Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.

Becker, T.: Modelle und Ansätze zur Analyse von Handelsströmen. In: Hanf, C.-H., Scheper, W.: Neuer Forschungskonzepte und -methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 25, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1989), S. 181-187.

MODELLE UND ANSÄTZE ZUR ANALYSE VON HANDELSSTRÖMEN

von

T. BECKER, Kiel

In diesem Beitrag wird ein kurzer Überblick über die bisher vorliegenden methodischen Modelle und Ansätze zur Analyse und Prognose von Handelsströmen gegeben. Anschliessend erfolgt eine tiefergehende Analyse des Delta-Koeffizientenkonzepts. Die methodischen Mängel dieses Konzepts zur Quantifizierung von Handelsintensitäten und zur Prognose von Handelsströmen werden dargelegt. Ein neues methodisches Vorgehen wird vorgeschlagen. Die methodische Überlegenheit dieses neuen Konzepts zur Messung von Handelsintensitäten und zur Prognose von Handelsströmen wird aufgezeigt. Das neue methodische Konzept zeichnet sich gegenüber den Delta-Koeffizienten auch durch eine theoretische Begründung aus. Hierauf wird ebenfalls kurz eingegangen.

Bei der Analyse von Handelsströmen lassen sich zwei Vorgehensweisen unterscheiden. Die Struktur von Handelsströmen kann einmal funktional, d.h. mit Hilfe anderer Variablen erklärt werden. Die Handelsströme selbst sind dann Teil eines umfassenden Modells. Bei der zweiten Vorgehensweise werden die Daten der Handelsstrommatrix analysiert, ohne daß auf andere Variablen zurückgegriffen wird. Eine Interpretation der Ergebnisse oder ein Einbeziehen von anderen Variablen erfolgt erst im zweiten Schritt.

Bei der funktionalen Vorgehensweise lassen sich vier Modellklassen unterscheiden. Diese sind die nicht-räumlichen Preisgleichgewichtsmodelle, die räumlichen Preisgleichgewichtsmodelle, die Handelsstrom- und Gravitätsmodelle und die von einer Produktdifferenzierung ausgehenden Handelsmodelle.

Bei den nicht-räumlichen Preisgleichgewichtsmodellen ergeben sich als Lösung ein einziger Weltmarktgleichgewichtspreis und der Nettohandel jeder betrachteten Region, jedoch keine Angaben über Ursprung und Bestimmung der einzelnen Handelsströme. Bei dieser Modellklasse lassen sich drei Untergruppen unterscheiden[1]. Die erste Untergruppe geht von einem globalen Weltmarktpreis aus. In den drei Regionen-Modellen für sieben Gütermärkte von Adams und Behrman (1976) sorgt bei jedem Gut nur ein einziger Weltmarktpreis dafür, daß der Markt geräumt wird. Zwart und Meilke (1979) spezifizieren einen einzigen Weltmarktpreis in ihrem Modell des Weltweizenmarktes[2], genau so wie Schiff (1985) in seinem Weltweizenmarktmodell. Die zweite Untergruppe bilden die Modelle, in denen die Preise in allen Regionen außer einer durch Transportkosten mit dem der n-ten Region verbunden sind. So werden die Weltgetreidemarktmodelle von Abbott (1979) und Sarris, Abbott und Taylor (1979) für einen globalen Weltmarktpreis gelöst, der indirekt durch politische Reaktionsfunktionen, die Export- und Importmengen erklären, mit den internen Marktpreisen verknüpft ist. Die letzte Untergruppe in dieser Modellklasse führt eine räumliche Preisdifferenzierung anhand der Transportkosten ein, unterscheidet sich jedoch von den räumlichen Gleichgewichtsmodellen dadurch, daß nur der Nettohandel jeder Region betrachtet wird. Als Beispiel hierfür sei auf das USDA Grains-Oilseeds-Livestock (GOL) Modell von Rojko und Schwartz (1976) hingewiesen.

