

## **,Halbstrenge‘ Effizienz des Terminkontraktmarktes für Währungen**

### **Ein an Mustervorhersagen orientierter Test\***

Von M. E. Streit und E. Graw

“The main task of the theoretical social sciences ... is to trace the unintended social repercussions of intentional human actions.”

(K. R. Popper, 1948)

Der Beitrag enthält die Ergebnisse einer Überprüfung der Preisnotierungen für Währungsterminkontrakte am International Monetary Market in Chicago auf ‚halbstrenge‘ Informationseffizienz. Die Überprüfung ist nicht-parametrischer Art und basiert auf Verfahren der Zeitreihen- und Spektralanalyse. Sie weicht im Hinblick auf das Verständnis der Marktvorgänge von den konventionellen gleichgewichtsorientierten Ansätzen ab. Methodologisch stützt sie sich auf das Konzept der „Mustervorhersagen“.

### **1. Einleitung: Testmerkmale**

Im folgenden wird ein Test auf ‚halbstrenge‘ Effizienz eines spekulativen Marktes vorgestellt, der sich durch zwei Merkmale charakterisieren lässt:

- Anstelle der gleichgewichtsorientierten, mit rationalen Erwartungen verknüpften, statischen Effizienzbetrachtungen in der Prägung durch *Fama* (1970) wird eine dynamische Effizienzanalyse in der Tradition von *Hayek* (1937), *Hawtrey* (1939/40) und *Working* (1949) angestrebt, für die heterogene Erwartungen und Handel zu subjektiv falschen Preisen konstitutiv ist.
- Der konkrete Untersuchungsgegenstand – der Terminkontrakt handel für Währungen am International Monetary Market in Chicago – erlaubt es, aufgrund der über Hedging und Spekulation hinausgehenden Transaktionsvielfalt auf diesen Märkten die in die Effizienzanalyse einbeziehbare, öffentlich verfügbare Informationsmenge über den für ‚schwache‘ Effizienz relevanten Umfang auszudehnen.

---

\* Die Verfasser möchten mit diesem Aufsatz Hans Geiger gedenken, der nicht nur für sie ein vielversprechendes wissenschaftliches Talent, ein einfühlsamer Diskussionspartner und ein guter Freund war.

Der Test selbst basiert auf Verfahren der Zeitreihen- und Spektralanalyse und ist auf die Identifikation linearer Abhängigkeiten beschränkt.

## 2. Der testrelevante Preisbildungsprozeß

Das dem Test zugrunde liegende Verständnis des Preisbildungsprozesses auf einem Terminkontraktmarkt läßt sich thesenartig wie folgt zusammenfassen:<sup>1</sup>

(1) Für alle Transaktionsarten auf diesen Märkten ist charakteristisch, daß der Handel grundsätzlich zwei zeitlich getrennte, sich einer komparativ-statistischen Analyse entziehende Transaktionsschritte beinhaltet: In einem ersten Schritt wird eine Marktposition eröffnet in der Hoffnung, diese Position in einem späteren, zweiten Schritt wieder gewinnbringend schließen zu können. Dies ist unabhängig davon, ob Risikominderung, Gewinnerzielung oder eine Kombination beider Motive zur Marktteilnahme bewegen.

(2) Die offensichtliche aber grundsätzliche Schlußfolgerung, die aus dieser zeitlichen Transaktionsstruktur zu ziehen ist, lautet: Jede diskretiäre Einnahme einer offenen Position am Terminkontraktmarkt – und das ist der Regelfall – beruht auf der Einschätzung, daß der herrschende Kontraktionspreis (im Falle des Hedgings die Differenz zwischen Kontrakt- und Kassapreis) sich ändern wird. Das wiederum bedeutet, daß der herrschende Kontraktionspreis (die Preisdifferenz) als eine falsche Prognose des Kontraktionspreises (der Preisdifferenz) bei Fälligkeit des Kontraktes oder auch zu einem anderen aber in der Zukunft liegenden Zeitpunkt angesehen wird.

(3) Wenn ein Marktteilnehmer in der Lage sein soll, eine Position zu einem Preis einzunehmen, der für ihn eine gewinnversprechende Fehlprognose darstellt, dann setzt dies auf der Marktgegenseite ebenfalls Marktteilnehmer mit einer Preisbeurteilung voraus, die wiederum vom herrschenden Kontraktionspreis aber auch von der Einschätzung des betrachteten Marktteilnehmers abweicht. M. a. W., Handel zu subjektiv falschen Preisen ist die Regel. Nur bei Fälligkeit eines Kontraktes kommt es aufgrund der faktischen Situation auf dem Kassamarkt notwendig zu einem Konsens über den Kontraktionspreis.

(4) Die voneinander und vom herrschenden Kontraktionspreis abweichenden Preisprognosen beider Marktseiten bedeuten, daß die Kontraktionspreise vor Fälligkeit transitorische Gleichgewichte heterogener Erwartungen darstellen. Soweit die Erwartungen durch Informationen beeinflußt sind, läßt sich vermuten, daß die Marktteilnehmer über unterschiedliche Informationen

---

<sup>1</sup> Ausführlichere Erörterungen der Funktionsweise dieses Markttyps sowie der ablaufenden Informations- und Preisbildungsprozesse finden sich bei *Streit* (1980), *Streit / Quick* (1982), *Streit* (1983 a) sowie *Geiger* (1984).

verfügen müssen oder aber gleiche Informationen unterschiedlich beurteilen. Unterschiedliche als zukunftsrelevant beurteilte Informationsstände sind das Ergebnis von Talent, Zufall, unterschiedlichen Informationsanforderungen für die verschiedenen Transaktionsarten sowie nicht zuletzt von kostenorientierter und deshalb begrenzter Informationsbeschaffung und -verarbeitung.

