

# Modellierung regionaler Produktions- und interregionaler Handelsstrukturen von Energiepflanzen in Ostdeutschland

H. Zeller, A.M. Häring und A. Khachatryan

**Abstract** – Die Bedeutung der erneuerbaren Energien hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Begünstigt durch energie- und agrarpolitische Rahmenbedingungen stellt der Anbau von Energiepflanzen gegenwärtig eine profitable Alternative zur herkömmlichen Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln dar. Mittels eines räumlichen Gleichgewichtsmodells wird aufgezeigt, ob und inwieweit es zu Flächenkonkurrenzen der Energie- und Nahrungsmittelproduktion kommt. Das hierfür entwickelte interregionale Handelsmodell bezieht sich auf Ostdeutschland und angrenzende Regionen Polens. Die Resultate verdeutlichen, dass in den meisten Regionen genügend Agrarrohstoffe, sowohl für den Nahrungsmittelkonsum als auch zur Bioenergieerzeugung, vorhanden sind. Zudem besteht in manchen Regionen ein Angebotsüberschuss an Biokraftstoffen und Nahrungsmitteln, der potentiell exportiert werden kann. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in vielen Regionen Nutzungskonkurrenzen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Flächenkonkurrenzen gibt es nur beim Silomaisanbau in Regionen, wo neben der Verwertung als Futtermittel auch die Nutzung als Biogasanlagensubstrat besteht.<sup>1</sup>

## EINLEITUNG

Während der Ausbau der erneuerbaren Energien in industrialisierten Ländern schon seit längerer Zeit politisch gefördert wird, gewinnt die Produktion von Energie aus landwirtschaftlicher Biomasse erst seit kurzem an Bedeutung. Dafür gibt es zwei Argumente. Einerseits lässt der kontinuierliche Rohölpreisanstieg und die Abhängigkeit von fossilen Energieimporten Regierungen weltweit über den Einsatz alternativer Energiequellen nachdenken. Andererseits wird die Notwendigkeit von Maßnahmen, die auf eine drastische Verringerung klimarelevanter Treibhausgase abzielen, erkannt. Diese energie- und agrarpolitischen Rahmenbedingungen begünstigen den Anbau von Ackerkulturen zur Energieerzeugung als Alternative zur herkömmlichen Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln.

Auch Rohstoffmärkte werden maßgeblich durch das Rohölpreinsniveau beeinflusst. So führen hohe

Rohölpreise zu Kostensteigerungen innerhalb landwirtschaftlicher Produktionsprozesse, erzeugen aber zugleich einen wirtschaftlichen Anreiz zur Produktion von Biokraftstoffen, mit Auswirkungen auf die Preisbildung von Agrargütern.

Im Jahr 2007 wuchsen bereits auf ca. 2 Millionen Hektar nachwachsende Rohstoffe, das sind knapp 17 Prozent der Ackerflächen Deutschlands (FNR 2007). Die gesteigerte Produktion von Biokraftstoffen erfordert jedoch beträchtliche Rohstoffmengen, die auf regionaler Basis kaum bereitgestellt werden können. Es stellt sich die Frage, wie sich die erhöhte Nachfrage nach Agrarrohstoffen auf regionale Produktionsstrukturen auswirkt und welche Marktpreise und Güterbewegungen sich daraus ergeben. Weiterhin stellt sich die Frage, inwieweit die Energiepflanzenproduktion eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion darstellt.

## METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Ein besseres Verständnis dieser Zusammenhänge wird durch die Modellierung von interregionalen Handelssystemen erreicht. Dabei ist es möglich, Produktionsvorgänge und Handelsströme zu simulieren, die Rückschlüsse auf das tatsächliche Marktgeschehen zulassen. Hierfür wurde ein räumliches Gleichgewichtsmodell entwickelt. Der Modellansatz nach Takayama und Judge (1971) optimiert eine Wohlfahrtsfunktion  $NW(y, x, X)$  unter Einbeziehung marktspezifischer Rahmenbedingungen. Angebot  $D_j(y_j)$  und Nachfrage  $S_i(x_i)$  der Agrarprodukte werden durch preisabhängige Exponentialfunktionen dargestellt. Das Modell maximiert die Summe von Produzenten- und Konsumentenrenten abzüglich der Transportkosten  $T_{ij}$  (und gegebenenfalls weiterer Kosten) unter Berücksichtigung der verfügbaren Flächen zur Produktion der Agrarprodukte. Hierbei berechnet es die notwendigen Warenströme  $X_{ij}$  sowie die auf interregionalem Handel beruhenden Preise. Die mathematische Formulierung des Modells lautet wie folgt:

$$NW(y, x, X) = \int_0^y D_j(y_j) dy_j - \int_0^x S_i(x_i) dx_i - T_{ij} X_{ij}$$

Das interregionale Energiepflanzen – Handelsmodell (IEHM) umfasst die Region Ostdeutschland (5 Bundesländer) und angrenzende Wojewodschaften Polens sowie eine hypothetische Restgröße, die als Resteuropa bezeichnet wird. Das Modell umfasst die

<sup>1</sup>H. Zeller ist am Fachbereich Agrarpolitik und Märkte der Fachhochschule Eberswalde, Deutschland tätig (hzeller@fh-eberswalde.de). A. M. Häring ist Leiterin des Fachbereichs Agrarpolitik und Märkte der Fachhochschule Eberswalde (ahaering@fh-eberswalde.de). A. Khachatryan arbeitet am Fachbereich Agrarpolitik und Märkte der Fachhochschule Eberswalde. Er ist nun an der Universität Hohenheim, Fg. Analyse, Planung und Organisation der landwirtschaftlichen Produktion, Deutschland tätig (armen@uni-hohenheim.de).

