

Liquiditätsmessung auf experimentellen Aktienmärkten

Von Erik Theissen*, Frankfurt/Main

I. Problemstellung

Die Liquidität eines Wertpapier-Marktes ist ein Maß dafür, wie „leicht“ oder „schwierig“ es ist, Wertpapiere zu kaufen oder zu verkaufen. Sie wird nahezu einhellig als eines der wichtigsten, wenn nicht als das wichtigste Kriterium zur Beurteilung der Marktqualität bezeichnet. Die Liquidität wird maßgeblich von der Organisation des Marktes beeinflusst. Mit dem Handel zu Gesamtkursen, der kontinuierlichen Auktion und dem Market-Maker-Prinzip stehen hier drei grundsätzliche Gestaltungsalternativen zur Auswahl (vgl. z.B. *Schmidt/Prigge* 1995 für eine Darstellung). Die Frage nach der mit diesen unterschiedlichen Organisationsformen des Wertpapierhandels einhergehenden Liquidität ist von grundlegender Bedeutung für die effiziente Gestaltung des Aktienhandels. In diesem Zusammenhang überrascht es nicht, daß die Erhöhung der Liquidität als eines der wesentlichen Ziele der derzeit in Gang befindlichen Reorganisation der Börsenstruktur in Deutschland genannt wird.

Eine unmittelbare ökonomische Begründung für die Bedeutung der Liquidität kann in dem von *Amihud/Mendelson* (1986) theoretisch begründeten und von *Brennan/Subrahmanyam* (1996) und anderen empirisch bestätigten Zusammenhang zwischen der Liquidität einerseits und der realisierten Rendite einer Aktie und damit den Kapitalkosten des Unternehmens andererseits gefunden werden. Die Argumentation beruht darauf, daß Investoren bei ihren Kaufentscheidungen alle Transaktionskosten berücksichtigen. Diese wiederum sind um so höher, je geringer die Liquidität ist. Folglich wird die Zahlungsbereitschaft für weniger liquide Aktien niedriger oder, anders ausgedrückt, die Rendite-

* Für wertvolle Anregungen bedanke ich mich bei Thorsten Freihube, Jan Krahn, Dirk Schiereck, bei einem anonymen Gutachter sowie bei den Teilnehmern des Finanzwirtschaftlichen Kolloquiums an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für finanzielle Unterstützung.

forderung höher sein. Demnach hätte eine Form der Marktorganisation, die zu höherer Liquidität führt, niedrigere Kapitalkosten zur Folge.

Trotz der großen theoretischen und praktischen Bedeutung der Marktliquidität besteht keineswegs völlige Übereinstimmung darüber, wie der Liquiditätsbegriff zu definieren und wie Liquidität zu messen ist. Eine verbreitete Definition (vgl. etwa *Bernstein* 1987) bezeichnet einen Markt dann als liquide, wenn Kauf- und Verkaufsaufträge beliebiger Größe schnell und mit minimalen Auswirkungen auf den Preis ausgeführt werden können. Als Voraussetzungen für einen in diesem Sinne liquiden Markt werden seine Tiefe, Breite und Erneuerungskraft genannt. Ein Markt ist tief, wenn es eine große Zahl von Aufträgen in der Nähe des aktuellen Marktpreises gibt. Er wird als breit bezeichnet, wenn diese Aufträge ein großes Volumen repräsentieren. Erneuerungskraft schließlich ist gegeben, wenn Abweichungen des Preises vom Gleichgewichtspreis zur Erteilung neuer Aufträge führen, deren Ausführung den Preis zu seinem Gleichgewichtswert zurückführt.

Die genannte Definition umfaßt einen Zeitaspekt, einen Kostenaspekt und einen Mengenaspekt. Dabei besteht zumindest zwischen dem Zeit- und dem Kostenaspekt ein Trade-off – durch ein entsprechend großes Preiszugeständnis wird ein schneller Geschäftsabschluß typischerweise erreichbar sein. Dieser Trade-off macht es schwierig, die Liquidität eines Marktes anhand einer einzelnen Kennzahl zu beurteilen. Dementsprechend erfassen die in der Literatur diskutierten Maße regelmäßig nur einzelne Aspekte, wobei zumeist der Kostenaspekt im Vordergrund steht.

Viele Arbeiten haben sich mit der Frage beschäftigt, wie liquide der Handel unterschiedlicher Aktien bei gegebener Marktorganisation ist. Ein Untersuchungsziel ist dabei die Identifikation von wertpapierspezifischen Determinanten der Liquidität. Als solche wurden, beginnend mit *Demsetz* (1968) und *Benston/Hagerman* (1974), unter anderem die Marktkapitalisierung, das Handelsvolumen, das etwa durch die Standardabweichung der Renditen gemessene Risiko und das Preisniveau einer Aktie genannt.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit interessierende Fragestellung ist die nach dem Einfluß der Marktorganisation auf die Liquidität. Bei feldempirischen Arbeiten hierzu ist eine Kontrolle der oben genannten wertpapierspezifischen Liquiditätsdeterminanten erforderlich, um den Einfluß der Marktorganisation zu isolieren. Zu diesem Zweck wurden gepaarte Stichproben gebildet (vgl. insbesondere *Affleck-Graves/Hegde/Miller* 1994 und *Huang/Stoll* 1996), mehrfach notierte Aktien untersucht

(z.B. *de Jong/Nijman/Röell* 1995, *Lee* 1993, *Schmidt/Iversen* 1993 und *Schmidt/Oesterhelweg/Treske* 1996) oder der Wechsel der Börsennotierung, etwa vom NASDAQ-System an die NYSE (*Dubofsky/Groth* 1984, *Christie/Huang* 1994) betrachtet. Die meisten der angeführten Arbeiten vergleichen die kontinuierliche Auktion mit dem Market-Maker-System. Untersuchungen unter Einbeziehung der Gesamtkursermittlung sind weniger verbreitet. Ein Hauptgrund dafür ist im Fehlen eines anerkannten Liquiditätsmaßes zu suchen, da beispielsweise keine explizite Geld-Brief-Spanne existiert.

An dieser Stelle setzt der vorliegende Beitrag an. Sein Ziel ist es, die Liquidität der drei grundsätzlichen Organisationsformen des Wertpapierhandels – der Gesamtkursermittlung, der kontinuierlichen Auktion und des Market-Maker-Systems – einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen. Dabei wird auf Daten experimenteller Aktienmärkte zurückgegriffen. Dies hat im vorliegenden Kontext drei Vorteile:

1. Bei der Durchführung der Experimente ist eine Variation der Marktorganisation unter *Ceteris-paribus*-Bedingungen möglich. Insbesondere kann also ein identisches Wertpapier auf unterschiedlich organisierten Märkten gehandelt werden.
2. Sowohl der Fundamentalwert des Wertpapiers als auch der Informationsstand der Marktteilnehmer sind beobachtbar.
3. Die Datenlage ist besser als bei Untersuchungen mit Felddaten, da neben den Transaktionen auch alle erteilten Aufträge beobachtet werden können. Dies erweist sich insbesondere für die Beurteilung der Liquidität der Gesamtkursermittlung als wesentlich, weil dadurch die Errechnung eines der Geld-Brief-Spanne entsprechenden Maßes möglich wird.

Das Design der Experimente wurde so gewählt, daß die aus feldempirischen Untersuchungen bekannten Liquiditätsmaße angewendet werden können und dementsprechend eine Vergleichbarkeit der Resultate gewährleistet ist.

Im folgenden werden zunächst die Ergebnisse bisheriger Arbeiten betrachtet. Dabei wird insbesondere auf die Eignung der verschiedenen Maße für einen Vergleich der Liquidität unterschiedlich organisierter Märkte eingegangen. Anschließend wird das Design der durchgeführten Kapitalmarktexperimente beschrieben, ehe dann die Ergebnisse dargestellt werden. Eine Zusammenfassung beschließt die Arbeit.

II. Meßkonzepte und Ergebnisse bisheriger Untersuchungen

Eine größere Anzahl von Arbeiten beschäftigt sich mit dem empirischen Vergleich der Liquidität unterschiedlich organisierter Wertpapiermärkte. Sie lassen sich zum einen anhand des verwendeten Liquiditätsmaßes, zum anderen anhand des Verfahrens, mit dem der Einfluß anderer Variablen als der Marktorganisation kontrolliert wird, einteilen.

