

Die Modellierung von Politikinstrumenten in Energiesystemmodellen

Birgit Götz, Alfred Voß, Markus Blesl und Ulrich Fahl

Der Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland wird langfristig durch verschiedene Politikinstrumente bestimmt, deren Effekte in energiesystemanalytischen Untersuchungen häufig nur auf indirekte Weise berücksichtigt werden. Dies gilt beispielsweise für unterschiedliche Arten von Politikinstrumenten, die die Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung direkt fördern oder indirekt beeinflussen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, methodische Vorgehensweisen zu entwickeln, mit denen diese Instrumente in Energiesystemmodellen explizit abgebildet werden können. Auf diese Weise wird eine modellendogene Wirkungsanalyse, ein Instrumentenvergleich sowie eine Bewertung der Interaktionen zwischen den verschiedenen Instrumenten ermöglicht.

Im Folgenden werden einige exemplarische Ergebnisse zu zwei wesentlichen energiepolitischen Fragestellungen, den Wechselwirkungen zwischen dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und dem EU-Emissionshandel sowie dem Vergleich unterschiedlicher Förderinstrumente für die erneuerbare Stromerzeugung, dargestellt. Dazu werden die in der Tabelle aufgeführten Szenarien verwendet.

Für die szenariogestützten Modellrechnungen wird das Energiesystemmodell TIMES-Deutschland (TIMES-D) herangezogen. Dabei handelt es sich um ein mehrperiodisches, lineares Optimierungsmodell, welches das gesamte Energiesystem Deutschlands, von der Primärenergie bis zur Ebene der Nutzenergie oder Energiedienstleistungen, mit hoher technologischer Detaillierung und zeitlicher Auflösung abbildet. Weitere Informationen zum TIMES-D Modell finden sich unter [1] und [2].

Die explizite Modellierung des EEG unterteilt sich in die Abbildung der Vergütungssätze und der EEG-Umlage. Somit kann einerseits der Ausbau der regenerativen Stromerzeugung modellendogen ermittelt und andererseits die Auswirkungen des EEG auf die Strompreise und den Stromverbrauch bewertet werden. Bei der Darstellung des EU-Emissionshandels (ETS) tritt die Problematik auf,

dass die Modell- und die Handelsregion nicht übereinstimmen. Daher wurde in der hier durchgeführten Analyse das nationale Energiesystemmodell um die Minderungsoptionen in den ETS-Sektoren außerhalb Deutschlands mit Hilfe einer CO₂-Vermeidungskostenkurve erweitert. Dies ermöglicht es, sowohl die Emissionsminderung in Deutschland als auch den ETS-Zertifikatpreis innerhalb des Modells zu bestimmen. Eine detailliertere Beschreibung der Modellierungsansätze kann in [3] und [4] nachgelesen werden.

Interaktionen zwischen EEG und EU-Emissionshandel

Anhand der Szenarienläufe, in denen entweder nur der Emissionshandel (ETS21) oder zusätzlich das EEG (ETS21+EEG) berücksichtigt werden, lässt sich verdeutlichen, wie sich eine nationale Politikmaßnahme auf ein supranationales Instrument auswirken kann.

Durch die zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien infolge des EEG verringert sich der CO₂-Austoß im deutschen Stromsektor und damit der Bedarf an ETS-Zertifikaten. Aus den Szenarienrechnungen wird deutlich, dass es durch die Einführung des EEG zu einer Verlagerung des burden sharing innerhalb des ETS kommt, d. h., der Beitrag Deutschlands zur Erreichung des ETS-

Ziels erhöht sich. Gleichzeitig muss jedoch festgehalten werden, dass die Einführung von nationalen Förderinstrumenten für die erneuerbare Stromerzeugung auf EU-Ebene aufgrund des festen Caps im Emissionshandel keine zusätzliche Emissionsminderung mit sich bringt. Die nationale Politikinitiative schlägt sich jedoch in einem Rückgang des ETS-Zertifikatpreises nieder (siehe Abb. 1).

Mit Hilfe des EEG steigt der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland bis 2030 auf bis zu 44 %. In den Szenarien ohne EEG fällt der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung deutlich geringer aus, so dass die Verpflichtungen innerhalb des ETS von Deutschland stattdessen insbesondere durch eine Ausweitung der Erdgasverstromung und den Zukauf von ETS-Zertifikaten erfüllt werden. Dies zeigt zusätzlich, dass die erneuerbare Stromerzeugung in Deutschland nicht die kostengünstigste Minderungsoption darstellt.

