UNIVERSITÄT POTSDAM
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät

STATISTISCHE DISKUSSIONSBEITRÄGE

Nr. 11

Simon Gelaschwili

Anwendung der Spieltheorie in der Prognostizierung der Marktprozesse

Potsdam 1999
ISSN 0949-068

STATISTISCHE DISKUSSIONSBEITRÄGE

Nr. 11

Simon Gelaschwili

Anwendung der Spieltheorie in der Prognostizierung der Marktprozesse

Herausgeber: Prof. Dr. Hans Gerhard Strohe, Lehrstuhl für Statistik und Ökonometrie
der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Potsdam
Postfach 90 03 27
D-14439 Potsdam
Tel. +49 (0) 331 977-32 25
Fax. +49 (0) 331 977-32 10
e-mail: strohe@rz.uni-potsdam.de
1999, ISSN 0949-068X

Dieser Statistische Diskussionsbeitrag ist das Ergebnis der Arbeit von Herrn Dr. Simon Gelaschwili an der Universität Potsdam. Dr. Gelaschwili ist Dozent an der Staatlichen Universität Tbilisi in Georgien. Er arbeitete 1998 im Rahmen eines Stipendiums des Deutschen Akademischen Auslandsdienstes (DAAD) in Potsdam. Sein Hauptforschungsgebiet ist die Methodologie der statistischen Prognose von Wirtschaftsprozessen. Mit Einbeziehung der Spieltheorie eröffnet er den Statistischen Diskussionsbeiträgen einen neuen vielversprechenden Themenbereich.

Der vorliegende Beitrag wurde von Frau Svetlana Alexeeva mit viel Sachverstand aus dem Russischem übersetzt und von Frau Alexandra Franke redaktionell bearbeitet.

Potsdam, Januar 1999 Hans Gerhard Strohe

Anwendung der Spieltheorie bei der Prognose von Marktprozessen

Einführung

Die Spieltheorie ist bei der Prognose von sozioökonomischen Erscheinungen und Prozessen vorwiegend dann sinnvoll, wenn der Forschungsgegenstand oder das zu erforschende System a) als Ergebnis bestimmter Wechselwirkungen zwischen dem zu untersuchenden System mit den anderen Systemen oder b) als Resultat der Beziehungen zwischen einzelnen Elementen des gegebenen Systems betrachtet werden.

In der weltweiten Wirtschaftspraxis kommt die Spieltheorie insbesondere bei der Prognose von Erscheinungen und Prozessen der Finanz- und Kreditpolitik, Fiskalpolitik, im Bereich der Entwicklung der internationalen Wirtschaftsbeziehungen sowie der Beziehungen zwischen bestimmten Wirtschaftsbranchen zur Anwendung. Dennoch wird die Spieltheorie bei der statistischen Prognose der Entwicklung des Güter- und Dienstleistungsmarktes, der Verbraucherpreise, des Angebot- und Nachfrageverhältnisses und anderer Marktprozesse noch unzureichend zum Einsatz gebracht. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der theoretischen und praktischen Ausarbeitung weiterer Möglichkeiten für eine breitere Anwendung der Spieltheorie in der statistischen Prognose marktwirtschaftlicher Prozesse und der Konjunkturlage. Eine erfolgreiche Lösung dieses Problems könnte die Einsatzgebiete der Methoden und Verfahren der Spieltheorie erheblich erweitern, was gleichzeitig die Bedeutung dieses wissenschaftlichen Zweiges erhöhen würde.