(5) In der Chance, zu subjektiv als falsch beurteilten Preisen gewinnbringend kontrahieren zu können, liegt zugleich der Anreiz für einen Marktteilnehmer, die eigene Preisprognose durch die Beschaffung und Verarbeitung von zusätzlichen Informationen zu verbessern. Allerdings kommt er nicht umhin, einen von ihm vermuteten, informationsgestützten Prognosevorsprung mit dem Transaktionswunsch anzuzeigen. Insofern ist die Informationsverwertung mit externen Effekten verbunden. Durch sie wird aus der Fragmentierung des als zukunftsrelevant vermuteten Wissens ein arbeitsteiliger Informationsprozeß.

### **3. Dynamische versus gleichgewichtsorientierte Informationseffizienz**

Die zuvor skizzierte Sicht des Preisbildungsprozesses führt zu unorthodoxen Interpretationen der beobachtbaren Preise unter Effizienzaspekten.<sup>2</sup> Wenn die Kontraktpreise vor Fälligkeit von denjenigen, die zu ihnen kontrahierten, als falsch angesehen wurden, dann galten sie nur für diejenigen Marktteilnehmer als akzeptable Prognosen, welche keine Transaktionen vornahmen. Wollte man infolgedessen mit Hilfe ökonometrischen Methoden von den beobachteten Preisen auf Erwartungen der Marktteilnehmer schließen, so müßte sich der Schluß auf die unbekannte Zahl derjenigen beziehen, welche auf preisrelevante Transaktionen bewußt verzichtet haben.

Soweit Preisänderungen veränderte Informationsstände signalisieren, bestreiten diejenigen, welche zu den veränderten Preisen kontrahieren, daß durch diese die neue Informationslage aus ihrer zukunftsorientierten Sicht korrekt wiedergespiegelt wird. Daraus folgt ein weiteres unorthodoxes Ergebnis: Angenommen, ein Markt erweist sich nach den konventionellen Tests des Preisverlaufs als informationseffizient. In diesem Falle wäre das Ergebnis durch Aktionen von Marktteilnehmern hervorgebracht worden, die nach ihren informationsgestützten Erwartungen die Preise und Preisveränderungen als Fehlprognosen ansahen. M. a. W., die Informationseffizienz ist das unbeabsichtigte Ergebnis von Entscheidungen von Marktteilnehmern, die gerade deswegen kontrahierten, weil sie die verschiedenen Preise als fehlerhaft betrachteten und die vermuteten Fehler als Gewinn-

---

<sup>2</sup> Vgl. zu einigen Aspekten des Räsonnements auch *Streit* (1983 b), 8.

quelle erschließen wollten. Das Motiv der Marktteilnahme weicht also vom beobachtbaren Marktergebnis (der Informationseffizienz) ab. Die Informationseffizienz lässt sich ganz im Sinne des Zitats zu Beginn interpretieren.

Eine beobachtbare Effizienz auf der Marktebene bedeutet jedoch keineswegs, daß der einzelne Marktteilnehmer jeglicher Chance beraubt würde, Gewinne zu erzielen, womit dann auch seine Informationsanstrengungen mangels Anreiz erlahmen müßten. Dagegen sprechen vor allem ein beobachtungstechnisches und ein strukturelles Argument:

- Beobachtungstechnisch ist zu bedenken, daß es sich bei den in die Analysen einbezogenen Preisen um zeitlich (i. d. R. mindestens einen Börsentag) auseinanderliegende Momentaufnahmen handelt. Zwischen den Beobachtungszeitpunkten ablaufende, gewinnträchtige Preisangepassungsprozesse bleiben unerkannt.<sup>3</sup>
- Strukturell darf nicht übersehen werden, daß für die einzelnen kontrahierenden Marktteilnehmer höchst unterschiedliche Prognosezeiträume relevant sein können. Das gilt nicht nur für die Zeit bis zur Fälligkeit eines Kontraktes, innerhalb der eine Marktposition auf liquiden Märkten praktisch beliebig geräumt werden kann. Vielmehr ist es möglich, durch Umsteigen auf weiter in die Zukunft reichende Kontrakte (sog. „roll over“) erneut an zeitlicher Tiefe zu gewinnen.<sup>4</sup> M. a. W., die Erwartungen dürften nicht nur aufgrund der in Abschnitt 2 genannten Gründe heterogen sein, sondern auch deshalb, weil die Markteigenarten beachtlich divergierende individuelle Prognosezeiträume zulassen.

Somit verbleiben Chancen für den einzelnen Marktteilnehmer, Gewinne dadurch zu erzielen, daß er schneller in der Beschaffung und der korrekten Interpretation neuer Informationen ist aber auch, daß er bereits verfügbare Informationen schneller neu interpretiert.

Aus dem bisher Dargelegten ergibt sich für die gleichgewichtsorientierte Informationseffizienz:

- Die durch die Annahme grundsätzlich homogener rationaler Erwartungen ermöglichte Interpretation der beobachteten Preise als Gleichgewichtsphänomene erlaubt es nicht zu erklären, warum Transaktionen zu diesen Preisen überhaupt stattfinden.
- Die inhärente Statik des Gleichgewichtsansatzes macht darüber hinaus zusätzliche Annahmen erforderlich,<sup>5</sup> wenn es zu erklären gilt, warum sich

<sup>3</sup> So ergab eine Analyse von *Larson* (1960) für zwei 9-Jahresperioden des Terminkontraktmarktes für Mais in Chicago, daß etwa 81 v. H. der Preiswirkungen identifizierbarer neuer Informationen innerhalb eines einzigen Börsentages auftreten.

