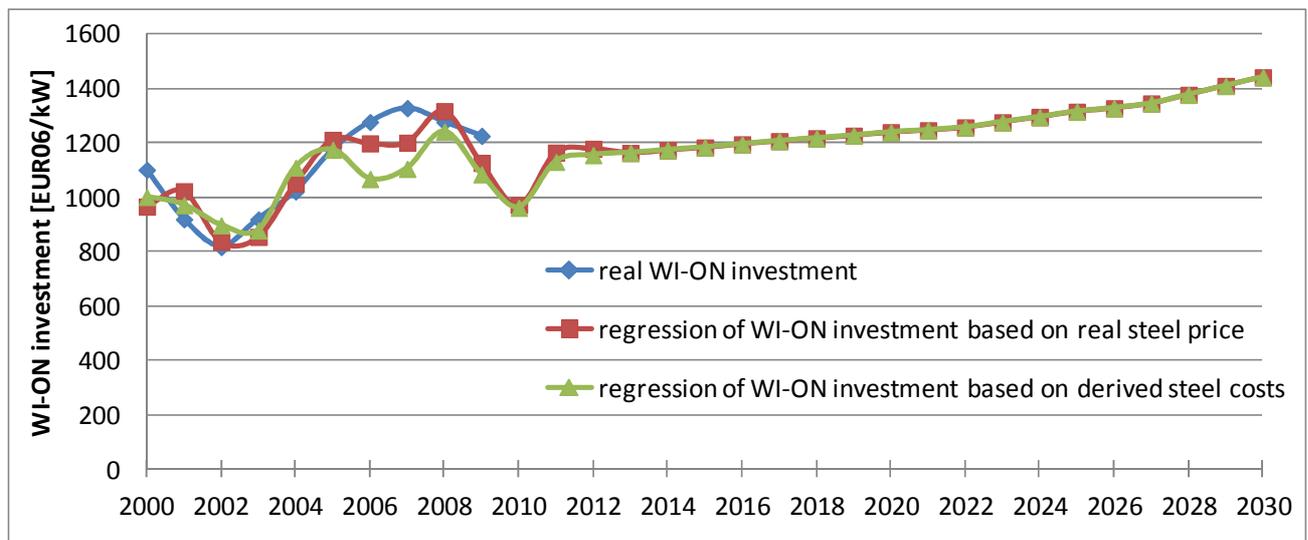


Abbildung 1 Entwicklung von Wind onshore Investitionen. Historische Beobachtung (Kreis) und Regressionsergebnisse basierend auf tatsächlichen Stahlpreisen (Quadrat) als auch errechneten Stahlpreisen basierend auf Kohlepreisen (Dreieck). Quelle Kohlepreise: PRIMES 2009 reference, Quelle Berechnung: Eigene Berechnungen

Neben den zuvor beschriebenen Technologien, weisen auch Investitionen von offshore Windkraftanlagen einen hohen Einfluss von Stahl und Betonpreisen auf. Im Gegensatz dazu, zeigen Biomasse befeuerte Kraft-Wärme Kopplungsanlagen (KWK) und Wasserkraftwerke nur einen minimalen Einfluss von Rohstoffpreisen. Hauptkostenpunkte letztere Kraftwerke sind Planung, Genehmigung und Personalkosten, wobei bei Biomasse Kraftwerken wiederum die zusätzlichen Brennstoffkosten eine wesentliche Rolle spielen.

Zusammenfassend soll bemerkt werden, dass neuere Technologien höhere Lernraten aufweisen und dadurch robuster gegen Schwankungen der Rohstoffpreise reagieren als bereits weit entwickelte Technologien. Allerdings, zentrale Großkraftwerke, wie Biomasse KWK oder Wasserkraftanlagen, sind nahezu unbeeinträchtigt von Rohstoffpreisen, da nur ein geringer Teil ihrer Investitionen den Rohmaterialien zugewiesen wird und Planung, Genehmigung, wie auch Personalkosten einen höheren Anteil halten.

Literatur

Chupka M, Basheda G.; "Rising Utility Construction Costs"; The Brattle Group, Washington, US, 2007

Yu, C. F., W. G. J. H. M. van Sark and E. A. Alsema (2010): "Unraveling the photovoltaic technology learning curve by incorporation of input price changes and scale effects." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(1): 324-337

Junginger, M., A. Faaij, R. Björheden and W. C. Turkenburg (2005). "Technological learning and cost reductions in wood fuel supply chains in Sweden." *Biomass and Bioenergy* 29(6): 399-418.

Gregory Nemet "Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaics." *Energy Policy* 34(17), page 3218-3232, 2006