Aufgaben und Anwendungen der Spieltheorie

Die Hauptaufgabe der Spieltheorie im Bereich der statistischen Prognose der Marktprozesse besteht in der Ausarbeitung und Erprobung von begründeten Empfehlungen für eine effektive Steuerung und zielgerichtete Regulierung der erwarteten Veränderung aller möglichen Prozesse. Hierbei sollte man bedenken, daß die zu erforschenden Prozesse (Marktprozesse insbesondere) in einem starken Maße sowohl von den signifikanten, als auch von anderen (saisonalen, zyklischen, zufälligen) Faktoren beeinflußt werden. Zugleich ist ein Teil dieser Faktoren beobachtbar (das heißt statistisch berücksichtigt), der andere aber unbestimmt (unberücksichtigt). Im letzteren Fall werden unter unbestimmten diejenigen Faktoren verstanden, über die der Forscher keine Informationen (weder qualitative noch quantitative) besitzt. Die Anwendung der Spieltheorie gibt ihm die Möglichkeit, durch seine

Einfühlungskraft und Intuition indirekt sogar unbestimmte Faktoren in die Entscheidung über Prognosevarianten einzukalkulieren.

In der Prognose der auf dem Markt ablaufenden Prozesse stellt der Einsatz der Methoden und Modelle der Spieltheorie einen komplizierten Forschungsprozeß dar, der aus folgenden Schritten besteht:

1. Die Auswahl der Spielteilnehmer (Systeme) an den Spielprozessen (Situationen);
2. Das Aufstellen und die Ausarbeitung der Verhaltensmodelle der Systeme;
3. Die Bestimmung verschiedener Strategien zur Steuerung der einzelnen Systeme;
4. Die Erstellung von Verhaltensregeln der Spielteilnehmer;
5. Die Auswahl der optimalen Steuerungsstrategie gemäß Verhaltensregeln für einzelne Systeme;
6. Die Bestimmung der Gewinn- bzw. Verlustgröße für einzelne Systeme, die sich aus verschiedenen Strategiealternativen resultiert;
7. Die Ausarbeitung alternativer Prognosen für die Entwicklung des Systems (des Objekts) gemäß der gewählten Steuerungsstrategie (zielgerichtete Regulierung);
8. Das Treffen der endgültigen Entscheidung über die Prognosevariante, die als Realprognose gewertet wird.

Ergänzend kann man bei der Charakterisierung der beschriebenen Schritte darauf hinweisen, daß

- im ersten Schritt die Ziele und Aufgaben der Prognose, der Prognosegegenstand, der Prognosezeitraum festgelegt und das allgemeine Prognoseprogramm unter Anwendung der Spieltheorie aufgestellt werden;
- im zweiten Schritt die Methoden und Verfahren der Spieltheorie (wenn nötig, auch anderer Theorien) ausgewählt, vorhandene empirische Informationen klassifiziert und verschiedene Verhaltensmodelle der Forschungssysteme (Objekte) ausgearbeitet werden;
- im dritten Schritt man je nach den Zielen und Aufgaben der Prognose unterschiedliche Steuerungsstrategien für einzelne Systeme aussucht;
- im vierten Schritt die Arten der Beziehungen zwischen den Spielteilnehmern, Verhaltensformen sowie deren Abgrenzungskriterien festgelegt werden sollen;

- im fünften Schritt aus der ganzen Vielfalt der alternativen Steuerungsstrategien diejenigen ausgewählt werden, die für ein konkretes Objekt (System) gemäß seinen, vorher bereits festgelegten Verhaltensregeln angemessen erscheinen;
- man im sechsten Schritt dann die endgültigen Größen für einzelne Objekte als Resultat eines bestimmten Verhaltensmusters entsprechend der von ihm gewählten Strategie errechnen könnte; sie können einen positiven oder negativen Wert aufweisen, je nachdem, ob ein positives (z. B. Gewinn) oder ein negatives (z. B. Kostenreduzierung) Ergebnis angestrebt wird;
- dem siebenten Schritt ein besondere Bedeutung für die durchgeführte Prognose beigemessen wird. In diesem Schritt werden für jedes Objekt alternative Prognosegrößen gemäß den gewählten optimalen Steuerungsstrategien errechnet; hierbei könnte man neben den Methoden und Modellen der Spieltheorie auch von anderen Verfahren Gebrauch machen, welche die erzielte Prognose zusätzlich aus wissenschaftlicher Sicht unterstützen würden;
- in dem abschließenden achten Schritt aus den bereits feststehenden Prognosegrößen derjenige endgültige Wert gewählt wird, der am meisten der Realität entspricht und somit den Status der endgültigen optimalen Prognose bekommt. Gleichzeitig erfolgt auf dieser Stufe auch die Verifikation der endgültigen Prognose.