<sup>4</sup> Auf dem Kontraktmarkt gleitet die Zeit gewissermaßen unter einer ganzen Serie unterschiedlich terminierter Kontrakte hinweg, wobei am Ende der geltenden Termine stets neue Kontrakte angefügt werden. Dabei sind alle Kontraktpreise als Folge von intertemporaler Arbitrage und Spreading eng miteinander verknüpft.

Informationsaktivitäten auf spekulativen Märkten überhaupt lohnen sollen.

- Im Ergebnis kann die Erklärung der Informationseffizienz nur mit inadäquaten Abstraktionen von der Marktbene auf die Ebene des individuellen und „repräsentativen“ Marktteilnehmers zurückverlagert werden.<sup>6</sup>

#### 4. Dynamische Effizienz als methodologisch-empirisches Problem

Die begründete Vermutung der preisbildenden Dominanz heterogener Erwartungen schließt also den aggregativen Schritt von der Individual- auf die Marktbene aus. Das Marktganze hat eine andere Informationsqualität als die möglichen Ergebnisse einer Aggregation von Erwartungen der einzelnen Marktteilnehmer. Das bedeutet jedoch nicht, daß das Konzept der Informationseffizienz eines Marktes völlig aufgegeben werden muß. Allerdings verlangt der im Sinne von Hayek konstruktivistische Erklärungsanspruch mit Hilfe von Gleichgewichtsmodellen zurückgenommen zu werden.

Was im Hinblick auf das Konzept der Informationseffizienz bleibt, wurde bereits von *Working* (1934, 1949, 1958) im wesentlichen erarbeitet. Ausgehend von der Ebene der Marktpreise ist der *Working'sche* Ansatz durch folgende Frage charakterisierbar: Welche Informationsart kann zu einem beliebigen Beobachtungszeitraum auch dann nicht preiswirksam gewesen sein, wenn die Marktteilnehmer alle aus ihrer Sicht erkennbaren, informationsgestützten Gewinnchancen genutzt haben? Es verbleibt lediglich die Kenntnis von nach Inhalt und zeitlichem Anfall unvorhersehbaren, preiswirksamen Ereignissen. Nach ihrem zeitlichen Anfall müssen solche Ereignisse Zufallseigenschaften haben; denn schon die Verletzung dieser Bedingung würde dem Preisverlauf ein wiederkehrendes Muster verleihen. Dieses wäre in einem effizienten Markt (z.B. durch Chartisten) längst aufgespürt und – falls nettoerlösträchtig – genutzt, womit es zugleich verschwände. Daraus ergibt sich für den Preisverlauf auf einem effizienten Markt die Vermutung, daß – in den durch Informations-, Transaktions- und Opportunitätskosten gezogenen Grenzen – der Preisverlauf ausschließlich durch die Zufälligkeiten neuer Informationen geprägt sein darf.

Der *Working'sche* Ansatz liefert nicht mehr und nicht weniger als eine Mustervorhersage im Sinne *Hayek's* (1964). Der empirische Gehalt der *Working'schen* Theorie besteht in dem, was sie im Hinblick auf den Preisverlauf bei Informationseffizienz ausschließt: Regelmäßigkeiten bei aufeinanderfolgenden Preisänderungen. Als statistisches Testproblem formuliert trifft sich

<sup>5</sup> Ein aufschlußreiches Beispiel dafür lieferten *Grossman* (1977) sowie *Grossman / Stiglitz* (1976).

<sup>6</sup> Eine eingehende Diskussion dieses Abstraktionsproblems versucht *Streit* (1984).

Working's Effizienzvermutung in Form des Random Walk bzw. der Martingal oder Submartingaleigenschaft von Preisreihen zwar letztlich mit dem Ergebnis Fama's. Methodologisch entscheidend aber ist, daß es Working von vornherein unterläßt, das komplexe Phänomen Marktpreis auch nur durch den Anschein eines Rückgriffs auf die unübersehbare Vielfalt von Informationen sowie deren erwartungsbildende Verwertung durch die Marktteilnehmer zurückzuführen.

## 5. Das konkrete Testproblem und seine Lösung

Der Working'sche Ansatz läßt sich auch auf die von *Fama* (1970, 1976) unterschiedenen Grade der Informationseffizienz anwenden. Allerdings ergeben sich hier ebenfalls methodologisch bedingte Unterschiede. Tests auf 'halbstrenge' Effizienz stellen nach Fama darauf ab, ob die jeweiligen Preise neben ihren vergangenen Realisationen als relevante Informationsmenge (die sog. schwache Effizienz) zusätzlich alle sonstigen, öffentlich zugänglichen, preiswirksamen Informationen widerspiegeln. Für den Fama'schen Ansatz ergeben sich daraus zwei erhebliche Spezifikationsprobleme, selbst wenn man das konstruktivistische Vorgehen akzeptiert: (1) die Spezifikation der zusätzlichen Informationsmenge, von der nie Vollständigkeit i. S. d. Tests behauptet werden kann, sowie (2) die Spezifikation des dem Preisbildungsprozeß zugrunde zu legenden Gleichgewichtsmodells.