Förderinstrumente für die erneuerbare Stromerzeugung

Zu den Vor- und Nachteilen einer fixen Einspeisevergütung als Fördersystem für die erneuerbare Stromerzeugung gegenüber einem mengenbasierten Quotenhandelsmodell wird weiterhin eine kontroverse Diskussion geführt. Um diese beiden Förderansätze aus systemanalytischer Sicht miteinander vergleichen zu können, wurden weitere Szenarien (ETS21+Quote und Quote_only) aufgestellt, in denen Quoten vorgegeben werden, die in den verschiedenen Modellperioden zum selben relativen Anteil der regenerativen Energien am Bruttostromverbrauch führen würden wie in den vergleichbaren Szenarien mit EEG.

Tab.: Szenarien zur Modellierung verschiedener Förderinstrumente

Szenario	EE-Förderung	ETS-Ziel
ETS21+EEG	EEG	Reduktion der CO ₂ -Emissionen um 21 % bis 2020 gegenüber 2005; anschließend um 1,74 % p.a.
ETS21+Quote	Quotenhandelsmodell	
ETS21	-	
EEG_only	EEG	
Quote_only	Quotenhandelsmodell	

Es wird deutlich, dass bei Unterstellung eines technologie-unspezifischen Quotenmodells die Heterogenität der erneuerbaren Stromerzeugung deutlich zurückgeht. Da jeweils die kostengünstigste Erzeugungsoption ausgewählt wird, entfällt der weitere Ausbau der Photovoltaik in Deutschland vollständig, was insbesondere durch eine verstärkte Erzeugung aus Windkraft kompensiert wird (siehe Abb. 2). Die höhere Kosteneffizienz des technologie-unspezifischen Quotenhandelsmodells schlägt sich in deutlich niedrigeren Energiesystemkosten nieder, mit einem Unterschied von knapp 60 Mrd. €₂₀₁₀ kumuliert über den Zeitraum von 2013 bis 2030 im Vergleich der Szenarien ETS21+EEG und ETS21+Quote. Es ist zu erwarten, dass die Kosteneffizienzvorteile bei Einführung eines europaweiten Quotenhandelsmodells noch deutlich größer ausfallen würden.

Bezüglich der Endverbraucherstrompreise müssen zwei gegenläufige Effekte berücksichtigt werden. Einerseits wirkt sich die höhere Kosteneffizienz des Quotenmodells preisdämpfend aus. Andererseits führte eine technologie-unspezifische Mengenvorgabe dazu, dass die gesamte erneuerbare Erzeugung mit demselben Zertifikatspreis entlohnt wird, welcher der Differenz zwischen dem Großhandelsstrompreis und den Gestehungskosten der marginalen erneuerbaren Erzeugungseinheit entspricht. Dies ermöglicht höhere Gewinnmargen bei den erneuerbaren Stromerzeugern. Bei einer technologiespezifischen Förderung wie dem EEG können hingegen Unterschiede in den Erzeugungskosten der erneuerbaren Technologien berücksichtigt werden. Die hier durchgeführten Szenarienrechnungen weisen jedoch darauf hin, dass insgesamt mit einem leichten Rückgang der Strompreise bei einem Quotenmodell im Vergleich zum EEG zu rechnen ist, so dass auch die Belastung der Konsumenten durch die Einführung eines technologie-unspezifischen Quotenhandelsmodells reduziert werden könnte.

Energiesystemmodellierung erweist sich als hilfreich

Die vorliegende Analyse zeigt, dass die Energiesystemmodellierung einen wesentlichen Beitrag zur Evaluierung der langfristi-