Auf allen Stufen der Prognose der Marktprozesse unter Einsatz der Spieltheorie finden viele statistische Methoden und Verfahren (z. B. Gruppenbildung und Klassifizierung, Mittelwerte, Variationsverfahren usw.) eine breite Anwendung.

Spiel und Prognose von Marktprozessen

Ein Spiel wird in der statistischen Prognose als Situation betrachtet, die aus dem realen Handeln des Forschungsobjekts resultiert. Eine wichtige Voraussetzung eines Spiels ist die Ausarbeitung des Spielablaufes, in dem die Rolleninhalte für jeden Spielteilnehmer gemäß seinem Entwicklungsstadium sowie entsprechende Einschränkungen festgelegt werden. Die Spielteilnehmer können während des Spiels verschiedene Experimente je nach ihren Zielen und Aufgaben durchführen, unterschiedliche Situationen mit dem Computer simulieren usw.

Wenn die Spielteilnehmer verschiedene Ziele verfolgen, dann wird eine solche Situation als konfliktär angesehen. Als typisches Beispiel dafür dient das Verhältnis zwischen den Käufer und Verkäufer auf dem Markt. Hierbei werden von dem jeweiligen

Spielteilnehmer Aktionen getätigt, die ihn seinem Ziel näher bringen. Wenn der eine Spieler einen Erfolg erzielt hat, bedeutet es in der Regel Erfolglosigkeit des anderen. In der Realität (insbesondere auf dem Markt) sind solche Situationen häufig anzutreffen, wenn die Spielteilnehmer zwar verschiedene (keine vollständig identischen), aber nicht ganz gegensätzliche (antagonistische) Interessen haben. In diesem Fall wird das Spielergebnis für jedes System von der richtigen Wahl einer effektiven Steuerungs- (Handlungs-) -strategie abhängig sein.

Bei der statistischen Prognose von sozioökonomischen Prozessen und Erscheinungen (besonders auf dem Markt) unter Anwendung der Spieltheorie geht es also in erster Linie um die Begründung der Wahl einer optimalen Steuerungsstrategie (zielgerichtete Regulierung) sowie um die Bestimmung des relevanten Trends und seiner weiterer Entwicklung. Dabei sollte man unterstreichen, daß es zu statistischen Methoden zur Bestimmung und Abgrenzung eines Trends meistens keine bessere Alternative gibt.

Bei der Analyse von Marktprozessen wird jede Situation des Spielers durch die vorher aufgestellten Regeln bestimmt, durch die das Verhalten der Spielteilnehmer bedingt und im gewissen Sinne eingeschränkt ist. Getätigte Handlungen der Spieler stellen konkrete Spielelemente dar. Jeder Spieler sucht eine solche Strategie aus, die ihm die Möglichkeit zur Erreichung seines Ziels gibt (z. B. Gewinnmaximierung oder Kostenminimierung).

Einzelne Aktionen der Spieler spiegeln eine konkrete praktische Durchführung der Steuerungsmaßnahmen wieder, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Zustände (sowohl mengen-, als auch wertmäßige) der zu untersuchenden marktwirtschaftlichen Erscheinungen und Prozesse bewirken.

Gesetzt den Fall, daß z. B. eine Analyse des Verhältnisses „Käufer – Verkäufer“ durchzuführen ist, die unter Anwendung der Spieltheorie erfolgen soll. Der Teilnehmer A entscheidet sich dann für eine für ihn akzeptable Steuerungsstrategie U^1 vom Standpunkt des Verkäufers aus, der andere Spieler B wird eine Steuerungsstrategie U^2 als Käufer auswählen.
Der erste Spieler A strebt das Ziel der Maximierung seines Einkommens an, wonach er auch seine Aktivitäten ausrichtet, während die Handlungen des zweiten Akteurs Reaktionen darauf darstellen. Aus der Vielzahl aller möglichen Varianten würde B eine solche Steuerungsstrategie auswählen, die ihm Kostenminimierung gewährleisten wird. Die aufgeführten Überlegungen lassen sich formal durch die folgende Gleichung darstellen:

$$\text{Max A} \, (U_i^1) = \text{Min B} \, (U_j^2), \qquad \text{mit } i = 1, 2, \ldots, n; \quad j = 1, 2, \ldots, m.$$

Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der beiden von den Teilnehmern ausgesuchten Strategien beträgt das Einkommen von A Q(U_i^1, U_j^2), welches wertmäßig zugleich den Kosten des B entspricht, d. h. –Q(U_i^1, U_j^2).

Die Wahl für eine Strategie kann der Spielteilnehmer auf unterschiedlichen Spieletappen treffen. Ist beispielsweise die Steuerungsstrategie bereits am Anfang des Spiels allen Teilnehmern bekannt, dann ist es eine reine Strategie. Wird sie durch eine zufällige Wahl getroffen, so würde das eine gemischte Strategie sein. Einen realen Prognosewert könnte man jedoch lediglich aufgrund der optimalen Strategie erreichen. Die Bestimmung der optimalen Strategie der Spieler läßt sich auf vielen Wegen erzielen, darunter auch durch die Verwendung der linearen Programmierung. In diesem Fall (genauso, wie in einem anderen) ist zunächst die Wahrscheinlichkeit der Wahl für die eine oder andere Strategie von den Spielteilnehmern zu ermitteln. Für den ersten Spieler sei es die Wahrscheinlichkeit p_i^1 bei der Entscheidung für die Strategie U_i^1, für den zweiten p_j^2 für die Strategie U_j^2. Da alle Spielteilnehmer verschiedene Möglichkeiten zur Wahl einer Strategie haben, wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung auch unterschiedlich sein:

$$p_1^1, p_2^1, \ldots, p_n^1 \text{ bzw. } p_1^2, p_2^2, \ldots, p_n^2.$$

Nach der Feststellung der optimalen Strategie für beide Spieler läßt sich dann die Prognose des Forschungsprozesses (des gegebenen Systems) aufgrund der Ermittlung der Steuerungsgrößen U_i^1, U_j^2 und den auch bereits bekannten Wahrscheinlichkeiten p_i^1 und p_j^2 aufstellen.

Häufig ist während des Spiels ein exogener Einfluß V zu beobachten, der verschiedene Werte annehmen kann, d. h.:

$$V_1, V_2, \ldots, V_k.$$

In dieser Situation gilt es, die Wahrscheinlichkeiten des Eintritts dieses Einflusses festzustellen, d. h.:

$$p_i^1(V) \text{ und } p_j^2(V).$$

Danach ist diejenige Steuerungsstrategie auszuwählen, die letztendlich die Kosten des gegebenen Systems minimiert. In der Praxis kann man dieses Ziel anhand eines Experiments erreichen, das sich aus einer Reihe von Versuchen *r* zusammensetzt. Als endgültiges Resultat ergibt sich dann die Steuerungsstrategie U_i (i = 1, 2,..., n), die bei möglichen Ausprägungen von V_j angewendet wird. In diesem Fall ist mit einem festen Gewinn α zu rechnen, der gleich Max A(U_i^1) sein wird. Bezeichnet man jetzt einzelne Kosten mit q_{ij}, dann gilt:

$$\alpha = \text{Max (Min } q_{ij}),$$

und die Kostenmatrix könnte folgende Gestalt haben:

$$Q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & \cdots & q_{1m} \\ q_{21} & q_{22} & \cdots & q_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & q_{n2} & \cdots & q_{nm} \end{pmatrix} \quad \text{mit} \quad q_{ij} = \text{Q}(U_i^1, U_j^2).$$

Unter Berücksichtigung oben aufgeführter Berechnungen sei schließlich diejenige Strategie auszuwählen, bei der die durchschnittlichen Kosten des gegebenen Systems (oder des Prognoseobjekts) ihr Minimum annehmen, d. h.:

$$\text{Q}(U, V) = \sum q_{ij} \cdot p_i^1 \cdot p_j^2 .$$

Dabei kann man jeder Lösungsvariante folgende Gleichung zuordnen:

$$q_{ij} = \alpha \ (U_i, V_j, d),$$

mit *d* - Spielpreis, der immer positiv ist, d. h. $d > 0$.