Wird hingegen der Testanspruch in der Tradition Workings auf das i. S. v. Hayek (s.o.) erkenntnistheoretisch Mögliche reduziert, ist wiederum die Mustervorhersage instrumentalisierbar. Empirischer Ausgangspunkt ist dabei der Umstand, daß es auf dem Kontraktmarkt eine Transaktionsart – das Spreading<sup>7</sup> – gibt, die für die beiden Transaktionsschritte (Abschnitt 2) jeweils den gleichzeitigen Kauf und Verkauf von zwei Kontrakten – unterschiedlicher Fälligkeit für die gleiche Währung (Intracurrency Spread) bzw. unterschiedlicher Währungen für die gleiche Fälligkeit (Intercurrency Spread) – beinhaltet. Dementsprechend ist für das Ergebnis dieser Transaktionsart die Entwicklung zweier Kontraktpreise relevant. Auf einen einzelnen der durch die Transaktionsart verknüpften Preise bezogen bedeutet dies, daß die Preise des anderen Kontraktes preisrelevante, öffentlich verfügbare Informationen sind, die über die Menge seiner eigenen vergangenen Realisationen hinausgehen. Systematische Beziehungen zwischen den beiden relevanten Preisen würden für Spreader Erlöschenken eröffnen, die auf einem effizienten Markt nicht ungenutzt blieben, wenn sie hinreichend gewinnträchtig wären. Die für halbstrenge Effizienz relevante Mustervor-

<sup>7</sup> Ausführliche Beschreibungen der Spread-Transaktion sowie von Vorteilen und Risiken des Spread geben z. B. *Kroll / Shishko* (1979), *Dushek / Harding* (1979) sowie *Streit* (1980).

hersage müßte daher beinhalten, daß auch die durch Spreadingmöglichkeiten verbundenen Preisbewegungen zweier Kontrakte auf effizienten Märkten nur durch nach Inhalt und zeitlichem Anfall unvorhersehbare, preiswirksame Ereignisse geprägt sein dürfen.

Die Mustervorhersage (die Vermutung halbstrenger Effizienz) wäre widerlegt, wenn die Analyse spreadingrelevanter Preise systematische Beziehungen zwischen den Preisbewegungen erbringen würde, deren Verwertung hinreichende Nettoerlöse (bei Risikoneutralität eine „Normalrendite“) verspräche. Als Widerlegungsversuche kommen Tests auf Kausalität, d.h. im Falle von Zeitreihen auf systematische Lead-Lag-Beziehungen in Betracht. Im konkreten Fall eröffnen sich aufgrund der beiden Spreadingarten zwei unabhängige Testmöglichkeiten. Beim ersten Test kann zusätzlich zur Preisentwicklung eines betrachteten Kontraktes die Information über die Preisentwicklung eines zweiten Kontraktes gleicher Fälligkeit aber anderer Währung verwendet werden, wie sie auch einen Spreader, der Intercurrency-Spreading durchführen will, interessieren dürften. Beim zweiten Test sind zusätzlich zu den vergangenen Preisen eines Kontraktes einer bestimmten Fälligkeit für eine Währung die Informationen über die vergangene Preisentwicklung eines Kontraktes gleicher Währung aber anderer Fälligkeit nutzbar, wie sie auch für Intracurrency-Spreading relevant sind.

Von den Möglichkeiten, einseitige Kausalität i. S. v. systematischen Lead-Lag-Strukturen zu testen, wurde eine Anwendung des Innovationsansatzes nach Haugh und Pierce<sup>8</sup> in Kombination mit der Frequenzbereichsdarstellung im Rahmen einer bivariaten Spektralanalyse<sup>9</sup> gewählt. Dabei wird in beiden Testfällen (Intra- bzw. Intercurrency Spread) in drei Schritten vorgegangen. Für alle untersuchten Beobachtungen wurde sowohl die Stärke des linearen stochastischen Zusammenhangs (die sog. Kohärenz) geprüft als auch der Test auf Kausalität (mittels der sog. U-Statistik und dem für einseitige Kausalität geltenden  $\chi^2$ -Test) durchgeführt. Erwies sich die Kausalität als signifikant (Signifikanzschwelle 0,95), so wurde außerdem die zeitliche Verschiebung zwischen den Kontraktpreisänderungen (die sog. Phase) im Rahmen einer bivariaten Spektralanalyse genauer untersucht. Die Ergebnisse werden im folgenden kurz vorgestellt.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Vgl. hierzu Haugh (1976) sowie Pierce / Haugh (1977).

<sup>9</sup> Ausführliche Erläuterungen zur bivariaten Spektralanalyse geben z. B. Granger / Hatanaka (1964); Jenkins / Watts (1968) sowie König / Wolters (1970).

<sup>10</sup> Eine breitere Darstellung einschließlich der methodischen Grundlagen sowie die Präsentation eines darüber hinausgehenden Testprogramms und seiner Ergebnisse, das auch Tests auf schwache Effizienz sowie die Überprüfung von Tests anderer Autoren enthält, findet sich bei Graw (1984).

## 6. Das Testmaterial

Für den am Intercurrency-Spread orientierten Test war zu fordern, daß die Preisänderungen von Kontrakten gleicher Fälligkeit aber unterschiedlicher Währung keine Kausalitätsstrukturen aufweisen. Die hierfür verfügbaren 5526 Beobachtungen bezogen sich auf die Währungen Britisches Pfund (BP), Deutsche Mark (DM) und Schweizer Franken (Sfr) und die Jahre 1976 bis 1980. Herangezogen wurden dabei für jeden Kontrakt die Notierungen der letzten sechs Monate vor dem Fälligkeitsmonat. Die Beobachtungszeiträume waren dann: 1. 9. bis 28. 2. für Märzkontrakte, 1. 12. bis 31. 5. für Junikontrakte, 1. 3. bis 31. 8. für Septemberkontrakte sowie 1. 6. bis 30. 11. für Dezemberkontrakte.