1. Die folgende Klassifizierung der Handelsmodelle lehnt sich an die Einteilung von Thompson (1981) an.

2. Als Beispiele für die einzelnen Modellklassen und Untergruppen sollen hier nur Modelle des Getreidemarktes dienen. Andere Beispiele sind bei Thompson (1981) zu finden.

Die zweite Modellklasse bilden die räumlichen Gleichgewichtsmodelle. Als Lösung ergeben sich hier die Handelsströme mit Ursprung und Bestimmung. Wiederum lassen sich drei Untergruppen unterscheiden. Die Modelle der ersten Untergruppe sind die einfachen Transportmodelle mit fixem Angebot, fixer Nachfrage und Minimierung der Transportkosten. Die zweite Untergruppe bilden die quadratischen Programmierungsmodelle. Dieser Modellansatz geht auf Samuelson (1952) zurück. Dieser hat gezeigt, daß die Maximierung der Fläche unter allen Überschußnachfragekurven minus der Fläche unter allen Überschußangebotskurven minus gesamte Transportkosten zu einer räumlichen Konkurrenzgleichgewichtslösung führt. Diese Maximierung des "Net social pay-off" entspricht, wie Takayama und Judge (1964) gezeigt haben, bei linearen Angebots- und Nachfragekurven der Maximierung einer quadratischen Zielfunktion unter linearen Nebenbedingungen. Damit handelt es sich um ein Standardproblem der quadratischen Programmierung. Bawden (1966) und Takayama (1967) haben gezeigt, wie dieses Modell modifiziert werden kann, um Handelspolitiken zu berücksichtigen. Angewendet für den Weltweizenmarkt wurde ein quadratisches Programmierungsmodell von Schmitz und Bawden (1973) und Shei und Thompson (1977). Die dritte Untergruppe dieser Modellklasse bilden die nichtlinearen Programmierungsmodelle. Warner (1979) hat ein nichtlineares Modell des Weltweizenmarktes mit 33 Regionen als räumliches Preisgleichgewichtsmodell formuliert. Er löst das Modell mit Hilfe eines "Fixed-point" Algorithmus. Kolstad und Burris (1986) weichen ab von der Annahme des räumlichen vollkommenen Konkurrenzgleichgewichts. Sie gehen bei der Formulierung ihres Modells von verschiedenen unvollständigen Konkurrenzgleichgewichten, wie z.B. einem Duopol aus und formulieren und lösen das Modell als nichtlineares Komplementaritätsproblem.

Die dritte Modellklasse bei den funktionalen Modellen bilden die Gravitätsmodelle. Der Gravitationsansatz beruht auf einer Übertragung physikalischer Gesetzmäßigkeiten, dem Newtonschen Gravitationsgesetz, auf Höhe und Richtung des internationalen Handels. Der Handelsstrom zwischen zwei Ländern wird durch ihre ökonomische Potentiale und die ökonomische Distanz erklärt. Je größer das ökonomische Potential zweier Länder, um so größer ist c.p. der bilaterale Warenaustausch zwischen ihnen. Je bedeutender die ökonomische Distanz, desto geringer ist c.p. der Warenaustausch. Die abstrakten Begriffe "ökonomisches Potential" und "ökonomische Distanz" werden durch statistisch faßbare Größen im Modell repräsentiert. Erstmals verwendet wurde der Gravitationsgedanke für die Analyse bilaterale Handelsströme in drei gleichzeitig, aber unabhängig voneinander erstellten Arbeiten von Tinbergen (1962) und Pöyhönen (1963) und Pulliainen (1963). Die wesentlich detailliertere Studie von H. Linnemann (1966) brachte dann entscheidende Verbesserungen der Grundzusammenhänge[3].