Einige der in frühen Arbeiten entwickelten Liquiditätsmaße – als Beispiele seien volumenbasierte Maße sowie die Liquiditätsraten von *Cooper/Groth/Avera* (1985) und *Marsh/Rock* (1986) genannt – gelten als ungeeignet.¹ Dementsprechend werden in neueren Arbeiten vorzugsweise auf der Geld-Brief-Spanne basierende Maße verwendet. Die meisten Untersuchungen vergleichen den Handel an der NYSE (New York Stock Exchange) mit dem im NASDAQ-System (National Association of Securities Dealers Automated Quotations). Das Handelsverfahren an der NYSE kann als eine dem variablen Handel an den deutschen Parkettbörsen ähnliche Kombination aus kontinuierlicher Auktion und Market-Maker-System bezeichnet werden, während im NASDAQ-System ein reiner Market-Maker-Markt mit mehreren, in Konkurrenz zueinander stehenden Market-Makern für jede Aktie implementiert ist.

Die *quotierte Geld-Brief-Spanne* ist die Differenz zwischen dem (niedrigsten) Preis, zu dem ein Anleger in einem gegebenen Zeitpunkt Aktien kaufen kann (Briefkurs), und dem (höchsten) Preis, zu dem er Aktien verkaufen kann (Geldkurs).² Die Hälfte dieser Spanne gilt als geeignetes Maß für die Transaktionskosten, die einem Anleger entstehen, der ohne Zeitverzögerung handeln will und der über keine bewertungsrelevanten Informationen verfügt, die nicht schon im Geld- bzw. Briefpreis enthalten sind (*de Jong/Nijman/Röell* 1995, S. 1288).³ Soweit Abschlüsse zu

¹ Vgl. speziell zur Kritik an den Liquiditätsraten *Grossman/Miller* (1988). Eine allgemeine Diskussion der Eignung unterschiedlicher Liquiditätsmaße kann beispielsweise in *Bernstein* (1987), *Brunner* (1996) und *Oesterhelweg/Schiereck* (1993) gefunden werden.

² Diese Definition beschreibt die *Marktspanne*, da die beiden die Spanne determinierenden Preise nicht vom gleichen Market-Maker bzw. Marktteilnehmer stammen müssen.

³ Die Einschränkungen bezüglich der Eignung der Geld-Brief-Spanne als Maß lassen sich wie folgt begründen: Die Möglichkeit, etwa durch Erteilung eines limitierten Auftrags auf die sofortige Ausführung zu verzichten, um (unter Inkaufnahme von Wartekosten und ggf. Opportunitätskosten der Nichtausführung, vgl. *Handa/Schwartz* 1996) einen besseren Preis zu erhalten, wird in der Geld-Brief-Spanne nicht berücksichtigt. Außerdem mißt die Spanne die Transaktionskosten nur dann richtig, wenn zumindest im Durchschnitt der Spannenmittelpunkt dem

Preisen innerhalb der quotierten Spanne möglich sind – dies ist etwa im Parketthandel an den deutschen Börsen und an der New York Stock Exchange der Fall – sind die Transaktionskosten für einen Investor niedriger, da er beim Kauf weniger als den Briefkurs zahlen muß beziehungsweise beim Verkauf mehr als den Geldkurs erhält. Die dadurch erzielte Reduktion der Transaktionskosten muß bei der Liquiditätsmessung berücksichtigt werden. Dies geschieht, indem die quotierte Spanne ersetzt wird durch die Differenz zwischen dem Transaktionspreis und dem Mittelpunkt der unmittelbar vor der Transaktion quotierten Spanne. Dieses Maß wird als *effektive Spanne* bezeichnet.

Wie bereits erwähnt wurde, muß bei Vergleichen unterschiedlich organisierter Märkte anhand von Felddaten eine Kontrolle der wertpapier-spezifischen Liquiditätsdeterminanten erfolgen, um den Einfluß der Marktorganisation isolieren zu können. Eine Möglichkeit hierzu stellt die Bildung gepaarter Stichproben dar. Dabei werden die zu vergleichenden Aktien der beiden Märkte so ausgewählt, daß sie sich bezüglich der als liquiditätsbestimmend betrachteten Variablen ähnlich sind. *Affleck-Graves/Hegde/Miller* (1994) vergleichen mit dieser Vorgehensweise die Geld-Brief-Spannen an der NYSE mit denen in NASDAQ und kommen zu dem Ergebnis, daß die Spannen im NASDAQ-System geringfügig, aber statistisch signifikant *niedriger* sind. Allerdings werden nur quotierte und keine effektiven Spannen betrachtet, was angesichts der großen Zahl von Transaktionen, die an der NYSE innerhalb der Spanne stattfinden (vgl. z.B. *Petersen/Fialkowski* 1994), problematisch ist. Weiterhin verwenden sie die Standardabweichung der täglichen Renditen als Kriterium für die Stichprobenbildung. Diese wird jedoch durch die Geld-Brief-Spanne beeinflusst, so daß eine systematische Verzerrung der Stichprobe denkbar ist. In Übereinstimmung mit dieser Interpretation kommen sowohl *Huang/Stoll* (1996) als auch *Bessembinder/Kauffman* (1996) in einer nach anderen Kriterien gebildeten Stichprobe zu dem Ergebnis, daß sowohl die quotierten als auch die effektiven Spannen an der NYSE niedriger sind.

Ein qualitativ vergleichbares Ergebnis findet sich bei *Neal* (1992), der den Optionshandel an der ähnlich der NYSE organisierten American Stock Exchange (AMEX) mit dem an der als Market-Maker-Markt organisierten Chicago Board Options Exchange (CBOE) vergleicht. Auch *Booth et al.* (1995), die die Geld-Brief-Spannen der 30 DAX-Werte im IBIS-Handel mit denen der 30 umsatzstärksten NASDAQ-Werte verglei-

„wahren“ Wert der Aktie entspricht. Das ist aber nur der Fall, wenn der betrachtete Anleger nicht über überlegene Informationen verfügt.

chen, kommen zu dem Ergebnis, daß die Spannen in dem als kontinuierliche Auktion organisierten IBIS-Handel niedriger sind als die im NASDAQ-System.

Ein anderer Weg, wertpapierspezifische Einflüsse auszuschalten, besteht darin, den parallelen Handel der gleichen Aktien an zwei Börsen miteinander zu vergleichen. *Pagano/Röell* (1990) und *de Jong/Nijman/Röell* (1995) stellen fest, daß die Spannen für französische Aktien im als Market-Maker-Markt organisierten Londoner SEAQ International-System (Stock Exchange Automated Quotation) höher sind als die im Pariser CAC-System (Cotation Assistée en Continu), einem elektronischen kontinuierlichen Auktionsmarkt. *Schmidt/Iversen* (1993) finden etwa gleich hohe Spannen für sechs deutsche Standardwerte in SEAQ und IBIS. Allerdings stammen die IBIS-Daten aus den ersten beiden Monaten, in denen IBIS als echtes Handelssystem in Betrieb war; zu späteren Zeitpunkten erhobene Spannen im IBIS-Handel waren deutlich niedriger.⁴ *Lee* (1993) vergleicht die Spannen amerikanischer Aktien, die sowohl an der NYSE als auch im NASDAQ-System gehandelt werden, und findet niedrigere Spannen an der NYSE. Schließlich stellen *Christie/Huang* (1994) fest, daß die Neuaufnahme der Notierung von zuvor nur im NASDAQ-System notierten Aktien an der NYSE mit einer deutlichen Verringerung der quotierten und effektiven Spannen einhergeht.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die Geld-Brief-Spannen in einem Market-Maker-Markt offenbar systematisch höher sind als die in kontinuierlichen Auktionen oder hybriden Handelssystemen⁵, wie sie an der NYSE und den deutschen Parkettbörsen implementiert sind.

Die aufgeführten Arbeiten erlauben keine Aussagen über die Transaktionskosten eines Anlegers beim Handel zu Gesamtkursen. Da hier die Aufträge gesammelt und zu diskreten, vorbestimmten Zeitpunkten zu einem einheitlichen Preis ausgeführt werden, existiert keine beobachtbare Geld-Brief-Spanne. Daraus kann jedoch nicht der Schluß gezogen werden, die Transaktionskosten seien Null. Bei gegebener Auftragslage

⁴ Vergleichszahlen aus späteren Perioden können *Iversen* (1994) und *Schmidt/Oesterhelweg/Treske* (1996) entnommen werden.