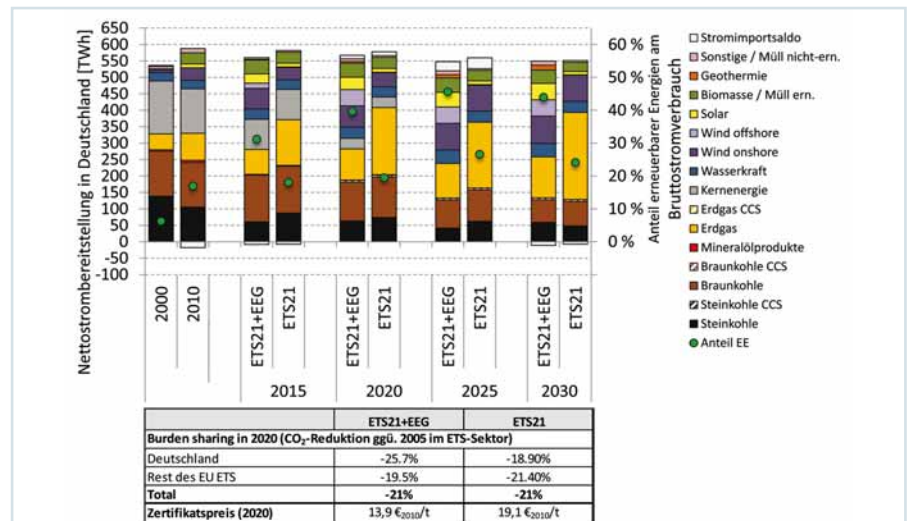


Abb. 1 Szenarienergebnisse zur Interaktion zwischen dem EEG und dem EU-Emissionshandel

gen Auswirkungen unterschiedlicher energie- und klimapolitischer Instrumente auf das Energiesystem leisten kann. Eine der zentralen Stärken ist dabei die Darlegung der Systemzusammenhänge und Rückkopplungseffekte innerhalb des Energiesektors, wobei sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite berücksichtigt werden.

Literatur

- [1] Remme, U.: Zukünftige Rolle erneuerbarer Energien in Deutschland: Sensitivitätsanalysen mit einem linearen Optimierungsmodell. IER-Forschungsbericht Band 99, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart, Stuttgart, 2006.
- [2] Blesl, M.; Das, A.; Fahl, U.; Remme, U.: Role of energy efficiency standards in reducing CO₂ emissions in Germany: An assessment with TIMES. In: Energy Policy, Vol. 35 (2007), No. 2: 772-785.

[3] Götz, B.; Voß, A.; Blesl, M.; Fahl, U.: Die Auswirkungen des EEG auf das Energiesystem Deutschlands: eine Betrachtung mit dem Energiesystemmodell TIMES-D. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft, Vol. 35 (2011), No. 3: 183-194.

[4] Götz, B.; Voß, A.; Blesl, M.; Fahl, U.: Modelling policy instruments in energy system models: Analysis of the interactions between emission trading and promotion of renewable electricity in Germany. Fullpaper 31th International Energy Workshop (IEW) an der University of Cape Town, 19.-21.6.2012.

Dipl.-Vw. B. Götz, Prof. Dr.-Ing. A. Voß, Institutsleiter, Dr.-Ing. M. Blesl, Fachgruppenleiter Energiesystemmodelle, Dr. rer. pol. U. Fahl, Abteilungsleiter Energiewirtschaft und Systemtechnische Analysen, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart
bg@ier.uni-stuttgart.de

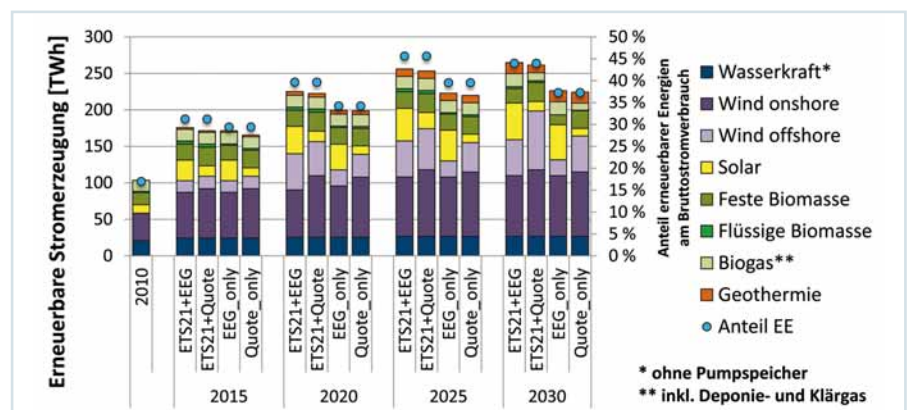


Abb. 2 Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland bei Unterstellung unterschiedlicher Fördersysteme