Die vierte Modellklasse bilden die Modelle, die implizit oder explizit davon ausgehen, daß die Exporte eines Landes bei einem Gut sich von den Exporten eines anderen Landes bei demselben Gut darin unterscheiden, daß sie von den Importeuren nicht als vollkommen gegeneinander substituierbar angesehen werden. Die Homogenitätsannahme wird fallengelassen. Entweder werden für einen bestimmten Exporteur regionale Nachfragefunktionen geschätzt wie bei Capel und Rigeaux (1974) oder es werden die gesamten Nachfragefunktionen für jede Importregion und getrennt davon Marktanteilsgleichungen geschätzt. Implizit oder explizit wird dabei von einer nicht unendlichen Substitutionselastizität ausgegangen. Armington (1969) hat hierfür die theoretische Begründung geliefert. Das Konzept der Substitutionselastizität ist jedoch sehr umstritten (vgl. Leamer und Stern 1970, S.56-75 und Richardson 1973). Angewendet wurde der Armington Ansatz von Grennes, Johnson und Thursby (1978) für ein Handelsmodell des Weltgetreidemarktes. Resnick und Truman (1973) haben den Armington Ansatz weiterentwickelt.

Bei der nicht-funktionalen Vorgehensweise lassen sich drei traditionelle methodische Ansätze unterscheiden. Diese sind Markovketten, Constant Market Share (CMS) Analyse sowie die Delta-Koeffizienten und die darauf aufbauenden Modelle. Bei den Markov-Modellen werden

3. Zur neuen Entwicklung der Gravitätsmodelle vgl. Bikker (1987).

die Übergangswahrscheinlichkeiten der Marktanteile berechnet. Wilson, Koo, Carter und Tedros (1987) benutzten das Markov-Modell, um das Verhalten von Importeuren auf dem Weltweizenmarkt zu untersuchen. Die CMS-Analyse bietet die Möglichkeit, die Entwicklung von Marktanteilen in verschiedenen Komponenten aufzuspalten. Dabei wird ein hypothetisches Exportwachstum dem realen Exportwachstum gegenübergestellt. Eine Diskussion dieses Konzepts ist bei Richardson (1971a und 1971b) zu finden. Auf eine weitere Differenzierung in der Anwendung weist Senti (1976) hin.

Die Delta-Koeffizienten bzw. das "Probability Trade Model" stellen ein gebräuchliches Maß zur Quantifizierung der Intensität der bilateralen Handelsverflechtung und deren Veränderung im Zeitablauf dar (vgl. z.B. Keller 1987). Das auf die Delta-Koeffizienten aufbauende informationstheoretische Vorgehen zur Prognose von Handelsströmen erfreut sich ebenfalls einiger Beliebtheit (vgl. z.B. Sommer 1986). Der Grund hierfür ist darin zu sehen, daß beide Methoden, die sich auf das Delta-Koeffizientenkonzept stützen, in Lehrbüchern zu finden sind (z.B. Leamer und Stern 1970). Mit dem vorliegenden Beitrag soll darauf aufmerksam gemacht werden, daß der Delta-Koeffizient sowie das darauf aufbauende statistische "Probability Trade Model" von Savage und Deutsch (1960) zur Messung von bilateralen Handelsintensitäten und zur Analyse von Strukturveränderungen im Zeitablauf ungeeignet sind. Es wird gezeigt, daß hierfür eine iterative Methode angewendet werden sollte. Ebenso wird gezeigt, daß das informationstheoretische Vorgehen zur Projektion von Handelsmatrizen aufgrund vorgegebener Gesamtexporte und Gesamtimporte nach Uribe, de Leeuw und Theil (1967) Konsistenzprobleme mit sich bringt, die bei einer Anwendung der iterativen Methode für diese Fragestellung nicht auftauchen.

Zuerst wird gezeigt, welche Mindestanforderungen an eine Quantifizierungvon Handelsintensitäten bzw. von Strukturveränderungen im Zeitablauf zu stellen sind. Es wird dargelegt, daß die Delta-Koeffizienten diese nicht erfüllen[4]. Anschließend werden die Bedingungen, denen die iterative Methode genügt, geschildert. In bezug auf die Vorhersage von Handelsströmen wird dieselbe Vorgehensweise gewählt.