⁵ Von einem hybriden Handelssystem spricht man, wenn Elemente mehrerer der drei genannten Grundformen miteinander verknüpft werden. Sowohl an der NYSE wie auch an den deutschen Präsenzbörsen stellt die Bereitschaft des Specialists bzw. des Kursmaklers, Geschäfte auf eigene Rechnung zu tätigen, ein Element eines Market-Maker-Systems in einem ansonsten als kontinuierliche Auktion organisierten Markt dar. *Freihube/Kehr/Krahnen* (1998) analysieren die Auswirkungen der Beteiligung des Maklers am Handel empirisch mit Daten der Frankfurter Wertpapierbörse.

kann die Erteilung einer zusätzlichen Order zu einer Veränderung des Preises zuungunsten des Auftraggebers führen. Damit sind Kosten verbunden, deren ökonomische Bedeutung der der Geld-Brief-Spanne vergleichbar ist. Eine Konsequenz dieses Preiseinflusses ist eine negative Korrelation aufeinanderfolgender Preisänderungen. In einigen Arbeiten (vgl. Haller/Stoll 1989, Pagano/Röell 1990) wurde der Versuch unternommen, dies auszunutzen, um mit Hilfe eines auf Roll (1984) zurückgehenden Verfahrens eine implizite Geld-Brief-Spanne zu schätzen. Dies ist jedoch problematisch.

Um dies zu zeigen, sei ein Wertpapiermarkt betrachtet, auf dem der Preis p_t jederzeit der Summe des tatsächlichen Wertes des Wertpapiers, v_t , (im folgenden *Fundamentalwert* genannt) und eines Störterms, ε_t , (im folgenden auch als *Preissetzungsfehler* bezeichnet) entspricht:

$$p_t = v_t + \varepsilon_t$$

Die Preisänderung, Δp_t , ergibt sich dann zu

$$\Delta p_t = p_t - p_{t-1} = v_t + \varepsilon_t - v_{t-1} - \varepsilon_{t-1} = \Delta v_t + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}.$$

Es werden nun die folgenden Annahmen getroffen:

- Die Änderungen des Fundamentalwerts sind seriell unkorreliert,
- die Störterme sind von der Änderung des Fundamentalwertes unabhängig und
- die Störterme sind unabhängig und identisch verteilt mit Erwartungswert null und Varianz σ_ε^2 .

Bei Gültigkeit dieser Annahmen ist die serielle Kovarianz aufeinanderfolgender Preisänderungen

$$COV(\Delta p_t, \Delta p_{t-1}) = COV(\Delta v_t + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}, \Delta v_{t-1} + \varepsilon_{t-1} - \varepsilon_{t-2}) = -VAR(\varepsilon_{t-1}) = -\sigma_\varepsilon^2.$$

Daraus ergibt sich ein dem Roll-Maß entsprechender Ausdruck als

$$s_R = 2 \sqrt{-COV(\Delta p_t, \Delta p_{t-1})} = 2 \sigma_\varepsilon.$$

Das heißt: Unter den getroffenen Annahmen, die keinerlei direkte Aussagen über die Marktorganisation machen, mißt das Roll-Maß die Standardabweichung des Preissetzungsfehlers. Für *jede* Form der Marktorganisation, die zu einem Preisbildungsprozeß führt, der die genannten Annahmen erfüllt, kann das Roll-Maß in dieser Interpretation angewen-

det werden. Dies kann für die Gesamtkursermittlung ohne weiteres der Fall sein.⁶ In der oben angegebenen Interpretation erlaubt das Roll-Maß jedoch keinerlei Aussagen über die Geld-Brief-Spanne. Dies wird erst durch marktorganisationsspezifische zusätzliche Annahmen möglich. *Roll* (1984) geht von der Existenz eines Market-Makers aus, der die mit s bezeichnete Geld-Brief-Spanne symmetrisch und in konstanter Höhe um den Fundamentalwert setzt. Dieser folgt einem Random Walk. Zudem erfolgen Transaktionen stets mit gleicher Wahrscheinlichkeit zum Geld- und zum Briefpreis. Diese Annahmen enthalten zum einen die oben getroffenen marktorganisationsunabhängigen Annahmen; darüber hinaus implizieren sie, daß ein Preissetzungsfehler nur aufgrund der Existenz der Geld-Brief-Spanne auftritt. Bei einer Transaktion zum Geldkurs ist der Fehler $-s/2$, da der Transaktionspreis um die halbe Spannenhöhe unter dem Fundamentalwert liegt. Entsprechend ist der Preissetzungsfehler bei einer Transaktion zum Briefkurs $+s/2$. Da beide Fälle gleich wahrscheinlich sind, ist die Varianz des Preissetzungsfehlers

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{1}{4} s^2.$$

Daraus erhält man unmittelbar das Roll-Maß in seiner üblichen Interpretation als Schätzer der Geld-Brief-Spanne:

$$s_R = 2 \sqrt{-\text{COV}(\Delta p_t, \Delta p_{t-1})} = 2 \sigma_{\varepsilon} = s.$$

Für anhand des Roll-Maßes vorgenommene Vergleiche unterschiedlicher Marktorganisationsformen ist die Frage nach dem Unterschied der beiden Interpretationen des Maßes von zentraler Bedeutung. Im ursprünglichen Kontext aus *Roll* (1984) kann der Preissetzungsfehler der einzelnen Transaktion beziehungsweise dem ihr zugrundeliegenden Auftrag unmittelbar als Kostenfaktor zugerechnet werden. Ein Investor, der Wertpapiere kauft, zahlt den höheren Briefpreis, während er beim Verkauf nur den niedrigeren Geldpreis erhält.

Bei der Gesamtkursermittlung findet dagegen eine multilaterale Transaktion statt, da aus allen vorliegenden Aufträgen der Marktpreis ermit-

⁶ Wenn der festgestellte Preis im Mittel dem Fundamentalwert entspricht und Abweichungen davon aufgrund zufällig, insbesondere seriell unkorreliert auftretender Angebots- oder Nachfrageüberhänge auftreten, ist die Anwendbarkeit des Roll-Maßes gegeben. Die dritte zu erfüllende Annahme, die serielle Unabhängigkeit aufeinanderfolgender Fundamentalwertänderungen, ist nicht marktorganisationsspezifisch. Ist sie nicht erfüllt, ist das Roll-Maß unabhängig von der Marktorganisation nicht anwendbar.

telt wird und alle ausführbaren Aufträge zu diesem einheitlichen Preis abgerechnet werden. Es gibt daher keinen Brief- oder Geldkurs. Der Preissetzungsfehler wird durch das gesamte Überschußangebot beziehungsweise die gesamte Überschußnachfrage verursacht und kann daher nicht einem einzelnen Auftrag als Kostenfaktor zugerechnet werden. Es gibt nämlich stets Anleger, die bei einem Preis über dem Fundamentalwert Wertpapiere *verkaufen*, und solche, die bei einem darunterliegenden Preis *kaufen*.⁷ Daher ist der Erwartungswert der einer Transaktion zurechenbaren Kosten wesentlich kleiner als die Abweichung zwischen Preis und Fundamentalwert. Er entspricht genau der Preisveränderung, die *durch die Erteilung dieses einen Auftrags* verursacht wird. Diese wird aber regelmäßig niedriger sein als die Abweichung zwischen Preis und Fundamentalwert. Daher überschätzt das Roll-Maß die einer einzelnen Transaktion zurechenbaren Kosten bei der Gesamtkursermittlung systematisch.