Da der exogene Einfluß als eine Gesamtheit der zufälligen Größen angesehen wird, deren entsprechende Ausprägungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(V)$ zugeordnet werden, kann man sich die Durchschnittskosten des Systems bei allen möglichen Werten von V als eine Risikofunktion folgender Art vorstellen:

$$\text{R}(d) = \sum \alpha\left(U_i, V_j, d\right) \cdot p\left(V_j\right).$$

Die Hauptaufgabe der Prognose in einem solchen Fall besteht nicht in der Minimierung der Durchschnittskosten, sondern in der Maximierung der Risikofunktion. Als ein besonders aussagekräftiges Interpretationsbeispiel kann bei der statistischen Prognose der Marktprozesse unter Anwendung der Spieltheorie ein Gesamtmarktmodell dienen. Das Spiel stellt nun eine Gesamtheit der Kauf- und Verkaufsaktionen, an denen N Spieler (Käufer und Verkäufer) beteiligt sind, dar. Sie können sich entweder für eine dominierende oder für eine vorsichtige Steuerungsstrategie (Regulierungsstrategie) entscheiden. Jeder ausgesuchten Strategie entspricht eine bestimmte Nutzenfunktion folgenden Typs:

$$Q_i = (U_i^k, U_j^k).$$

Jeder Wert, den die Funktion Q_i annimmt, weist eine Abhängigkeit nicht nur von der ausgewählten Strategie des i-ten Spielers (i = 1, 2,..., N), sondern auch von der ganzen Gesamtheit der möglichen Strategien M = (k, r,..., m) , welche die N Spieler bevorzugt haben, auf. In diesem Fall kann von einer dominierenden Strategie U_i^k des i-ten Spielers gesprochen werden, wenn für alle Spieler die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$Q_i(U_i^c, U_j^r) \leq Q_i(U_i^k, U_j^r),$$

mit U_i^c - die übrigen Strategien des i-ten Spielers, wobei c ungleich k ist; und U_j^r - alle von den anderen Spielern bevorzugte Strategien.

Hierbei sollte man betonen, daß die Spielteilnehmer während des Spielablaufs bei der Auswahl ihrer Steuerungsstrategien nicht eingeschränkt sind. Dennoch werden die infolge der Durchführung einer konkreten Strategie erreichten Ergebnisse nicht nur von einem Spielteilnehmer, sondern auch von den anderen Spielern, die unterschiedlich auf verschiedene Strategien reagieren, abhängig sein.

Nach der Durchführung der oben beschriebenen Abläufe und der Bestimmung konkreter Werte aller notwendigen Größen kann man für verschiedene Varianten konkrete Prognosen aufstellen. Die Variantenanzahl der Prognosen ist von den ausgewählten Spielstrategien abhängig. Auf dieser Stufe lassen sich gut verschiedene statistische Methoden und Verfahren (z. B. Mittelwerte, Variation usw.) anwenden.