Die Struktur des Handels wird beschrieben durch eine Handelsmatrix. Die Handelsmatrix kann sich auf ein Produkt oder auf ein Aggregat von Produkten beziehen. In dieser Handelsmatrix stellt eine Zeile die Aufteilung der Exporte eines Landes i = 1,...r auf die verschiedenen Importeure j = 1,...c dar. Der Handelsstrom zwischen i als Exporteur und j als Importeur wird mit x_{ij} bezeichnet. Die Zeilensummen $X_{i.}$ entsprechen den Gesamtexporten von i und die Spaltensummen $X_{.j}$ den Gesamtimporten von j. Die Summe der einzelnen Zellen dieser Matrix bildet den betrachteten Gesamthandel $X_{..}$. Der Delta-Koeffizient berechnet sich folgendermaßen:

$$\delta_{ij} = \frac{X_{ij} \cdot X_{..}}{X_{i.} \cdot X_{.j}} = \frac{x_{ij}/x_{..}}{x_{i.}/x_{..} \cdot x_{.j}/x_{..}}.$$

Der Zähler wird interpretiert als die a posteriori Wahrscheinlichkeit für einen Handelsstrom. Der Nenner entspricht dem Handelsstrom, der sich bei einer statistischen Unabhängigkeit von Ursprungs- und Bestimmungsland ergeben würde (vgl. Savage und Deutsch, 1960). Wenn der Delta-Koeffizient größer als Eins ist, wird die Handelsintensität als "überdurchschnittlich", wenn er kleiner als Eins ist, als "unterdurchschnittlich" bezeichnet.

Ein Vergleich von bilateralen Handelsintensitäten einzelner Handelsströme miteinander zu einem Zeitpunkt und im Zeitablauf anhand eines Index ist nur möglich, wenn dieser Index zumindest folgenden Anforderungen genügt. Der mögliche Wertbereich des Index, der für jede einzelne Zelle der Handelsmatrix berechnet wird, muß identisch sein. Ebenso darf sich der mögliche Wertebereich der einzelnen Indices für die Handelsmatrizen zu verschiedenen

4. Eine ausführliche Analyse der nicht-funktionalen Ansätze, die sich auch mit dem "Probability Trade Model" und dem informationstheoretischen Vorgehen eingehend auseinandersetzt, ist bei Becker 1988a zu finden.

Zeitpunkten nicht voneinander unterschieden. Tyree (1973) hat gezeigt, daß sich die Delta-Koeffizienten weder innerhalb einer Matrix noch zwischen Matrizen miteinander vergleichen lassen, da ihr möglicher Wertebereich von Matrixzelle zu Matrixzelle unterschiedlich ist.

Um Strukturveränderungen im Zeitablauf zu quantifizieren, muß zuerst definiert werden, was als eine Strukturveränderung anzusehen ist. Der berechnete Index muß diese Strukturveränderung widerspiegeln und darf sich nicht ändern, wenn keine Strukturveränderung im Sinne der Definition auftritt.

Wenn eine uniforme multiplikative Vervielfachung aller bilateraler Handelsströme als einzige strukturerhaltende Transformation angesehen wird, sollten Strukturveränderungen mit dem Alphakoeffizienten $\alpha_{ij} = X_{ij}/X_{..}$ gemessen werden, da dieser Koeffizient invariant ist gegenüber einer uniformen multiplikativen Vervielfachung des betrachteten Gesamthandels.