Ackerfrüchte Weizen, Roggen, Raps und Silomais, wobei diese entweder zur Bioenergie- oder zur Nahrungsmittelerzeugung genutzt werden können. Basierend auf den jeweiligen Verarbeitungskosten und Transformationsraten (F.O. Licht 2007; KTBL 2006) werden folgende Bioenergiequellen berücksichtigt: Biogas aus Silomais, Biodiesel aus Raps sowie Bioethanol aus Roggen oder Weizen. Referenzzeitraum für die Studie ist das Jahr 2006. Anbauflächen, Erträge und Marktpreise für das Referenzszenario sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1.** Anbauflächen, Erträge und Marktpreise der Ackerfrüchte im Referenzszenario

	Roggen	Raps	Weizen	Silomais
<b>Brandenburg</b>				
Fläche [ 000 ha]	164	147	151	105
Ertrag [t]	4,0	3,3	5,4	23,7
Preis [€/t]	125	212	125,0	25
<b>Mecklenburg-Vorpommern</b>				
Fläche [ 000 ha]	50	243	328	88
Ertrag [t]	4,5	3,8	7,3	30,7
Preis [€/t]	127	245	126	25
<b>Sachsen</b>				
Fläche [ 000 ha]	28	130	179	34
Ertrag [t]	4,7	3,5	6,1	34,7
Preis [€/t]	127	244	123	25
<b>Sachsen-Anhalt</b>				
Fläche [ 000 ha]	63	159	331	63
Ertrag [t]	4,7	3,8	6,9	28,7
Preis [€/t]	127	244	122	25
<b>Thüringen</b>				
Fläche [ 000 ha]	9	114	218	38
Ertrag [t]	6,2	3,7	6,7	40,0
Preis [€/t]	127	243	120	25

Quelle: ZMP (2007)

## ERGEBNISSE

Silomais und Raps werden überwiegend für die Bioenergieerzeugung genutzt (Tabelle 2). Weiterhin zeigt Tabelle 2, dass mindestens 80% der Silomaisernte als Biogassubstrat verwendet wird. Im Fall von Raps wird ca. 70% des Ertrages für die Biokraftstoffproduktion gebraucht. Ausnahmen bilden hierbei die Bundesländer Sachsen und Sachsen-Anhalt, wo mehr als 50% der Produktion zur Nahrungsmittelerzeugung genutzt werden. Eine weitere Besonderheit gibt es im Bundesland Sachsen, wo der Biodiesel- und Weizenbedarf über Importe aus Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen gedeckt wird. Die kalkulierten Gleichgewichtspreise von Silomais und Raps erhöhen sich um 10-14% im Vergleich zur Ausgangssituation. Die Flächen für Raps und Silomais erhöhen sich im Durchschnitt um 4%.

Bioethanol wird zumeist aus Roggen oder Weizen hergestellt. Weizen ist dabei von geringerer Bedeutung mit Ausnahme von Mecklenburg-Vorpommern, wo ca. 30% der Weizenernte zur Ethanolproduktion verwendet werden. Zudem besteht in dieser Region ein Angebotsüberschuss an Bioethanol und Weizen, der nach Resteuropa exportiert wird.

**Tabelle 2.** Nahrungsmittel-Energiepflanzen Verhältnis der Ackerfrüchte in Ostdeutschland

	Raps	Roggen	Weizen	Silomais
Brandenburg [%]	31,4	54,6	100,0	17,9
Mecklenburg-Vorpommern [%]	19,4	66,1	70,8	1,2
Sachsen [%]	58,3	75,8	100,0	7,0
Sachsen-Anhalt [%]	55,1	56,2	98,1	4,6
Thüringen [%]	26,3	75,8	98,4	2,6

Quelle: eigene Berechnungen

Roggen ist die bevorzugte Getreideart zur Bioenergieherstellung. In Brandenburg werden beispielsweise rund 46% der Roggenproduktion zur Ethanolherstellung genutzt.

Im Fall von Getreide unterscheiden sich die Gleichgewichtspreise nur minimal. Für Getreide wurde ein durchschnittlicher Flächenzuwachs von 10% kalkuliert. Damit entfallen auf die betrachteten Ackerfrüchte zwischen 54 und 68% der potentiellen Ackerfläche.

Die Ergebnisse zeigen auf, dass unter Berücksichtigung des Nahrungsmittelkonsums zumeist genügend Agrarrohstoffe zur Bioenergieerzeugung in den betrachteten Regionen vorhanden sind. In vielen Bundesländern bestehen sogar Exportkapazitäten nach Resteuropa sowohl als Nahrungsmittel oder in Form von Biokraftstoffen. Dies deutet darauf hin, dass in den meisten Regionen die Entscheidung „Nahrungsmittel versus Energiefrüchteanbau“ nur eine untergeordnete Rolle spielt. Konkurrenzsituationen entstehen lediglich beim Silomaisanbau in Regionen, wo neben der konventionellen Nutzung als Futtermittel zunehmend auch die Verwertung in Biogasanlagen in den Vordergrund rückt.

## LITERATUR

FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2007). Daten und Fakten zu nachwachsenden Rohstoffen. FNR, Gülzow.

F.O. Licht (verschiedene Jahrgänge). World Ethanol and Biofuels Report. Verschiedene Ausgaben TunbridgeWells/GB (2006-2007).

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2006). Energiepflanzen. Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus. KTBL, Darmstadt.

Takayama, T. und Judge, G.G. (1971). Spatial and temporal price and allocation models. North Holland Publishing Company, Amsterdam.

Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle (2007). ZMP-Marktbilanz Getreide Ölsaaten Futtermittel 2007. ZMP, Bonn.