Für den am Intracurrency Spread orientierten Test war zu fordern, daß die Preisänderungen von Kontrakten unterschiedlicher Fälligkeit aber der gleichen Währung keine Kausalitätsstrukturen aufweisen. Herangezogen wurden ebenfalls Notierungen der BP-, DM- sowie Sfr-Kontrakte für die Jahre 1976 bis 1980. Verfügbar waren insgesamt 3594 Beobachtungen. Relevant waren dabei die Perioden, in denen jeweils zwei Kontrakte einer Währung gleichzeitig gehandelt wurden. z.B. war dies für einen Vergleich der Preisänderungen der Juni '80- mit denen der September '80-Kontrakte der Zeitraum vom 27. 2. bis 30. 5. 1980.

Bei beiden Datengruppen handelt es sich um tägliche Schlußnotierungen.<sup>11</sup> Auftretende Lücken, d.h. Tage, an denen keine Notierung vorlag, wurden geschlossen, um eine Zeitreihe mit (abgesehen vom Wochenende) äquidistanten Zeitabständen zu erhalten. Die Schließung erfolgte dadurch, daß an den Tagen ohne Notierung die Vortagsnotierung wiederholt wurde.

Bei der Wahl der zeitlichen Abstände zwischen den Notierungen war dem Umstand Rechnung zu tragen, daß die Informationsdiffusion auf Terminkontraktmärkten für Währungen sehr schnell ist. Sollen Anpassungsprozesse (und damit einseitige Kausalitäten) aufgespürt werden, sind daher die Abstände zwischen den Notierungen möglichst kurz zu wählen. Die verfügbaren Daten lassen als kürzesten Abstand einen Tag zu. Anpassungsprozesse, die sich im Verlaufe eines Börsentages vollziehen und die die Hauptertragsquelle der sog. Scalper darstellen, waren somit nicht identifizierbar. Generell ist zu vermuten, daß einseitige Kausalitäten um so schwerer aufzuspüren sind, je größer der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Beobachtungen ist.

<sup>11</sup> Eine Besonderheit am Terminkontraktmarkt für Währungen ist, daß die Schlußnotierung als einfacher Mittelwert der Abschlüsse der letzten 60 Sekunden eines Börsentages gebildet wird (vgl. I. M. M. 1980). Inwieweit dieser Mittelwert eine repräsentative Größe darstellt, wird hier nicht weiter verfolgt. Die Verwendung des so gebildeten Schlußkurses ist jedenfalls dann unbedenklich, wenn nachgewiesen werden könnte, daß spekulative Aktivitäten in diesen letzten 60 Sekunden 'ungerichtet' sind, d.h., wenn die Schlußnotierung keinen systematischen Bias enthält.

## 7. Ergebnisse<sup>12</sup> des am Intercurrency-Spread orientierten Tests

Der Vergleich der Ergebnisse<sup>13</sup> für die Prüfung auf Kohärenz zwischen den Preisänderungen zweier Kontrakte gleicher Fälligkeit aber unterschiedlicher Währungen erbrachte für die Spreadmöglichkeit zwischen DM- und Sfr-Kontrakten einen weitaus stärkeren linear-stochastischen Zusammenhang als für diejenige zwischen BP- und Sfr-Kontrakten. Die auf DM- und Sfr-Kontrakte bezogene Kohärenz ist bis auf ganz wenige Ausnahmen (z. B. Juni '76) signifikant von Null verschieden.

Demgegenüber ist die auf BP- und DM-Kontrakte bezogene Kohärenz überwiegend nicht signifikant von Null verschieden. Bei den ermittelten Kohärenzen überschreiten die Spitzenvwerte über den gesamten in bivariaten Spektralanalysen konventionell betrachteten Frequenzbereich (0 bis 0,5) hinweg bis auf wenige Ausnahmen (Dez. '78, März '79, Juni '80, Sept. '80) nicht den Wert 0,6 (Signifikanzschwelle: 0,23). Nur in drei Fällen (Dez. '78, März '79, Juni '80) ergaben sich für den gesamten Frequenzbereich signifikant von Null verschiedene Werte.

Der Vergleich der BP- und Sfr-Kontraktpreisänderungen führte zu einem ähnlichen Ergebnis. Auch hier sind die Kohärenzwerte zum großen Teil nicht signifikant von Null verschieden. Jedoch scheint der Zusammenhang im Bereich niedriger Frequenzen, also der längerfristige Zusammenhang, stärker zu sein als bei den übrigen Frequenzen. Die maximal erreichbaren Werte lagen bei 0,6, in den meisten Fällen jedoch nur wenig über 0,3. In einem Fall (Dezember '79) war die Kohärenz über den gesamten Frequenzbereich nicht signifikant von Null verschieden.

Die in einem zweiten Testschritt vertiefte Kausalitätsanalyse anhand der Kreuzkorrelationskoeffizienten erbrachte für die einzelnen Kontraktpreisvergleiche nur wenige, signifikant von Null verschiedene Ergebnisse. Lediglich in 6 der insgesamt 57 untersuchten Zeitreihenpaare für die verschiedenen Währungen waren von den jeweils 20 ermittelten Kreuzkorrelationskoeffizienten mehr als zwei signifikant von Null verschieden. Schon dieses Zwischenergebnis lässt darauf schließen, daß die Hypothese einer halbstrenge Effizienz des Kontraktmarktes für die betrachteten Währungen bei der geforderten Signifikanz von 95 v. H. nicht widerlegt werden kann.