Damit kann als Ergebnis folgendes festgehalten werden: Bei Erfüllung bestimmter Annahmen über den Preisbildungsprozeß mißt das Roll-Maß unabhängig von der Marktorganisation die Standardabweichung des Preissetzungsfehlers. Ein Vergleich unterschiedlicher Marktorganisationsformen mit dem Roll-Maß ist bei dieser Interpretation des Maßes zulässig. Andererseits kann das Roll-Maß aber nur unter marktorganisationspezifischen zusätzlichen Annahmen als Schätzer für die Transaktionskosten eines einzelnen Anlegers interpretiert werden. Da diese Zusatzannahmen jedoch bei der Gesamtkursermittlung nicht erfüllt sind, ist eine Interpretation unterschiedlicher Roll-Maße im Sinne eines Transaktionskostenunterschieds unzulässig. Das Roll-Maß ist mithin für einen Vergleich der Liquidität der Gesamtkursermittlung mit der bei einer kontinuierlichen Auktion oder in einem Market-Maker-Markt nicht geeignet.⁸

Da andererseits eine explizite Geld-Brief-Spanne nicht beobachtbar ist, können spannenbasierte Meßkonzepte offenbar nicht direkt auf die Gesamtkursermittlung übertragen werden. Bei entsprechender Datenlage kann jedoch trotzdem ein Maß für die Transaktionskosten definiert werden. Wie oben dargelegt, bestehen die mit der Ausführung eines Auf-

⁷ Bei der von *Roll* (1984) angenommenen Form der Marktorganisation ist stets der Market-Maker derjenige, der als Gegenpartei den vorteilhafteren Preis erhält.

⁸ Daneben sind die von *Harris* (1990) analysierten statistischen Probleme zu beachten. Er führt aus, daß diese insbesondere dann zu einer systematischen Verzerrung führen, wenn Daten mit täglicher (oder noch niedrigerer) Frequenz vorliegen. Genau diese Datenlage ist aber beim Handel zu Gesamtkursen typischerweise gegeben.

trags verbundenen Transaktionskosten im Preiseinfluß dieses Auftrags. Bei Kenntnis des gesamten Orderbuchs ist meßbar, zu welchem Preis ein zusätzlich erteilter Auftrag gegebener Größe ausgeführt worden wäre. Ein zusätzlicher Kaufauftrag könnte auf jeden Fall zu einem Preis ausgeführt werden, der dem niedrigstlimitierten nicht ausgeführten Verkaufsauftrag entspricht. Analog könnte ein zusätzlicher Verkaufsauftrag zu einem Preis ausgeführt werden, der dem höchstlimitierten nicht ausgeführten Kaufauftrag entspricht. Die Differenz zwischen diesen beiden Preisen kann daher als Transaktionskostenmaß aufgefaßt werden, das als Gegenstück zur Geld-Brief-Spanne interpretiert werden kann.⁹

Die zur Anwendung dieses Maßes erforderlichen Daten über die gesamte Auftragslage stehen bei Untersuchungen mit Felddaten typischerweise nicht zur Verfügung.¹⁰ Die Durchführung kontrollierter Laborexperimente erlaubt es jedoch, diese Daten zu erheben und so mit einem einheitlichen Meßkonzept die Liquidität der Gesamtkursermittlung mit der der kontinuierlichen Auktion und des Market-Maker-Marktes zu vergleichen.

Bislang hat lediglich *Friedman* (1993a) auf dieser Grundlage die Gesamtkursermittlung mit einer kontinuierlichen Auktion verglichen und kommt zu dem Ergebnis, daß die Geld-Brief-Spanne bei der Gesamtkursermittlung deutlich niedriger ist. *Friedman* (1993b) stellt fest, daß die Spannen im Market-Maker-Markt wiederum höher sind als die der kontinuierlichen Auktion.¹¹ In den diesen Resultaten zugrundeliegenden Experimenten wurde jedoch die Informationsverarbeitungsfunktion des Preissystems auf eine Weise abgebildet, die die Vergleichbarkeit der Resultate mit denen feldempirischer Arbeiten erschwert.¹²

⁹ Diese Definition einer Geld-Brief-Spanne für die Gesamtkursermittlung geht auf *Mendelson* (1982) zurück.

¹⁰ Vergleiche in diesem Zusammenhang *Schmidt/Oesterhelweg/Treske* (1996), die die Annahme machen, der Preiseinfluß eines einzelnen Auftrags im Rahmen der Gesamtkursermittlung sei Null.

¹¹ Ergänzend sei auf die Arbeiten von *Krahn/Weber* (1997a, b) hingewiesen, die in ihren Experimenten die Zahl der Market-Maker variieren. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß Konkurrenz zwischen mehreren Market-Makern zu einer Verringerung der Geld-Brief-Spannen führt.

¹² Der Wert des Wertpapiers wurde (wie bei vielen der in der Literatur beschriebenen Kapitalmarktexperimente) über eine diskrete Zahl von Umweltzuständen modelliert, in denen das Wertpapier einen jeweils unterschiedlichen Wert hat. Die im Verlauf des Handels zu erfüllende Aufgabe der Informationsverarbeitung besteht demnach darin, einen von mehreren möglichen Umweltzuständen als den richtigen zu *identifizieren*. Es ist jedoch unklar, ob diese Form der Modellierung tatsächlich die relevanten Aspekte der Informationsverarbeitung auf realen Wertpapiermärkten abbildet. Die Aufgabe besteht dort darin, den richtigen Wert aus

Zudem hing der Wert eines Wertpapiers davon ab, welcher Marktteilnehmer es am Periodenende besaß.¹³

Die einzige weitere bekannte Untersuchung, in der die Liquidität der Gesamtkursermittlung mit der einer Form kontinuierlichen Handels verglichen wird, ist die von *Schnitzlein* (1996). Das Design seiner Experimente stellt die Implementierung des Modells von *Kyle* (1985) dar. *Schnitzlein* verwendet als Liquiditätsmaß die *Markttiefe*, definiert als Quotient aus Preisänderung und Transaktionsvolumen. Bezüglich dieses Maßes erweist sich die einer Gesamtkursermittlung entsprechende einmalige Auktion als überlegen. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß die Markttiefe zwar das von *Kyle* (1985) verwendete Liquiditätsmaß ist, gleichzeitig aber der in der Literatur kritisch betrachteten Liquiditätsrate entspricht. Zudem weist die im Modell von *Kyle* (1985) angenommene und von *Schnitzlein* implementierte Marktorganisation grundsätzliche Unterschiede zu der Organisation realer Wertpapiermärkte auf, die eine Übertragbarkeit der Ergebnisse in Frage stellen.¹⁴

Angesichts der angeführten spezifischen Vorteile experimenteller Untersuchungen zur Marktliquidität ist ein detaillierter experimenteller Vergleich der drei Grundformen der Marktorganisation eine sinnvolle Ergänzung sowohl zu den feldempirischen Arbeiten als auch zu den bisherigen experimentellen Arbeiten. Das nachfolgend zu beschreibende Design der Experimente erlaubt die Anwendung der gleichen Liquiditätsmaße, die auch in den feldempirischen Arbeiten verwendet wurden. Dadurch wird die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erhöht.

einem Intervall möglicher Werte zu ermitteln, wobei Ober- und Untergrenze dieses Intervalls den Marktteilnehmern nicht bekannt sind. Diese Aufgabe hat einen qualitativ anderen Charakter.

¹³ Die Probanden wurden so in drei Gruppen eingeteilt, daß bei gegebenem Umweltzustand der Wert des Wertpapiers für die Mitglieder einer Gruppe jeweils gleich, für die Gruppen insgesamt jedoch verschieden war. Dies ist eine gängige Vorgehensweise und wird üblicherweise mit dem Hinweis begründet, daß sich aufgrund unterschiedlicher Steuerklassen, unterschiedlicher Risikoeinstellungen und heterogener Erwartungen die Bewertungen für ein Wertpapier durch verschiedene Investoren auch in der Realität unterscheiden. Es ist jedoch fraglich, ob mit diesen Argumenten die in den Experimenten abgebildeten sehr hohen Bewertungsunterschiede zwischen den Gruppen gerechtfertigt werden können.

¹⁴ Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß nur unlimitierte Aufträge erteilt werden können und die Preissetzung – obwohl dem Namen nach ein Auktionsmarkt analysiert wird – durch einen (im Modell von *Kyle* 1985) bzw. drei (in den Experimenten von *Schnitzlein* 1996) Market-Maker erfolgt.

III. Das experimentelle Design

Es wurde eine Serie von 18 Marktexperimenten durchgeführt, an denen jeweils 12 Probanden teilnahmen. Jedes Experiment bestand aus 15 Handelsperioden, von denen die ersten drei (unvergütete) Trainingsperioden waren, in denen die Probanden sich mit ihrer Aufgabe vertraut machen konnten. Die Trainingsperioden werden nicht mit in die Auswertung einbezogen.