Wenn zusätzlich eine uniforme multiplikative Vervielfachung der Gesamtimporte eines Landes als eine strukturerhaltende Transformation betrachtet wird, sollte der Importmarktanteil oder Betakoeffizient $\beta_{ij} = X_{ij}/X_{.j}$ zur Messung von Strukturveränderungen angewendet werden. Wenn jedoch sowohl eine uniforme multiplikative Vervielfachung des Gesamthandels als auch der Gesamtimporte eines Landes und der Gesamtexporte eines Landes als eine strukturerhaltende Transformation betrachtet wird, so bietet der Delta-Koeffizient nur scheinbar eine Möglichkeit, Strukturveränderungen zu messen.

Durch die Division des einzelnen bilateralen Handelsstroms durch das Produkt aus Gesamtexporten und Gesamtimporten der daran beteiligten Länder beim Delta-Koeffizienten soll erreicht werden, daß der Größeneffekt dieser am bilateralen Handel beteiligten Länder eliminiert wird.

Wie Tyree (1973) ebenfalls gezeigt hat, gibt es jedoch keine zwei nicht singulären Matrizen, die identische Delta-Koeffizienten hervorbringen, es sei denn, die Handelsmatrizen hätten identische Randsummenwahrscheinlichkeiten. Eine Randsummenwahrscheinlichkeit ist definiert als $X_{i.}/X_{..}$ bzw. $X_{.j}/X_{..}$. Der Delta-Koeffizient ist damit nur invariant gegenüber einer uniformen multiplikativen Vervielfachung des betrachteten Gesamthandels.

Der Importmarktanteil blendet Wachstumsprozesse aus, die sich durch eine uniforme multiplikative Vervielfachung der Gesamtimporte eines Landes ergeben. Es werden jedoch nicht Wachstumsprozesse ausgeblendet, die sich duch die uniforme multiplikative Vervielfachung der Gesamtexporte eines Landes ergeben. Dies erfolgt nur beim Exportmarktanteil. Eine Synthese beider Konzepte erscheint sinnvoll. Diese Synthese fordert einen Koeffizienten, der invariant ist gegenüber einer uniformen multiplikativen Vervielfachung der Gesamthandels als auch gegenüber einer uniformen multiplikativen Vervielfachung der Gesamtexporte und der Gesamtimporte aller betrachteten Länder. Dies bedeutet, es muß eine Transformation der ursprünglichen Handelsstrommatrix gefunden werden, die zu Koeffizienten führt, die sich innerhalb einer Matrix und zwischen Matrizen vergleichen lassen. Weiterhin sollte die Transformation die Eigenschaft haben, daß die berechneten Koeffizienten invariant sind gegenüber einer uniformen multiplikativen Vervielfachung des Gesamthandels als auch gegenüber einer uniformen muliplikativen Vervielfachung der Gesamtexporte und der Gesamtimporte aller betrachteten Länder.

Diese Bedingungen werden durch folgende Transformation von $X = \{X_{ij}\}$ auf $P = \{P_{ij}\}$ mit der Transformationsvorschrift:

$$P_{ij} = a_i\, b_j\, X_{ij}$$

$$P_{i.} = a_i \sum_j b_j\, X_{ij}$$

$$P_{.j} = b_j \sum_i a_i\, X_{ij}$$

erfüllt. Die Matrix X wird transformiert in die Koeffizientenmatrix P. Die Transformationsparameter a_i und b_j werden iterativ bestimmt.

Die Transformation erfolgt mit der "Iterative Proportional Fitting Procedure (IPFP)", die von Deming und Stephan (1940) entwickelt wurde. Dieser Algorithmus hat im mathematischen Bereich eine Verwendung bei den unterschiedlichsten Fragestellungen gefunden (vgl. hierzu Becker 1988a). In der Ökonomie wurde dieser Algorithmus von Stone und Brown (1962) als RAS-Verfahren eingeführt. Er wird hier bei der Anpassung von Input-Output Matrizen sowie zur Nullstellen-Korrektur eingesetzt.