Nach der Berechnung der Prognosekennziffern ist ihre Verifizierung notwendig, die in unserem Fall am zweckmäßigsten auf dem Wege einer Beratungsrunde realisiert werden kann, an der sich nicht nur Fachexperten, sondern auch die Spielteilnehmer selbst beteiligen können. Außerdem ist es bei der statistischen Prognose verschiedener Marktprozesse und Markterscheinungen unter Verwendung der Spieltheorie wichtig zu berücksichtigen, daß sich einzelne Teilnehmer des Spiels unter ungleichen Bedingungen befinden. Dieses wird durch ihre funktionale Bestimmung, finanziellen Möglichkeiten, durch die Eigenschaften des Produktionsstandortes, die Transport- und natürlich- klimatischen Bedingungen, die ökologische Situation usw. hervorgerufen. Das gilt vor allem dann, wenn die Hauptteilnehmer des Spiels keine Privatpersonen, sondern ganze Organisationen darstellen. Solche Spiele nennt man Spiele mit hierarchischer Struktur, in denen das Steuerungszentrum (z. B. ein Ministerium, eine Gesellschaft) und die Gesamtheit einzelner Spieler (Firmen, Unternehmen) die Hauptteilnehmer sind. Dabei wird unterstellt, daß sowohl das Zentrum als auch die ausführenden Personen (oder anderer Spielteilnehmer) die Maximierung ihrer Nutzenfunktionen als Ziel anstreben. Es dürfte klar sein, daß die Erreichung des Zentrum-Ziels von seinen eigenen Handlungen sowie von den Reaktionen auf diese Handlungen jeder ausführenden Person abhängig ist. Die Nutzenfunktion des Steuerungszentrums kann man formal folgendermaßen formulieren:

$$\mathrm{f}_z(U_z, U_1, U_2,..., U_n).$$

Die Nutzenfunktionen der ausführenden Personen werden analog sein:

$$\mathrm{f}_i(U_z, U_1, U_2,..., U_n),$$

mit U_z - Aktionen des Steuerungszentrums, $U_z, U_1, U_2,..., U_n$, - Handlungen der einzelnen ausführenden Personen.

Eine Besonderheit solch einer Spielsituation bei der Prognose besteht darin, daß das Spielzentrum über eine bestimmte Priorität verfügt. Das bedeutet, daß das Zentrum das Recht hat, die erste Aktion zu tätigen, d. h. es beginnt das Spiel und beeinflußt im bedeutenden Maße den gesamten Spielablauf. Für die ausführenden Personen kommt die Rationalität ihrer Handlungen nicht nur im Bestreben nach Maximierung ihrer Nutzenfunktionen zum Ausdruck, sondern auch im Bestreben zur Vorsicht und Gleichmäßigkeit während des Spiels. Darauf aufbauend wird die Auswahl konkreter Spielstrategien für die ausführenden Personen sowohl durch die Handlungen des Zentrums bestimmt, als auch durch den Grad ihrer Information über die Handlungen anderer Teilnehmer, durch ihre Integrations- und Koalitionsbildungsmöglichkeiten usw. In solch einem Fall kann man die Strategie der Sanktionen auswählen. Das bedeutet, daß die Mehrzahl der Spielteilnehmer verschiedene Sanktionen (d. h. Strafmaßnahmen) gegen einen potentiellen Verletzer der Spielregeln (oder einer vorher getätigten Absprache) anwenden. So, z. B., wenn ein Teilnehmer i an der Reihe ist und während seines Zuges t (t = 1, 2,..., T) gegen die Vertragsabsprachen verstößt, dann können die übrigen Spielteilnehmer in den nächst folgenden Handlungen (T-t) zu solchen Sanktionen U_j (l) gegen den Spielregelverletzer (j ungleich i) greifen, so daß er (der Verletzer) während der nächsten Schritte (l = t+1, t+2,..., T) bei jeder beliebigen Handlung nicht mehr als die minimale Höhe des Gewinns erhält (was dem minimalen Resultat gleichkommt). In diesem Fall kann der gesamte Gewinnumfang der übrigen Spielteilnehmer vergrößert werden. Die Strategien der anderen Teilnehmer in jedem folgenden Schritt muß selbstverständlich in einem wechselseitigen Zusammenhang stehen.