Es wurde ein Wertpapier gehandelt, dessen Wert sich von Periode zu Periode gemäß einem noch zu beschreibenden Fundamentalwertprozeß veränderte. Vor Beginn jeder Periode erhielten alle Probanden eine Information über den Fundamentalwert. Diese Informationen wurden auf eine Weise ermittelt, die dazu führt, daß keine systematischen Unterschiede in der Informationsqualität bestehen.

Der Handel nur eines Wertpapiers bedingt, daß die auf realen Märkten bedeutsamen Interdependenzen der Preisbildungsprozesse mehrerer Wertpapiere vernachlässigt werden. Solche Interdependenzen spielen im Rahmen der Informationsverarbeitung, insbesondere der Informationsübertragung beim parallelen Handel mehrerer Wertpapiere, eine wichtige Rolle. Für die im Rahmen dieser Arbeit im Vordergrund stehende Frage der Liquiditätsmessung sollten sie jedoch von untergeordneter Bedeutung sein. Dies läßt sich unter anderem damit begründen, daß praktisch alle Modelle zur Erklärung der Geld-Brief-Spanne – des wichtigsten Liquiditätsmaßes – ebenfalls nur den Handel einer Aktie betrachten.¹⁵

Die 18 Experimente können in sechs Serien mit je drei Experimenten – je einem pro Marktorganisationsform – eingeteilt werden. In jeder Serie wurden die Realisationen des Fundamentalwertprozesses und die der privaten Signale konstant gehalten. Diese Vorgehensweise garantiert maximale Vergleichbarkeit der Experimente.

Jeder Proband erhielt eine Anfangsausstattung aus 100 Wertpapieren und einem Bargeldbetrag von 50.000 Geldeinheiten. Kreditaufnahme war bis zu einem Betrag von 50.000, Leerverkäufe waren bis zur Grenze von 100 Stück erlaubt. Vor Beginn jeder Handelsperiode wurden die Bestände auf die genannten Ausgangswerte zurückgesetzt. Diese Reinitialisierung trägt zur Vergleichbarkeit der Experimente bei, weil unter-

¹⁵ Eine Ausnahme stellt das Modell von *Ho/Stoll* (1983) dar, in dem zwei Market-Maker zwei Aktien mit korrelierten Renditen handeln. Trotz der Berücksichtigung der Interdependenzen der Renditen sind die Geld-Brief-Spannen für beide Aktien unabhängig von den Charakteristika der jeweils anderen Aktie. Vgl. auch die Darstellung des Modells von *Ho/Stoll* (1983) bei *O'Hara* (1995).

schiedliche Anfangsausstattungen zu Beginn einer Periode als Ursache für Unterschiede zwischen den Experimenten ausscheiden.

1. Fundamentalwert und Informationsstruktur

Der Fundamentalwert des Wertpapiers in Periode t sei mit v_t bezeichnet. Der Wert für die erste Periode wurde vom Experimentator festgelegt. In den weiteren Runden wurde der Fundamentalwert zufällig ermittelt. Zu diesem Zweck wurde mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators eine Zahl aus einer Gleichverteilung über das Intervall $[0,8 v_{t-1}; 1,2 v_{t-1}]$ ermittelt. Der resultierende Wert wurde auf die nächste ganze Zahl gerundet. Durch diesen Prozeß wird gewährleistet, daß der Fundamentalwert sich zwischen zwei Runden um nicht mehr als 20 % verändert.

Vor Beginn einer jeden Periode erhielt jeder Proband ein privates Signal. Diese Signale wurden als unabhängige Ziehungen aus einer Gleichverteilung über das Intervall $[0,9 v_t; 1,1 v_t]$ ermittelt, wobei auch hier jeder Wert auf die nächste ganze Zahl gerundet wurde. Durch die Unabhängigkeit der Ziehungen ist gewährleistet, daß die Ex-ante-Qualität aller Signale identisch ist. Das Signal des Probanden i in Periode t sei mit $s_{i,t}$ bezeichnet. Mit Hilfe dieses Signals kann jeder Proband eine Unter- und eine Obergrenze für den Fundamentalwert bestimmen, da

$$s_{i,t} / 1,1 \leq v_t \leq s_{i,t} / 0,9$$

gilt.¹⁶

Aufgrund der zufälligen Ermittlung der Signale ist zunächst nicht gewährleistet, daß das arithmetische Mittel der Signale in einer Periode,

$\bar{s}_t = \frac{1}{12} \sum_i s_{i,t}$, dem Fundamentalwert genau entspricht. Das arithmetische Mittel der Signale ist aber der naheliegendste dem Gesamtmarkt zur Verfügung stehende Schätzer des Fundamentalwertes. Daher kann die Informationsaggregationsaufgabe des Preissystems als erfüllt angesehen werden, wenn der Preis dem arithmetischen Mittel der Signale entspricht. Aus diesem Grund wurde bei der Auswertung der Experiment-

¹⁶ Da den Probanden zudem bekannt ist, daß der Wert sich zwischen zwei Perioden um nicht mehr als 20 % ändern kann, gibt es Fälle, in denen ein Proband ein engeres Intervall für den Wert bestimmen konnte. Derartige Fälle können auftreten, wenn die Wertveränderung zwischen zwei Perioden groß ist. Systematische Effekte für die Auswertung der Experimente sind nicht zu erwarten, da die Realisationen der Signale in den drei Experimenten einer Serie stets konstant gehalten wurden. Der gerade beschriebene Effekt tritt also, wenn er auftritt, stets in allen drei Experimenten einer Serie auf.

serien 1 bis 3 der tatsächliche Fundamentalwert v_t durch das arithmetische Mittel der Signale ersetzt.¹⁷ In den Experimentserien 4 bis 6 wurde dann ein Verfahren zur Ermittlung der Signale gewählt, das die Übereinstimmung des arithmetischen Mittels der Signale mit dem Fundamentalwert gewährleistet.¹⁸

Der Fundamentalwert wurde den Probanden auch nach einer Periode nicht mitgeteilt. Dafür lassen sich drei Gründe anführen. Erstens sind auch in der Realität nur Preise, nicht aber Fundamentalwerte beobachtbar. Zweitens würde die Bekanntgabe der Werte den Probanden, analog der Argumentation in Fußnote 16, zusätzliche Informationen geben. Der dritte Grund ist, daß die Bekanntgabe der Fundamentalwerte eine Untersuchung der Persistenz des Preissetzungsfehlers über die Handelsperioden unmöglich machen würde.

2. Die Marktorganisation

Alle Experimente wurden als computerisierte Marktexperimente durchgeführt. Es wurde eine Weiterentwicklung des in *Rieck/Schneider/Theissen/Wirth* (1994) beschriebenen Softwaresystems MAX verwendet. Dieses Programmsystem erlaubt es, die hier interessierenden Formen der Marktorganisation abzubilden. Im folgenden wird beschrieben, wie die genaue Ausgestaltung der Marktorganisation aussah.

Gesamtkursermittlung

Jede Handelsperiode dauerte fünf Minuten¹⁹ und wurde in zwei gleich lange Teilperioden unterteilt, in denen jeweils eine Preisfeststellung erfolgte. Die resultierenden Preise werden im folgenden als Eröffnungsbeziehungsweise Schlußkurs bezeichnet.

Die Probanden konnten zu jeder Preisfeststellung Kauf- und/oder Verkaufsaufträge in grundsätzlich unbeschränkter Zahl erteilen. Allerdings

¹⁷ Eine Wiederholung der Auswertung dieser Experimente unter Verwendung des tatsächlichen Fundamentalwertes führte zu qualitativ gleichwertigen Resultaten.

¹⁸ Dies wurde erreicht, indem der Zufallszahlengenerator für die Ermittlung der Signale reinitialisiert wurde, wenn die genannte Bedingung in einer Periode nicht erfüllt war. Dieses Verfahren hat keinen Einfluß auf den aus Probandensicht zufälligen Charakter der Signalrealisationen.