Als Ergebnis der Transformation ergeben sich "normierte" Handelsströme, wobei $p_{i.}$ und $p_{.j}$ auf 100 gesetzt werden (vgl. Haass und Reschel, 1982). Diese "normierten" Handelsströme lassen sich jedoch noch nicht als Handelsintensitäten interpretieren. Becker (1988b) hat gezeigt, daß die IPFP die Eigenschaft hat, die Familie der Handelsmatrizen, die sich durch eine Unabhängigkeit von Ursprungs- und Bestimmungsland auszeichnen, in eine Gleichverteilungsmatrix zu transformieren. Zur Messung von Handelsintensitäten müssen daher die "normierten" Handelsströme in Beziehung zu den entsprechenden "normierten Handelsströme", die sich aufgrund einer Unabhängigkeit von Ursprungs- und Bestimmungsland ergeben, gesetzt werden.

Die iterative Methode zur Quantifizierung von Handelsintensitäten führt zu Koeffizienten, die innerhalb einer Matrix sowie zwischen Matrizen verglichen werden können, da sie einen identischen möglichen Wertebereich haben. Weiterhin sind die Koeffizienten invariant gegenüber den genannten multiplikativen Vervielfachungen. Weitere methodische Eigenschaften wie die Minimierung des Informationsverlustes durch die Transformation werden ebenfalls durch die iterative Methode erfüllt (vgl. hierzu ausführlich Becker, T., 1988a und die dort angegebene Literatur).

Auf eine Gemeinsamkeit zwischen den Delta-Koeffizienten und den iterativ bestimmten Koeffizienten ist hinzuweisen. Beide Verfahren sind strukturerhaltend im Sinne der Erhaltung des Kreuzproduktverhältnisses (Becker, 1988a). Das Kreuzproduktverhältnis ist definiert als

$$\frac{x_{hj} \cdot x_{ij}}{x_{ij} \cdot x_{hk}} \quad (\neq h, j \neq k) \forall_{i,j}$$

Festzuhalten bleibt, daß die Delta-Koeffizienten sich weder innerhalb noch zwischen Matrizen miteinander vergleichen lassen und von daher ungeeignet zur Quantifizierung von Handelsstruktureffekten sind. Hinzu kommt, daß hinter den Delta-Koeffizienten nur ein rudimentäres Strukturmodell steht. Die aufgrund der IPFP berechneten Handelsintensitäten und Strukturveränderungen im Zeitablauf lassen sich innerhalb und zwischen Koeffizientenmatrizen vergleichen. Die iterativ bestimmten Handelsintensitäten können als eine Weiterentwicklung der einfachen Marktanteilskonzepte angesehen werden. Das hinter diesen Koeffizienten stehende Strukturmodell stellt eine Synthese dieser Konzepte dar.

An die Prognose von Handelsströmen aufgrund vorgegebener Gesamtexporte bzw. -importe ist die Forderung zu stellen, daß diese Prognose in sich konsistent ist. Die aufgrund der Randsummenwerte prognostizierten bilateralen Handelsströme X_{ij} müssen die angestrebten Randsummenwerte auch tatsächlich ergeben. Bilaterale Handelsströme werden aufgrund der Delta-Koeffizienten folgendermaßen prognostiziert:

$$X_{ij}^{t+1} = \frac{X_{ij}^{t} \cdot X_{..}^{t}}{X_{i.}^{t} \cdot X_{.j}^{t}} \cdot \frac{X_{i.}^{t+1} \cdot X_{.j}^{t+1}}{X_{..}^{t+1}}$$

mit X_{ij}^{t+1} als prognostizierter Handelsstrom und $X_{i.}^{t+1}$ sowie $X_{.j}^{t+1}$ und $X_{..}^{t+1}$ als vorgegebene Randsummenwerte bzw. Umfang des vorgegebenen Gesamthandels.