Wenn die Aufgabe in der Ausarbeitung einer Prognose des Angebots auf dem Gütermarkt besteht und von einer hierarchischen Struktur von zwei Niveaus der n Objekte ausgegangen wird, die verschiedene Bedingungen für die Fertigung und das Angebot der gegebenen Produktionsgüter haben, dann sieht die Zentrumfunktion folgendermaßen aus:

$$Q^z = \sum x_i \quad \rightarrow \quad \max \; (i = 1,\ 2, \ldots,\ n).$$

Dabei wird die Annahme getroffen, daß die auszuarbeitende Prognose sich nur auf die Produktion von einem Gut beschränkt und es gilt, folgende Einschränkungen zu berücksichtigen:

$$x_i = \Phi_i \; (\overline{a}_1, \overline{a}_2, \ldots, \overline{a}_k) \; \geq \; 0, \quad \text{mit} \quad \sum \overline{a}_{ij} \leq \overline{a}_j, \; (i = 1,\ 2, \ldots,\ n).$$

Als Hauptziel eines jeden Objekts wird hier die Maximierung seines Nettogewinns unterstellt, was sich formal so ausdrückt:

$$Q_i = p_i\, x_i - c_{ij}\, a_j - R_i,$$

mit x_i - Güterangebot des Wirtschaftssubjekts;

a_j - der unterschiedliche Ressourcenverbrauch der Art j, wobei die Funktion $\Phi(a_1, a_2,..., a_k)$ verschiedene Ressourcenverbräuche darstellt;

p_i - der Preis einer Gütereinheit für i Subjekte;

c_{ij} - der Preis einer Einheit der Ressourcenart j für i Subjekte;

R_i - Gewinnsteuer.

Nach der Berechnung dieser Größen kann man nun die zu prognostizierenden Kennziffern bestimmen. Es scheint besonders sinnvoll, die Ausarbeitung statistischer Prognosen wie in diesem, so auch in anderen Fällen auf der Grundlage des Alternativprinzips durchzuführen, was die gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer Varianten erfordert. Es kann, z. B. sich um eine maximale, minimale und mittlere Größe handeln, wobei der mittlere Wert den Status der endgültigen Prognose erhält. Wenn beispielsweise die maximalen geschätzten Größen gleich $y_1^1, y_2^1, \ldots, y_n^2$ sind und die minimalen $y_2^1, y_2^2, \ldots, y_n^2$, so kann man daraus den Mittelwert folgendermaßen errechnen:

$$y_i = \frac{\left(y_i^1 + y_i^2\right)}{2}, \quad \mathrm{i} = 1,\ 2, \ldots,\ \mathrm{n}.$$

In diesem Fall ist die Variation jeder geschätzten Größe genau bekannt, d. h.:

$$y_i^1 < y_i < y_i^2, \quad \mathrm{i} = 1,\ 2, \ldots,\ \mathrm{n}.$$

Ein wichtiger Vorteil dieser Methode liegt darin begründet, daß sie schon automatisch die Verifikation einschließt. Es zeigt sich darin, daß die geschätzten Mittelwerte im erheblichen Maße frei von verschiedenen Schätzfehlern sind, d. h. der mittlere Schätzfehler der Prognose wird in jedem Fall geringer sein, als in einer Variante mit der maximalen Größe (bei der Intervallmethode der Prognose) oder in einer anderen beliebigen Variante (bei der Nichtintervallmethode). Außerdem sind die mittleren Schätzwerte im Vergleich zu anderen Alternativen durch eine hohe Wahrscheinlichkeit bezüglich des Erreichens eines realen Niveaus für den Prognosezeitraum gekennzeichnet

Zusammenfassung

Schließlich bedarf es noch der Bemerkung, daß bei der Prognose von Marktprozessen die Methoden der Spieltheorie bis dato in noch keinem Land eine breite Anwendung gefunden haben. Das ist im einzelnen durch unterschiedliche Faktoren bedingt: das Konzept der Spieltheorie erfordert eine strenge Reglementierung und verschiedene Voraussetzungen, deren Erfüllung in Wirklichkeit dadurch gehindert wird, daß jede Veränderung von realen Prozessen von einer hohen Unbestimmtheit begleitet (besonders dann, wenn man auf Grundlage eines erweiterten Horizonts arbeitet) wird. Dies erschwert im starken Maße die Konstruktion der Spiele im Ganzen und die Erstellung ihrer Prognosemodelle in einzelnen. Außerdem ist es wichtig, in die Spielsituationen verschiedene Fachleute, Ökonomen, Mathematiker; Programmierer, Psychologen und andere einzubeziehen. Die Durchführung von Spielexperimenten erweist sich für die Teilnehmer oft ebenfalls als schwierig, da sie hierfür vorher geschult werden müssen.