¹⁹ Eine Ausnahme stellt das Experiment der ersten Serie dar, in dem die Periodenlänge sechs Minuten betrug.

durfte die Budgetrestriktion durch die Gesamtheit der Aufträge nicht verletzt werden. Es konnten nur limitierte Aufträge erteilt werden. Eine unlimitierte Order konnte jedoch durch ein entsprechend hohes oder niedriges Preislimit approximiert werden. Der Computer sammelte und aggregierte die erteilten Aufträge und ermittelte auf ihrer Basis den Marktpreis so, daß der größtmögliche Stückumsatz erzielt wird (*Meistausführungsprinzip*, vgl. etwa § 32 (2) Satz 5 der Börsenordnung für die Frankfurter Wertpapierbörse).

Das Orderbuch war geschlossen. Außerdem wurden keine indikativen Preise bekanntgegeben. Daher hatten die Probanden bei der Erteilung ihrer Aufträge keinerlei Informationen über die Auftragslage. Nach der Preisfeststellung wurden der Marktpreis, gegebenenfalls mit einem auf eine erfolgte Rationierung hinweisenden Zusatz, sowie das Handelsvolumen bekanntgegeben. Weitergehende Informationen über den Auftragsfluß wurden nicht zur Verfügung gestellt. Das Informationsset der Probanden bestand also lediglich aus ihren jeweiligen privaten Signalen sowie den Marktpreisen und Handelsvolumina der vorhergehenden Perioden.

Kontinuierliche Auktion

Bei der kontinuierlichen Auktion wurde jeweils nur der höchstlimitierte Kaufauftrag und der niedrigstlimitierte Verkaufsauftrag angezeigt, das Orderbuch war also geschlossen. Neue Aufträge wurden nur akzeptiert, wenn sie zu einer Verringerung der Geld-Brief-Spanne führten. Das angezeigte Kauf- oder Verkaufsgebot konnte jederzeit akzeptiert werden. Dabei konnte die Annahme sich auf die Gesamtmenge oder auf Teilmengen beziehen. Die genannten Regeln beinhalten die Einhaltung strikter Preis- und Zeitpriorität, die auch für viele in der Realität existierende computerisierte Auktionsmärkte charakteristisch ist.

Das Informationsset der Probanden bestand bei der kontinuierlichen Auktion aus den privaten Signalen und der vollständigen Historie der Preise, Transaktionsvolumina und Geld- und Briefkurse. Der Handel war vollständig anonym, die Identität der Teilnehmer, die einen Auftrag erteilt hatten, wurde also nicht mit angezeigt.

Market-Maker-Markt

Der Market-Maker-Markt wurde, entsprechend der Vorgehensweise in *Friedman* (1993b), als Variante der kontinuierlichen Auktion abgebildet. Nur die Market-Maker konnten selbst Aufträge erteilen; die übrigen Teilnehmer konnten lediglich die von den Market-Makern erteilten Aufträge ganz oder teilweise akzeptieren.

In jedem Market-Maker-Experiment gab es drei Market-Maker und neun „normale“ Investoren; die Zuordnung der Probanden auf die Rollen erfolgte zufällig. Die Anzahl der Market-Maker (die mit der bei *Schnitzlein* 1996 übereinstimmt) wurde gewählt, um ausreichenden Wettbewerb unter den Market-Makern zu gewährleisten. Die Kreditaufnahme- und Leerverkaufsrestriktion wurde für die Market-Maker gelockert. Dadurch wurde sichergestellt, daß die Market-Maker stets in der Lage waren, die Transaktionswünsche der übrigen Marktteilnehmer zu befriedigen.

Die Market-Maker erhielten private Signale von genau der gleichen Qualität wie die übrigen Probanden. Diese Form der Modellierung unterscheidet sich von der der meisten informationsbasierten theoretischen Modelle zum Market-Maker-Verhalten, in denen typischerweise von uninformierten Market-Makern ausgegangen wird. Diese Modelle gehen regelmäßig aber auch von der Existenz (eines oder mehrerer) informierter Insider aus. Wenn, wie bei der vorliegenden Untersuchung, die Frage der Informationsaggregation und nicht die des Insiderhandels im Vordergrund steht, erscheint es angemessen, den Market-Makern Informationen der gleichen Qualität wie den übrigen Marktteilnehmern zur Verfügung zu stellen.²⁰

3. Der Ablauf der Experimente

Alle 18 Experimente wurden zwischen Februar und Mai 1996 im PC-Labor des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Universität Frankfurt/Main durchgeführt. Die insgesamt 216 Teilnehmer waren Studenten der Wirtschaftswissenschaften. Jeder Proband nahm nur an einem Experiment teil. Alle Probanden erhielten einen Satz schriftlicher Instruktionen, in denen der Experimentaufbau und die Bedienung des

²⁰ Eine Alternative besteht darin, drei uninformierte Market-Maker *zusätzlich* zu 12 informierten Teilnehmern einzusetzen. Es wäre interessant, diese Variante in zukünftigen Experimenten zu untersuchen.

Computers erläutert wurden.²¹ Nachdem die Probanden die Instruktionen gelesen hatten, wurden sie gebeten, einen schriftlichen Selbsttest auszufüllen. Das Experiment begann erst, wenn alle Probanden die darin gestellten Fragen korrekt beantwortet hatten. Dadurch sollte gewährleistet werden, daß alle Teilnehmer den Experimentaufbau verstanden hatten.

Ein Experiment dauerte durchschnittlich etwa 3 Stunden. Die Probanden erhielten eine erfolgsabhängige Vergütung. Dazu wurde nach dem Experiment eine der Perioden 4 bis 15 zufällig ausgelost. Die Portfoliowerte am Ende dieser Periode wurden ermittelt, indem die Wertpapiere mit ihrem Fundamentalwert bewertet wurden. Gemäß einem vorab spezifizierten und den Probanden bekannten Faktor wurde der Portfolioendwert in DM umgerechnet und ausgezahlt. Der durchschnittliche Betrag belief sich dabei auf DM 48,03, die Spannweite reichte von DM 29,42 bis DM 84,58.

IV. Hypothesen und Ergebnisse

Die Qualität des Marktergebnisses kann anhand der Informationsverarbeitung und der Liquidität beurteilt werden. Auch wenn im Rahmen der vorliegenden Arbeit in erster Linie die Liquiditätsmessung interessiert, werden zunächst Ergebnisse zur Qualität der Informationsverarbeitung dargestellt. Dies ist auch deshalb sinnvoll, weil – wie noch zu zeigen sein wird – zwischen den Maßen der Informationsverarbeitung und der Liquidität enge Beziehungen bestehen.

1. Informationsverarbeitung

Die Informationsverarbeitungsaufgabe des Preissystems besteht im vorliegenden Fall darin, die in den privaten Signalen enthaltenen Informationen zu aggregieren. Die Qualität der Informationsverarbeitung läßt sich anhand der als *Preissetzungsfehler* bezeichneten Abweichung zwischen Preis und Fundamentalwert untersuchen. Für jedes Experiment wurde die durchschnittliche relative Abweichung zwischen Preis und Fundamentalwert (*MRE*), definiert als

$$MRE = \frac{1}{12} \sum_{t=4}^{15} \frac{|p_{j,t} - v_t|}{v_t},$$

²¹ Ein Exemplar der verwendeten Instruktionen kann vom Verfasser bezogen werden.

errechnet. Sie mißt den Preissetzungsfehler relativ zum Fundamentalwert v_t und macht dadurch Perioden und Experimente mit unterschiedlichen Fundamentalwertniveaus vergleichbar.²² Der Index j bezeichnet die für die Errechnung des Maßes jeweils verwendete Preiszeitreihe. Das Maß wurde für die Eröffnungskurse (o), die Schlußkurse (c) sowie für die mit den Transaktionsvolumina gewichteten Durchschnittspreise aller Transaktionen einer Periode (a) errechnet. Bei der Gesamtkursermittlung ist der Durchschnittspreis ein gewichteter Durchschnitt aus Eröffnungs- und Schlußkurs, da in jeder Periode nur diese beiden Preise festgestellt werden.

Zusätzlich wurde das durchschnittliche MRE-Maß unter Verwendung *aller* Transaktionspreise errechnet (*alle*). Die Varianten *a* und *alle* unterscheiden sich dadurch, daß im ersten Fall der (volumengewichtete) durchschnittliche Transaktionspreis einer Periode errechnet und auf Basis dieses einen Preises der Preissetzungsfehler für die Periode ermittelt wird, während im zweiten Fall zu jedem Transaktionspreis ein Preissetzungsfehler errechnet und dann der durchschnittliche Preissetzungsfehler der Periode errechnet wird. Bei der Gesamtkursermittlung entspricht die Variante *alle* einem ungewichteten Durchschnitt der auf Basis der Eröffnungs- und Schlußkurse errechneten MRE-Maße und enthält daher keine neuen Informationen.