---

<sup>12</sup> Alle Ergebnisse wurden mit Hilfe eines von J. Wolters erarbeiteten spektralanalytischen Programms auf der Siemens 7541-Anlage der Universität Mannheim ermittelt.

<sup>13</sup> Bei gegebener Anzahl von Beobachtungen werden Varianz und Verzerrung der Schätzung der Kreuzspektren von der Zahl der verwendeten Kreuzkovarianzen und der Zahl der Stellen im Frequenzbereich beeinflußt. Dies berücksichtigend wurden 20 bzw. 10 Kovarianzen (bei der zweiten Testkategorie, Abschn. 8) zur Schätzung der Kreuzspektren verwendet und die Spektralwerte an jeweils 20 Stellen im Frequenzbereich ermittelt. Außerdem waren die Zeitreihen um ihren Mittelwert zu bereinigen.

Zu dem auf den Kreuzkorrelationskoeffizienten aufbauenden Test auf einseitige Kausalität wurden bei jedem Zeitreihenpaar für Verzögerungen sowohl bis zu 10 als auch bis zu 20 Perioden die entsprechenden U-Statistiken ermittelt. Ihr Vergleich mit den kritischen  $\chi^2$ -Werten ergab für lediglich 8 von den insgesamt 57 analysierten Zeitreihenpaaren signifikante Lead-Lag-Strukturen. Im einzelnen waren dies (wobei stets die zunächst genannte Währung als „kausal“ ermittelt wurde):

Sfr → DM für die Kontrakte Dez. '77  
 BP → DM für die Kontrakte Dez. '78, März '79  
 DM → BP für die Kontrakte Sept. '76  
 BP → Sfr für die Kontrakte Sept. '76, Sept. '78, März '79  
 Sfr → BP für die Kontrakte Dez. '77.

Im letzten Testschritt wurde für die ermittelten 8 Kausalitätsfälle die zeitliche Verschiebung durch Berechnung des Richtungswinkels (der Phase) der geschätzten relevanten Kreuzspektren genauer zu analysieren versucht.<sup>14</sup> Die Größe des in den verbliebenen Fällen ermittelten Leads (Lags) ist in Tabelle 1 wiedergegeben. Deutlich wird dabei, daß die Leads (Lags) nach der Länge variieren. Auch ändert sich ihre Struktur; z.B. weist ein BP-Kontrakt im einen Fall einen Lead gegenüber dem entsprechenden DM-Kontrakt auf, im anderen Fall jedoch einen Lag.

**Tabelle 1**  
**Ermittelte Lead-Beziehungen (Intercurrency-Spread)**

Kontrakt		lead in Tagen gegenüber	Kontrakt	
Sfr	Dez. '77	1	DM	Dez. '77
BP	Dez. '78	5	DM	Dez. '78
BP	März '79	4	DM	März '79
DM	Sept. '76	aus Phase nicht zu ermitteln	BP	Sept. '76
BP	Sept. '77	17	Sfr	Sept. '77
BP	Sept. '78	5	Sfr	Sept. '78
BP	März '79	6	Sfr	März '79
Sfr	Dez. '77	16	BP	Dez. '77

Wie diese Ergebnisse unter Effizienzaspekten zu werten sind, soll erst im Anschluß an die zweite Testkategorie (Abschnitt 9) dargelegt werden.

<sup>14</sup> Zu den grundsätzlichen Problemen der Interpretation der Phase vgl. z.B. König / Wolters (1970).

## 8. Ergebnisse des am Intracurrency-Spread orientierten Tests

Die am Intracurrency-Spread orientierte Untersuchung von Beziehungen zwischen Preisentwicklungen für Kontrakte gleicher Währung aber unterschiedlicher (genauer: zweier aufeinanderfolgender) Fälligkeiten wurde ebenfalls für DM-, BP- und Sfr-Kontrakte durchgeführt.

Da es sich bei dieser Untersuchung um den Vergleich von Zeitreihen von Preisänderungen gleicher Währungen unterschiedlicher Kontraktfälligkeit handelt, war zu erwarten, daß der Zusammenhang zwischen den Preisänderungen der untersuchten Kontrakte relativ hoch sein würde. Die empirisch ermittelten Werte der Kohärenz bestätigten diese Erwartung. Sie liegen, von einigen Ausnahmen abgesehen, für die BP-Kontrakte zwischen 0,8 und 1,0, vielfach über 0,9. Für die DM-Kontrakte liegen sie zwischen 0,9 und 1,0 und für die Sfr-Kontrakte zwischen 0,8 und 1,0. Das bedeutet, daß in der Beobachtungsperiode insgesamt ein starker linearer stochastischer Zusammenhang zwischen den Preisänderungen aufeinander folgender Kontrakte der gleichen Währung vorgelegen hat.

Im Hinblick auf mögliche Kausalität ließen wie schon beim ersten Test (Abschnitt 7) bereits die Kreuzkorrelationskoeffizienten für die einzelnen Kontraktpreisvergleiche nur wenige signifikante Ergebnisse vermuten. Lediglich in 6 von insgesamt 54 untersuchten Zeitreihenpaaren für die verschiedenen Fälligkeiten waren in den jeweils 10 ermittelten Kreuzkorrelationskoeffizienten mehr als zwei signifikant von Null verschieden.