Die oben dargelegten Überlegungen erlauben die Schlußfolgerung, daß die Spieltheorie als Instrument statistischer Prognose von Marktprozessen (oder von anderen Erscheinungen) bis jetzt noch im Prozeß des Werdens begriffen ist und einer weiteren Entwicklung bedarf.

Literatur:

- Gelaschwili, S.: Marketing und Statistik (in georgischer Sprache), Zeitschrift "Ekonomika", Nr. 4, Tbilisi, 1991.

- Gelaschwili, S.: Statistische Modellierung und Prognose (in georgischer Sprache), Vorlesungskurs. Teil 1. Tbilisi, 1993.

- Gelaschwili, S.: Anwendung der Imitationsmodellierung in der Wirtschaftsprognose (in georgischer Sprache), Sammelband wissenschaftlicher Arbeiten der Staatlichen Universität Tbilisi, 1998.

- Gelaschwili, S.: Über Typologie die Methoden der statistischen Prognose (in georgischer Sprache), Sammelband wissenschaftlicher Arbeiten der Staatlichen Universität Tbilisi, 1998.

- Gelaschwili, S.: Methodologie der statistischen Prognose von Marktprozessen (in georgischer Sprache), Habilarbeit. Staatliche Universität Tbilisi, 1998.

- Helmer, O.: Looking forward - A guide to futures research, Beverly Hills (Cal.), 1983.

- Keating, G.: The production and use of economic Forecasts, N.Y. 1985.

UNIVERSITÄT POTSDAM
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät

STATISTISCHE DISKUSSIONSBEITRÄGE

Herausgeber: Hans Gerhard Strohe
ISSN 0949-068X

Nr. 1	1995	Strohe, Hans Gerhard: Dynamic Latent Variables Path Models - An Alternative PLS Estimation -
Nr. 2	1996	Kempe, Wolfram. Das Arbeitsangebot verheirateter Frauen in den neuen und alten Bundesländern - Eine semiparametrische Regressionsanalyse -
Nr. 3	1996	Strohe, Hans Gerhard: Statistik im DDR-Wirtschaftsstudium zwischen Ideologie und Wissenschaft
Nr. 4	1996	Berger, Ursula: Die Landwirtschaft in den drei neuen EU-Mitgliedsstaaten Finnland, Schweden und Österreich - Ein statistischer Überblick -
Nr. 5	1996	Betzin, Jörg: Ein korrespondenzanalytischer Ansatz für Pfadmodelle mit kategorialen Daten
Nr. 6	1996	Berger, Ursula: Die Methoden der EU zur Messung der Einkommenssituation in der Landwirtschaft - Am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland -
Nr. 7	1997	Strohe, Hans Gerhard / Geppert, Frank: Algorithmus und Computerprogramm für dynamische Partial Least Squares Modelle
Nr. 8	1997	Rambert, Laurence / Strohe, Hans Gerhard: Statistische Darstellung transformationsbedingter Veränderungen der Wirtschafts- und Beschäftigungsstruktur in Ostdeutschland
Nr. 9	1997	Faber, Cathleen: Die Statistik der Verbraucherpreise in Rußland - Am Beispiel der Erhebung für die Stadt St. Petersburg -
Nr. 10	1998	Nosova, Olga: The Atractiveness of Foreign Direct Investment in Russia and Ukraine - A Statistical Analysis
Nr. 11	1999	Gelaschwili, Simon: Anwendung der Spieltheorie bei der Prognose von Marktprozessen

Bezugsquelle: Universität Potsdam
Lehrstuhl für Statistik und Ökonometrie der
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
Postfach 90 03 27, D-15539 Potsdam
Tel. (+49 331) 977-32 25
Fax: (+49 331) 977-32 10
eMail: strohe@rz.uni-potsdam.de