Die Ergebnisse einer deskriptiven Analyse sind in Tabelle 1 dargestellt. Tabelle 2 zeigt die Resultate formaler Tests zum Vergleich der Informationsverarbeitung in den unterschiedlich organisierten Märkten. Für diese Tests wurden die Preissetzungsfehler auf der Ebene der einzelnen Handelsperioden betrachtet. Die Ergebnisse der einzelnen Experimente wurden dabei zusammengefaßt, was zu 72 Beobachtungen (6 Experimente mit je 12 Perioden) je Marktorganisationsform führt.²³ Anschließend erfolgte ein paarweiser Vergleich der Effizienzmaße für je zwei Marktorganisationsformen anhand eines t -Tests. Da die diesem zugrundeliegende Normalverteilungsannahme nicht erfüllt ist, wurde außerdem ein nichtparametrischer Wilcoxon-Test durchgeführt. Weil die Resultate beider Tests übereinstimmen, sind in Tabelle 2 nur die Ergebnisse des t -Tests aufgeführt.

²² Eine Messung auf Basis der quadrierten Preissetzungsfehler führt zu vergleichbaren Ergebnissen.

²³ Obwohl eine solche periodenweise Betrachtung bei der Auswertung von Kapitalmarktexperimenten durchaus gebräuchlich ist, muß doch darauf hingewiesen werden, daß die einzelnen Perioden eines Experiments strenggenommen keine unabhängigen Beobachtungen darstellen. Die Teststatistiken sind daher mit Vorsicht zu interpretieren. Vergleiche zu diesem Aspekt auch *Friedman* (1993a, S. 428, Fußnote 17).

Tabelle 1: Informationseffizienz – Deskriptive Analyse

Die Tabelle zeigt das MRE-Maß der Informationseffizienz für die einzelnen Experimente. CM bezeichnet die Gesamtkursermittlung, DA die kontinuierliche Auktion und MM den Market-Maker-Markt. „o“ und „c“ bezeichnen den ersten bzw. letzten Preis einer Periode, „a“ den mit den Transaktionsvolumina gewichteten Durchschnittspreis. „alle“ bezeichnet das (ungewichtete) durchschnittliche MRE-Maß für alle Transaktionen, „m“ bezeichnet das aus den Abweichungen zwischen Fundamentalwert und den Mittelpunkten der Geld-Brief-Spannen errechnete MRE-Maß.

	MRE (in %)						Durchschn.
	1	2	3	4	5	6	
CM-o	2,95	2,24	3,88	3,63	2,28	2,57	2,93
DA-o	3,27	1,51	3,58	5,07	3,44	2,66	3,26
MM-o	6,20	6,18	4,07	4,87	6,27	9,25	6,14
CM-a	2,92	2,11	3,56	3,58	2,29	2,55	2,84
DA-a	2,94	2,63	2,18	3,33	1,48	1,55	2,35
MM-a	1,79	2,33	2,17	2,00	2,06	2,29	2,11
CM-c	3,43	2,74	3,14	4,14	2,41	2,59	3,08
DA-c	3,67	2,08	2,62	5,31	1,41	2,29	2,92
MM-c	4,83	3,26	3,66	3,50	3,24	5,75	4,04
CM-alle	3,19	2,49	3,51	3,88	2,35	2,58	3,00
DA-alle	3,68	2,87	2,48	4,09	2,15	2,94	3,03
MM-alle	5,41	4,02	4,00	3,59	3,82	8,03	4,81
DA-m	4,13	3,23	1,51	4,27	2,80	3,21	3,19
MM-m	3,56	3,92	2,51	2,97	3,15	4,70	3,47

Tabelle 2: Informationseffizienz: Testergebnisse

Der Eintrag in einer Zelle bezeichnet jeweils die Differenz zwischen dem MRE-Maß für die in der Zeile und die in der Spalte aufgeführte Preiszeitreihe, wobei jede Zeitreihe 72 Beobachtungen umfaßt (12 Perioden * 6 Experimente). Ein negativer Wert bedeutet, daß die in der Zeile aufgeführte Preiszeitreihe einen niedrigeren Preissetzungsfehler aufweist als die in der Spalte aufgeführte. Die Zahlen in Klammern sind die Teststatistiken eines t-Tests für verbundene Stichproben. Ein * weist auf Signifikanz auf dem 5 %-Niveau (zweiseitiger Test) hin.

Panel A vergleicht die Eröffnungs-, Durchschnitts- und Schlußkurse der drei untersuchten Marktorganisationsformen miteinander, Panel B vergleicht Eröffnungs- und Schlußkurse der Marktorganisationsformen.

Panel A: Vergleich der Marktorganisationsformen

		kontinuierliche Auktion			Market-Maker-Markt		
		Eröffnung	Durchschn.	Schluß	Eröffnung	Durchschn.	Schluß
Gesamtkursermittl.	Eröffnung	-0,330 (-0,77)			-3,219* (-5,54)		
Gesamtkursermittl.	Durchschn.		0,482 (1,38)			0,727* (2,22)	
Gesamtkursermittl.	Schluß			0,179 (0,44)			-0,962* (-2,13)
kontinuierl. Auktion	Eröffnung				-2,889* (-4,81)		
kontinuierl. Auktion	Durchschn.					0,245 (0,91)	
kontinuierl. Auktion	Schluß						-1,141* (-2,22)

Panel B: Entwicklung während der Handelsperioden

	Gesamtkurs- ermittlung	kontinuierliche Auktion	Market-Maker- Markt
Eröffnung – Schluß	-0,152 (-0,78)	0,3565 (0,90)	2,105* (3,65)

Die Eröffnungskurse der Gesamtkursermittlung erweisen sich in allen sechs Experimentserien als präziser als die des Market-Maker-Marktes und in vier Experimenten als präziser als die der kontinuierlichen Auktion, wobei in diesem Fall der Unterschied allerdings nicht statistisch signifikant ist. Ein Vergleich der für die Eröffnungs- und Schlußkurse errechneten Maße zeigt, daß es nur im Market-Maker-Markt zu einer systematischen Verringerung der Preissetzungsfehler im Periodenverlauf kommt. Dagegen findet sich bei der Gesamtkursermittlung und der kontinuierlichen Auktion kein Hinweis auf einen höheren Informationsgehalt der Schlußkurse.

Die Schlußkurse der kontinuierlichen Auktion liegen näher am Fundamentalwert als die der Gesamtkursermittlung, jedoch ist der Unterschied nicht signifikant. Die Schlußkurse des Market-Maker-Marktes erweisen sich als diejenigen mit dem höchsten Preissetzungsfehler; die Unterschiede zur Gesamtkursermittlung und zur kontinuierlichen Auktion sind statistisch signifikant. Ein anderes Bild zeigt sich allerdings bei der Betrachtung der volumengewichteten Durchschnittspreise. Hier weist der Market-Maker-Markt den niedrigsten Preissetzungsfehler auf, wobei der Unterschied zur Gesamtkursermittlung signifikant ist.

Die für den Market-Maker-Markt berichteten Ergebnisse erscheinen auf den ersten Blick widersprüchlich. Die volumengewichteten Durchschnittspreise weisen einen sehr niedrigen Preissetzungsfehler auf, während der Fehler für die Eröffnungs- und Schlußkurse sowie im Durchschnitt über alle Transaktionspreise sehr hoch ist. Diese Diskrepanz kann allerdings einfach erklärt werden. Wie noch zu zeigen sein wird, sind die Geld-Brief-Spannen im Market-Maker-Markt hoch. Wenn der Preissetzungsfehler aus einzelnen Transaktionspreisen wie dem Eröffnungs- und dem Schlußkurs errechnet wird, so enthält er (im Durchschnitt) die halbe Geld-Brief-Spanne. Das gilt auch dann, wenn der durchschnittliche Preissetzungsfehler aus allen Transaktionspreisen errechnet wird. Dagegen ist die Errechnung des volumengewichteten Durchschnittspreises gleichbedeutend mit einer weitgehenden Eliminierung der Geld-Brief-Spanne aus den Daten. Dies führt daher zu entsprechend niedrigeren Preissetzungsfehlern.

