

ANALYSE DES EINFLUSSES DES EMISSIONSHANDELS AUF PRODUKTION UND EMISSIONEN AUSGEWÄHLTER INDUSTRIESEKTOREN

Lutz HILLEMACHER (*)¹, Wolf FICHTNER

Motivation und zentrale Fragestellung

Der im Jahr 2005 eingeführte EU-Emissionshandel versteht sich als marktwirtschaftliches Instrument zur Senkung der Emissionen von Treibhausgasen. In diesen Handel einbezogen sind seit Beginn die Kohlendioxid-Emissionen des Energieversorgungssektors sowie energieintensiver Industriebranchen. Letztere teilen sich auf in die Bereiche Eisen- und Stahlverhüttung, Raffinerien und Chemie, Zement- und Kalkherstellung, Glas-, Keramik- und Ziegelindustrie sowie Papier- und Zellstoffherzeugung.

Mit Hilfe des optimierenden Energiesystemmodells „PERSEUS“ (Programme Package for Emission Reduction Strategies in Energy Use and Supply) wurde untersucht, inwieweit durch den Emissionshandel Veränderungen im Produktions- und Emissionsverhalten der in den Handel einbezogenen Industriesektoren festgestellt werden können.

Methodische Vorgehensweise

Die am Lehrstuhl für Energiewirtschaft des Instituts für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) entwickelten „PERSEUS“-Modelle stellen eine Familie technologiebasierter optimierender Energie- und Stoffflussmodelle dar. Zum Einsatz gelangte bei der dargestellten Untersuchung das Modell „PERSEUS-CERT“, das im Hinblick auf eine detaillierte Abbildung des Handels mit Emissionszertifikaten entwickelt wurde. Der methodische Ansatz gründet auf einer mehrperiodigen, gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung mit einem zeitlichen Optimierungshorizont von bis zu 30 Jahren.

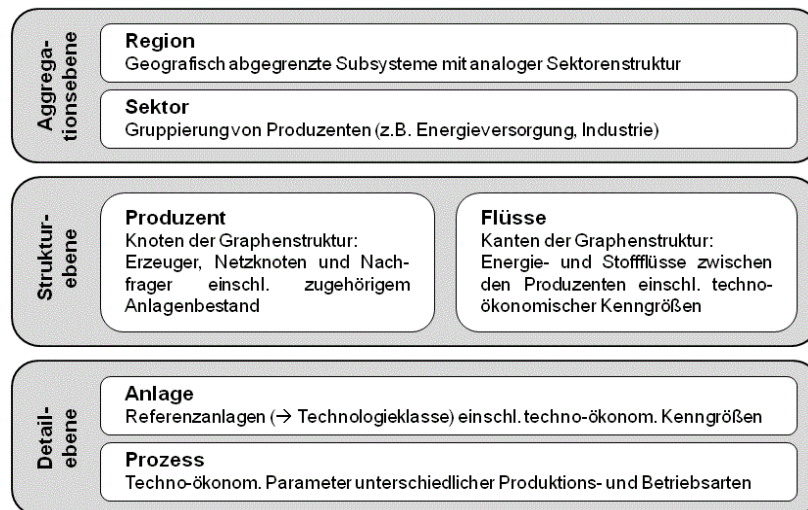


Abb. 1: Hierarchien des „PERSEUS-CERT“-Modells

Die drei Hierarchieebenen des Energiesystems und der modellierten Industriesektoren zeigt Abb. 1. Berücksichtigte Regionen sind die 27 EU-Staaten sowie Norwegen und die Schweiz. Die treibende Größe des Modells stellt dabei für den Energiesektor die exogen vorgegebene Stromnachfrage dar, die mittels hinterlegten Last- und Produktionskurven für Typtage abgebildet ist. Im Falle der Industriesektoren sind die prognostizierten Produktionsmengen hinterlegt. Das Modell minimiert die

¹ Nachwuchsautor; Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP), Lehrstuhl für Energiewirtschaft; Hertzstraße 16; D-76187 Karlsruhe; Tel.: +49 721 608-44409; Fax: +49 721 608-44682; hillemacher@kit.edu; www.iip.kit.edu

auf das Basisjahr diskontierten entscheidungsrelevanten Systemausgaben unter Berücksichtigung der als Nebenbedingungen implementierten techno-ökonomischen und ökologischen Restriktionen des modellierten Energiesystems sowie der berücksichtigten Industriesektoren.

Auf der Detailebene stehen neben Standardprozessen, die den derzeitigen Stand der Technik in der Produktion repräsentieren, alternativ auch neuartige Produktionsprozesse, die dem technologischen Fortschritt Rechnung tragen, zur Verfügung. Diese ermöglichen unter Inkaufnahme entsprechender Investitionen eine Produktion mit veränderten Rohstoff-, Kosten- und Emissionsparametern, so dass modellseitig eine Entscheidung zwischen unterschiedlichen Produktionsverfahren und damit einhergehend auch der durch entsprechende Zertifikate abzudeckenden Emissionsmengen getroffen werden kann. Zur Verhinderung einer unrealistischen, sofortigen Umstellung der gesamten Produktion durch das Modell sind die Alternativprozesse mit zeitlich progressiven Durchdringungsraten hinterlegt.