Da hiermit keine konsistente Schätzung im oben genannten Sinn erzielt wird, ist eine mehrmalige nachträgliche Anpassung nötig (vgl. Uribe, de Leeuw und Theil, 1967). Eine konsistente Schätzung, die außerdem die schon genannten Vorteile der IPFP-Koeffizienten aufweist, kann durch eine Anpassung der Matrix $X = \{X_{ij}\}$ an die vorgegebenen Randsummenwerte $X_{i.}^{t+1}$ und $X_{.j}^{t+1}$ mit der IPFP erzielt werden (vgl. hierzu Becker, 1988).

Abschließend läßt sich festhalten. Die Messung von Handelsintensitäten und die Veränderung von Handelsstrukturen im Zeitablauf sollte sich zukünftig nicht auf die Delta-Koeffizienten, sondern auf die iterative Methode stützen. Ebenso sollte bei der Prognose von Handelsströmen aufgrund vorgegebener Randsummenwerte das Delta-Koeffizientenkonzept durch die iterative Methode ersetzt werden[5].

ABBOTT, P.C., Modeling International Grain Trade with Government Controlled Markets. "American Journal of Agricultural Economics", Vol.61 (1979), S.22-31.

ADAMS, F.G. und J.R. BEHRMAN, Econometric Models of World Agricultural Commodity Markets. Cambridge, Massachusetts 1976.

ARMINGTON, P.S., The Geographic Pattern of Trade and the Effects of Trade and the Effects of Price Changes. International Monetary Fund, Staff Papers 16 (July 1969), S.179-199.

BAWDEN, D.L., A spatial price equilibrium-model of international trade. "Journal of Farm Economics", Vol.48 (1966), Nr.4, Part 1, S.862-874.

BECKER, T., Zur Analyse von Handelsstrukturmatrizen. Diskussionsbeitrag des Instituts für Agrarpolitik und Marktlehre. Kiel 1988a.

BECKER, T., Die Getreideexportpolitik der EG. Kiel 1988b. Im Druck.

BIKKER, J.A., An International Trade Flow Model with Substitution: An Extension of the Gravity Model. "Kyklos", Vol.40 (1987), S.315-337.

CAPEL, R.E. und L.R. RIGAUX, Analysis of Export Demand for Canadian Wheat. "Canadian Journal of Agricultural Economics", Vol.22 (1974), Nr.2, S.1-14.

DEMING, E. und F. STEPHAN, On a Least Squares Adjustment of a Sampled Frequency Table when the Expected Marginal Totals are Known. "The Annals of Mathematical Statistics", Vol.11 (1940), S.427-444.

GRENNES, Th., JOHNSON, P.R. und M. THURSBY, The Economics of World Grain Trade. New York 1978.

KELLER, M., Struktur und Intensität der Verflechtung im EG-Intrahandel mit Butter. "Agrarwirtschaft", 1987, S.80-90.

KOLSTAD, C.D. und A.E. BURRIS, Imperfectly Competitive Equilibria in International Commodity Markets. "American Journal of Agricultural Economics", Vol.68 (1986), S.27-36.

LEAMER, E. und R. STERN, Quantitative International Economics. Boston 1970.

LINNEMANN, H., An Econometric Study of International Trade Flows. Amsterdam 1966.

POYHONEN, P., A Tentative Model for the Volume of Trade Among Countries. "Welt- wirtschaftliches Archiv", Heft 90 (1963), S.93-100.

PULLIAINEN, K., A World Trade Study: An Econometric Model of the Pattern of Commodity Flows in International Trade in 1948-1960. "Ekonomiska Samfundets Tidskrift", Heft 2 (1963), S.78-91.

RESNICK, S.A. und E.M. TRUMAN, An Empirical Examination of Bialteral Trade in Western Europe. "Journal of International Economics", Vol.3 (1973), S.305-335.

5. Ein Programmpaket für die Berechnung von Handelsintensitäten sowie die Prognose von Handelsströmen durch die iterative Methode kann bei Bedarf vom Verfasser angefordert werden

RICHARDSON, J.D., Some Sensitivity Tests for a "Constant-Market-Shares" Analysis of Export Growth. "Review of Economics and Statistics", Vol.53 (1971a), S.300-304.