Im einzelnen erbrachte die Ermittlung der U-Statistik bei diesem Test in 4 von 54 Fällen signifikante Ergebnisse und zwar (Erstnennung zeigt wiederum jeweils an, welcher Kontrakt als „kausal“ ermittelt wurde):

- bei den DM-Kontrakten: Dez. '78 → März '79,
  - bei den Sfr-Kontrakten : Sept. '76 → Dez. '76,  
Dez. '77 → März '78,
  - bei den BP-Kontrakten : März '78 → Juni '78.

bei dem stets gewählten Signifikanzniveau von 95 v. H.

Die vertiefende Analyse der 4 identifizierten Fälle signifikanter, einseitiger Kausalität durch Errechnung der Phase führte zu den in Tab. 2 zusammengestellten Lead-(Lag-)Beziehungen. Auch in diesem Fall sind die ohnehin wenigen Ergebnisse in Anbetracht der Schwierigkeiten, welche grundsätzlich mit der Interpretation der Phase verbunden sind, mit Vorsicht zu werten.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Erst eine weitere Analyse etwa entsprechend der von Wolters (1981) vorgeschlagenen schrittweisen Regressionsanalyse könnte genauere Auskunft über die tatsächliche Lead-(Lag-)Struktur zwischen den betrachteten Zeitreihen geben. Im Hinblick auf das Untersuchungsziel ist eine derartige weitergehende Analyse jedoch hier nicht notwendig.

Tabelle 2

Ermittelte Lead-Beziehungen (Intracurrency-Spread)

Kontrakt			lead in Tagen gegenüber	Kontrakt		
DM	Dez.	'79	4	DM	März	'80
Sfr	Sept.	'78	3	Sfr	Dez.	'76
Sfr	März	'78	4	Sfr	Dez.	'77
BP	Juni	'78	2	BP	März	'78

## 9. Interpretation der Testergebnisse

Die beiden an einer für Terminkontraktmärkte charakteristischen Transaktionsart (dem Spreading) orientierten Tests auf ‚halbstrenge‘ Effizienz des Kontraktmarktes für Währungen in Chicago (International Monetary Market) lassen sich nach den erzielten Ergebnissen wie folgt zusammenfassend interpretieren:

- Die für ‚halbstrenge‘ Effizienz ableitbare Mustervorhersage fordert, daß bei den für Spreading relevanten Preisentwicklungen für Kontrakte verschiedener Währungen aber gleicher Fälligkeit (Intercurrency-Spread) bzw. für Kontrakte gleicher Währung aber verschiedener Fälligkeit (Intracurrency-Spread) keine wirtschaftlich verwertbare Beziehungen auftreten. Im ersten Testschritt, der die Ermittlung der Stärke eines möglichen Zusammenhangs (Kohärenz) der Preisentwicklungen beinhaltete, signalisierte der am Intercurrency-Spread orientierte Test bereits, daß zumindest für zwei Währungskombinationen überhaupt keine nennenswerten Beziehungen bestehen, wenn die Kohärenzen für den gesamten Frequenzbereich herangezogen werden. Diese frühe Bestätigung der Mustervorhersage konnte für den zweiten, am Intracurrency-Spreading orientierten Test schon aufgrund der für ihn relevanten Beobachtungen ohnehin nicht erwartet werden.
- Schon die in einem Zwischenschritt analysierten Kreuzkorrelationskoeffizienten führten dann bei beiden Tests zum gleichen, dominant positiven Ergebnis hinsichtlich der Effizienzvermutung. Nur in sehr wenigen Fällen deuteten die Schätzungen auf signifikante Lead-(Lag-)Strukturen in den für drei Währungen (Deutsche Mark, Britisches Pfund und Schweizer Franken) vorgenommenen Analysen.
- Der auf den Kreuzkorrelationskoeffizienten aufbauende Test auf Kausalität erbrachte dann in den beiden Tests eine weitere Bestätigung der Effizienzvermutung. Nur in 8 von insgesamt 57 bzw. 6 von insgesamt 54 untersuchten Zeitreihenpaaren konnte überhaupt ein signifikantes, einseitiges Kausalitätsergebnis erzielt werden. In diesen Fällen zeigte sich

aber weiter einschränkend, daß im Falle eines Kontraktpaars die Kausalitätsrichtung sogar (für verschiedene Fristen) wechselte.

- Schließlich ergab die Analyse der Fälle einseitiger Kausalität mit Hilfe der Berechnung der Phase weiter einschränkend, daß die Länge der ermittelten Leads (Lags) bei beiden Tests variiert.

Aus all dem ist aus der Sicht eines Marktteilnehmers zu schließen, daß schon ex post die Hinweise auf ungenutzte Gewinnchancen äußerst spärlich sind. Relevant wäre für ihn außerdem, wie verlässlich die wenigen Hinweise für auf die Zukunft gerichtete Transaktionen gelten können. Da sie über den Beobachtungszeitraum und die Kontrakte nur sporadisch und uneinheitlich zu gewinnen waren, liegt ihre Unverlässlichkeit für Prognosezwecke auf der Hand. Schließlich wäre auch noch abzuschätzen, ob die wenigen Ausnahmen überhaupt, gemessen an den Informations-, Transaktions- und Opportunitätskosten, ex post ungenutzte Marktchancen darstellten. M. a. W., auch aus dieser Perspektive dürfte die Vermutung ‚halbstrenge‘ Effizienz des betrachteten Marktes nicht abzulehnen sein. Einschränkend ist abschließend allerdings nochmals darauf hinzuweisen, daß auch hier, wie allgemein üblich, lediglich die Vermutung linearer stochastischer Zusammenhänge überprüft wurde.