Die Analyse der Auswirkungen des Zertifikatehandels auf die teilnehmenden Industriesektoren erfolgte mittels einer Szenarienbetrachtung. Als Referenzszenario diente ein Szenario mit prognostizierten Brennstoffpreisen auf mittlerem Niveau gemäß aktuellem World Energy Outlook. Die vorgegebene industrielle Produktion stützte sich auf Prognosen der jeweiligen Branchenverbände. Zusätzlich wurde eine hochpreisige Entwicklung der Brennstoffe, eine Reduzierung der Emissionszertifikate um 20% sowie eine Verringerungen der Produktionsmengen gegenüber den Prognosen betrachtet.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Wie in Abb. 2 erkennbar, beeinflussen Veränderungen der Brennstoffpreise sowie eine Verknappung der zugeteilten Emissionszertifikate den CO₂-Ausstoß der Industriesektoren – im Gegensatz zum Energiesektor – nur minimal. Exemplarisch wurde in Abb. 2 zusätzlich eine Reduzierung der Glasproduktion um 10% berücksichtigt.

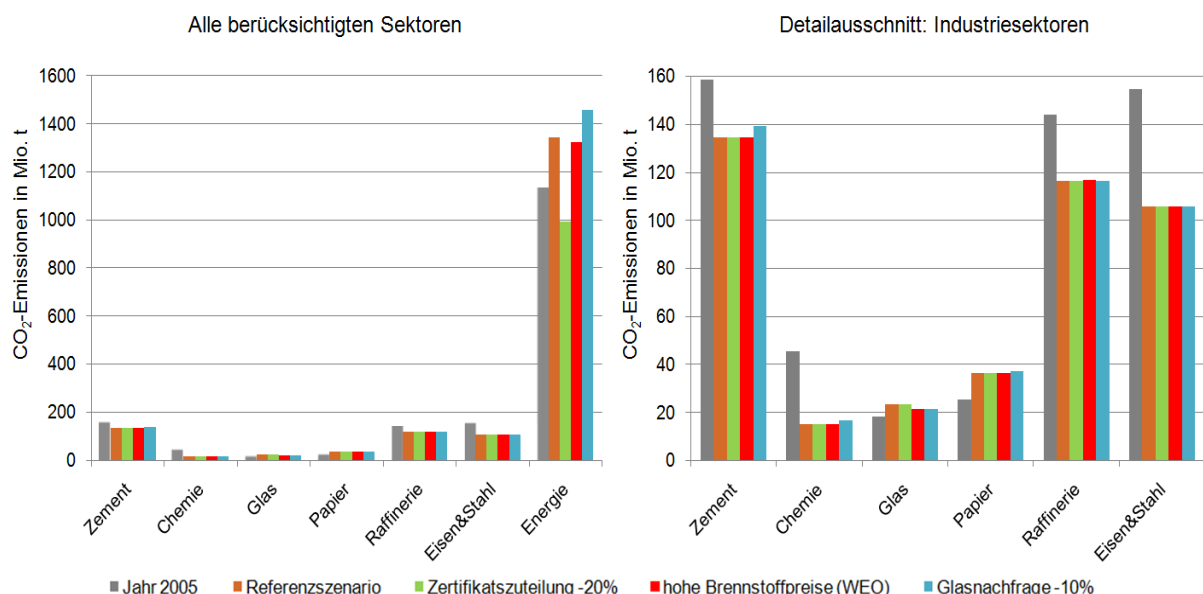


Abb. 2: Szenarioabhängige CO₂-Emissionen im Jahr 2025 nach Sektoren (EU15-Staaten zzgl. Polen, Norwegen, Schweiz)

Den Grund hierfür offenbart eine Betrachtung der modellseitig gewählten Produktionsprozesse. Mit zunehmender Verfügbarkeit der Alternativprozesse erfolgt eine Verlagerung zu Prozessen mit geringeren variablen Kosten und Emissionen. Eine genaue Betrachtung der einzelnen Sektoren zeigt, dass einzig eine nennenswerte Veränderung der prognostizierten Produktionsmenge zu stärkeren Veränderungen im Emissionsverhalten führt.

Sowohl Aspekte des Emissionshandels als auch üblicherweise anzunehmende Veränderungen bei den Brennstoffpreisen auf Seiten der Industriesektoren führen somit zu keinen nennenswerten Veränderungen bei den Produktionsverfahren. Vielmehr werden die emissionsmindernden Umstellungen der Produktionsverfahren getrieben durch die geringeren variablen Kosten der unmittelbaren Produktion.