RICHARDSON, J.D., Constant-Market-Shares Analysis of Export Growth. "Journal of International Economics", Vol.1 (1971b), S.227-239.

RICHARDSON, J.D., Beyond (but back to?) the Elasticity of substitution in International trade. "European Economic Review", Vol.4 (1973), S.381-392.

ROJKO, A.S. und M.W. SCHWARTZ, Modeling the World Grain – Oilseeds – Livestock Economy to Assess World Food Prospects. "Agricultural Economics Research", Vol.28 (1976), S.89-98.

SAMUELSON, P.A., Spatial Price Equilibrium and Linear Programing. "American Economic Review", Vol.42 (1952), Nr.3, S.283-203.

SARRIS, A.h., ABBOTT, P.C. und L. TAYLOR, Grain Reserves, Emergency Relief, and Food Aid. In: Cline, W.R. (Hrsg.), Policy Alternatives for a New International Economic Order. New York 1979, S.157-214.

SAVAGE, R. und K. DEUTSCH, A Statistical Model of the Gross Analysis of Transaction Flows. "Econometrica", Vol.28 (1960), Nr. 3, S.551-572.

SCHIFF, M.W., An Econometric Analysis of the World Wheat Market and Simulation of Alternative Policies 1960-80. United States Department of Agriculture, Economic Research Service 1985.

SCHMITZ, A. und D.L. BAWDEN, A spatial price analysis of the world wheat economy: some long-run predictions. In: Judge, G.C. und T. Takayama (Hrsg.), Studies in Economic Planing over Space and Time. Amsterdam 1973.

SENTI, R., Constant Market Share-Methode: Eine weitere Differenzierung in der An- wendung. "Weltwirtschaftliches Archiv – Review of World Economics", Vol.112 (1976), Heft 1, S.165-167.

SHEI, S.-Y. und R.L. THOMPSON, The Impact of Trade Restriction on Price Stability in the World Wheat Market. "American Journal of Agricultural Economics", Vol.59 (1977), S.628-638.

SOMMER, U., Der Welthandel mit Krebs- und Weichtieren – Eine Anwendung der Informationstheorie zur Analyse und Prognose von Außenhandelstrukturen. Intitut für landwirtschaftliche Marktforschung der FAL Braunschweig-Völkenrode. Arbeitbericht 86/3. 1986.

STONE, R. und A. BROWN, A Program for Growth, Vol.1: A Computable Model of Economic Growth. Cambridge 1962.

TAKAYAMA, T., International Trade and Mathematical Programming. "Australian Journal of Agricultural Economics", Vol.11 (1967), S.36-48.

TAKAYAMA, T. und G.G. JUDGE, Spatial Equilibrium and Quadratic programming. "Journal of Farm Economics", Vol.46 (1964), Nr.1, S.67-93.

THOMPSON, R.L., A Survey of Recent US-Developments in International Agricultural Trade Models. United States Department of Agriculture, Economic Research Service. 1981.

TINBERGEN, J., Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy. New York 1962.

TYREE, A., Mobility Ratios and Association in Mobility Tables. "Population Studies", Vol.27 (1973), Nr.3, S.577-588.

URIBE, P., DE LEEUW, C.G. und H. THEIL, The Information Approach to the Prediction of Interregional Trade Flows. "Review of Economic Studies", Vol.33 (1966), Nr.95, S.209-220.

WARNER, D.L., An econometric Model of the World Wheat Economy. Dissertation 1979.

WILSON, W.W., KOO, W.W., CARTER, C.A. und Y. TEDROS, Import Loyalty in International Wheat Markets. "Canadian Journal of Agricultural Economics", Vol.34 (1987), S.295-305.

ZWART, A.C. und K.D. MEILKE, The Influence of Domestic Pricing Policies and Buffer Stocks on Price Stability in the World Wheat Industry. "American Journal of Agricultural Economics", Vol.61 (1979