## Zusammenfassung

Für den Test auf ‚halbstrenge‘ Effizienz des Terminkontrahandels mit Währungen am I. M. M. in Chicago wurde der Umstand genutzt, daß es im Kontrahandel die Transaktionsart des ‚Spreading‘ gibt. Die für halbstrenge Effizienz relevante Mustervorhersage beinhaltete, daß die durch Spreadingmöglichkeiten verbundenen Preisbewegungen zweier Kontrakte auf informationseffizienten Märkten nur durch nach Inhalt und zeitlichem Anfall unvorhersehbare preiswirksame Einflüsse geprägt sein dürften. Die Vorhersage wurde nicht-parametrischen Tests unterworfen und konnte nicht widerlegt werden. Methodologisch wird der bewußte Verzicht auf parametrische Tests mit der Vermutung einer preisbildenden Dominanz heterogener Erwartungen begründet. Das macht einen Verzicht auf den konstruktivistischen Erklärungsanspruch mit Hilfe von Gleichgewichtsmodellen unumgänglich.

## Summary

The presented test on ‚semi strong‘ efficiency of futures trading in currencies at the I. M. M. in Chicago is based on the possibility of spreading as a specific type of transactions on futures markets. The test had to require that price changes of two contracts which are connected via intra- respectively intercurrency spreading can only reveal influences which cannot be foreseen by the market participants, i. e. they must have random properties. The test was performed by using time-series and spectral analysis. The use of non-parametric tests was the consequence of the interpretation of price-formation on those markets being dominated by heterogeneous expectations. This excludes equilibrium-oriented models and leads to an application of the Hayekian methodology of ‚pattern predictions‘.

## Literatur

- Dushek, C. J. und C. J. Harding* (1979), Trading the Foreign Currency Futures Markets. Commodity Yearbook 1978. New York. 20 - 33.
- Fama, E. F.* (1970), Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Works. *Journal of Finance* 25, 383 - 423.
- (1976), Foundations of Finance. New York.
- Geiger, H.* (1984), An 'Austrian' Perspective of Speculative Trading. Paper presented at the European University Institute, Florenz. Unveröffentlicht.
- Granger, C. W. J. und M. Hatanaka* (1964), Spectral Analysis of Economic Time Series. Princeton, New Jersey.
- Graw, E.* (1984), Informationseffizienz von Terminkontraktmärkten für Währungen: Eine empirische Untersuchung. Frankfurt u.a.
- Grossman, S. J.* (1977), The Existence of Futures Markets, Noisy Rational Expectations and Informational Externalities. *Review of Economic Studies* 44, 431 - 449.
- und J. E. *Stiglitz* (1976), Information and Competitive Markets. *American Economic Review* 66, 246 - 253.
- Haugh, L. D.* (1976), Checking the Independence of Two Covariance Stationary Time Series: A Univariate Residual Cross-Correlation Approach. *Journal of the American Statistical Association* 71, 378 - 385.
- Hawtrey, R. G.* (1939/40), Mr. Kaldor on the Forward Market. *Review of Economic Studies* 7, 202 - 205.
- Hayek, F. A.* (1937), Economics and Knowledge. *Economica* 4 (New Series), 33 - 54.
- (1964), The Theory of Complex Phenomena; wiederaabgedruckt in: ders., *Studies in Philosophy, Politics and Economics*. London und Henley (1967). 22 - 42.
- International Monetary Market (1980), The International Monetary Market. Chicago.
- Jenkins, G. M. und D. G. Watts* (1968), Spectral Analysis and its Applications. San Francisco, Düsseldorf u.a.
- König, H. und J. Wolters* (1972), Einführung in die Spektralanalyse ökonomischer Zeitreihen. Meisenheim am Glan.
- Kroll, St. und J. Shishko* (1973), The Commodity Futures Market Guide. New York, Evanston u.a.
- Larson, A. B.* (1960), Measurement of a Random Process in Futures Prices. *Food Research Institute Studies* 1, 319 - 324.
- Pierce, D. A. und L. D. Haugh* (1977), Causality in Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265 - 293.
- Streit, M. E.* (1980), Zur Funktionsweise von Terminkontraktmärkten. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 195/6, 533 - 549.
- (1983a), Heterogene Erwartungen, Preisbildung und Informationseffizienz auf spekulativen Märkten. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft* 139, 67 - 79.
- (1983b), Modelling, Managing and Monitoring Futures Trading: Frontiers of Analytical Inquiry; in: ders. (Hrsg.), *Futures Markets – Modelling, Managing and Monitoring Futures Trading*. Oxford. 1 - 26.

- (1984), Information Processing in Futures Markets – An Essay on Adequate Abstraction. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 199, 385 – 400.
  - und R. *Quick* (1982), Informationsaktivitäten und Preisbildungsprozesse auf Terminkontraktmärkten. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 197, 309 – 327.
- Wolters*, J. (1981), Zum Zusammenhang zwischen Preiserwartungen des Ifo-Konjunkturtests und der tatsächlichen Preisentwicklung. *Discussion-Paper No. 170-81*. Universität Mannheim.
- Working*, H. (1934), A Random-Difference Series for Use in the Analysis of Time Series. *Journal of the American Statistical Association* 29, 11 – 24.
- (1949), The Investigation of Economic Expectations. *American Economic Review, Papers and Proceedings* 39, 150 – 160.
  - (1958), A Theory of Anticipatory Prices. *American Economic Review, Papers and Proceedings* 48, 188 – 199.