Man könnte nun argumentieren, die Geld-Brief-Spanne *solle* aus den Daten herausgerechnet werden, wenn die Informationseffizienz der Preise beurteilt werden soll. Ob dies allerdings gerechtfertigt ist, hängt von der spezifischen Fragestellung ab. Geht es darum, die Qualität der Preise zu beurteilen, zu denen die Marktteilnehmer handeln, so sollte die Geld-Brief-Spanne nicht herausgerechnet werden. Geht es aber um die

Frage, welche Informationen der Zeitreihe der Transaktionspreise entnommen werden können, so erscheint ein Herausrechnen der Geld-Brief-Spanne angebracht. Bei der letztgenannten Fragestellung ist die Informationseffizienz des Market-Maker-Marktes nach den in Tabelle 1 gezeigten Ergebnissen als mindestens ebenso hoch einzuschätzen wie die der kontinuierlichen Auktion und der Gesamtkursermittlung. Der Preis dafür ist jedoch von den Marktteilnehmern in Form hoher Geld-Brief-Spannen zu entrichten.

In der kontinuierlichen Auktion und dem Market-Maker-Markt kann die Informationseffizienz auch gemessen werden, indem anstelle der Transaktionspreise die Mittelpunkte der Geld-Brief-Spannen mit dem Fundamentalwert verglichen werden. Da auch hierbei die Geld-Brief-Spanne aus den Daten herausgerechnet wird, sollten die Ergebnisse mit denen bei Verwendung der volumengewichteten Durchschnittspreise vergleichbar sein. Die Ergebnisse sind in den beiden letzten Zeilen von Tabelle 1 dargestellt und mit m gekennzeichnet.²⁴ Die Größenordnung der Abweichungen im Vergleich zu den aus den durchschnittlichen Transaktionspreisen (a) errechneten zeigt, daß die Geld-Brief-Spanne offenbar nicht (wie häufig angenommen wird) symmetrisch um den Fundamentalwert liegt. Mit einer Ausnahme (Experiment DA3) sind die anhand der Spannenmittelpunkte errechneten Abweichungen größer als die auf Basis der volumengewichteten Durchschnittspreise errechneten. Daraus läßt sich folgern, daß Transaktionen offenbar mit größerer Wahrscheinlichkeit auf der Marktseite erfolgen, auf der der quotierte Preis näher am Fundamentalwert liegt. Diese Tendenz ist für den Market-Maker-Markt ausgeprägter, da die Abweichungen zwischen Spannenmittelpunkt und Fundamentalwert im Durchschnitt größer sind als bei der kontinuierlichen Auktion, während das Verhältnis bei Messung auf Basis der durchschnittlichen Transaktionspreise umgekehrt war.

Die dargestellten Ergebnisse erlauben zwei Schlußfolgerungen. Erstens kann die an vielen Börsen geübte Praxis, den ersten Preis als Gesamtkurs festzustellen und erst danach zu kontinuierlichem Handel überzugehen, gerechtfertigt werden. Die Gesamtkursermittlung weist bei den Eröffnungskursen den niedrigsten Preissetzungsfehler auf, wenn auch

²⁴ Dabei wurden zur Errechnung des Spannenmittelpunktes nur solche Geld-Brief-Spannen verwendet, die unmittelbar vor einer Transaktion gültig waren. Der Grund für diese Vorgehensweise ist folgender: Insbesondere zu Beginn der Perioden kommt es häufiger vor, daß Probanden unrealistische Gebote eingeben, etwa ein Kaufgebot zu einem Preis von 1. Auf Basis solcher Gebote errechnete Spannenmittelpunkte sind weit vom Fundamentalwert entfernt. Ihre Einbeziehung würde folglich die Messung verzerren.

der Unterschied zur kontinuierlichen Auktion nicht signifikant ist. Zweitens weisen die Transaktionspreise im Market-Maker-Markt deutlich größere Abweichungen vom Fundamentalwert auf als die der Auktionsmärkte. Sobald jedoch die Geld-Brief-Spanne aus den Daten herausgerechnet wird, zeigt der Market-Maker-Markt einen hohen Grad an Informationseffizienz. Der Preis dafür besteht in den hohen Geld-Brief-Spannen.

2. Liquidität

Die Untersuchung der Marktliquidität kann, wie bereits dargelegt wurde, anhand der Geld-Brief-Spannen erfolgen.²⁵ Aus den theoretischen Überlegungen und empirischen Ergebnissen, die in Abschnitt II. dargestellt wurden, lassen sich die beiden folgenden Hypothesen ableiten:

L1: Die Transaktionskosten sind bei der Gesamtkursermittlung am niedrigsten, im Market-Maker-Markt am höchsten.

L2: Das Roll-Maß überschätzt die Transaktionskosten in der Gesamtkursermittlung.

Im folgenden wird zunächst das Handelsvolumen betrachtet, das häufig als Proxy für die Liquidität eines Marktes verwendet wird. Daran schließt sich der Test von Hypothese *L1* anhand einer Untersuchung der Geld-Brief-Spannen an. Die Ergebnisse sind der Anlaß für eine Diskussion der Eignung der Geld-Brief-Spanne als Transaktionskostenmaß. Der darauffolgende Abschnitt enthält die Ausführungen zum Roll-Maß. Abschließend wird die Volatilität der Renditen untersucht, die, wie gezeigt wird, im vorliegenden Kontext als Liquiditätsmaß geeignet ist.

Handelsvolumen

Ogleich das Handelsvolumen nicht als geeignetes Liquiditätsmaß gilt (vgl. z.B. Brunner 1996, Oesterhelweg/Schiereck 1993), wird es doch häufig als Proxy für die Liquidität verwendet. Es ist einfach zu ermitteln und weist regelmäßig eine hohe Korrelation mit anderen Liquiditätsmaßen auf. Daher erscheint es sinnvoll, das Handelsvolumen auf den experimentellen Märkten zu untersuchen. Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 3

²⁵ Für die in der Geld-Brief-Spanne zum Ausdruck kommenden Kosten wird im folgenden der Begriff Transaktionskosten synonym verwendet, da in den untersuchten Marktexperimenten keine anderen Transaktionskosten existierten.

gezeigt. Es ist offensichtlich, daß das Handelsvolumen in der Gesamtkursermittlung am niedrigsten und im Market-Maker-Markt am höchsten ist. Ein auf Basis der Beobachtungen für die einzelnen Perioden durchgeführter *t*-Test (Ergebnisse sind nicht abgebildet) belegt, daß diese Unterschiede statistisch signifikant sind.

Dieses Resultat ist keineswegs erstaunlich. Die Gesamtkursermittlung mit zwei Preisfeststellungen pro Periode bietet kaum Möglichkeiten, innerhalb einer Periode Wertpapiere zu kaufen und anschließend wieder zu verkaufen (oder umgekehrt). Das sollte zu niedrigerem Handelsvolumen führen. Außerdem ist eine Anpassung von Preislimits nur einmal möglich. Wer also beispielsweise einen limitierten Kaufauftrag mit einem zu niedrigen Preislimit erteilt, hat höchstens eine Möglichkeit, durch Erhöhung des Limits doch noch zu einem Abschluß zu kommen. Dagegen kann bei der kontinuierlichen Auktion eine solche Anpassung jederzeit und im Prinzip beliebig oft vorgenommen werden.

Tabelle 3: Handelsvolumen und Nettohandelsvolumen

„Volumen“ bezeichnet das durchschnittliche Handelsvolumen des jeweiligen Experiments. Bei der Gesamtkursermittlung ist das addierte Volumen beider Preisfeststellungen angegeben. „Nettovol.“ bezeichnet das Nettohandelsvolumen. Es wird errechnet, indem der Betrag der Abweichungen zwischen Wertpapieranfangs- und -endbestand der 12 Probanden pro Periode addiert und dann durch 2 geteilt wird. In der Tabelle ist der über die Perioden 4 - 15 gebildete Durchschnitt angegeben.

Serie	Gesamtkurs- ermittlung		kontinuierliche Auktion		Market-Maker-Markt	
	Volumen	Nettovol.	Volumen	Nettovol.	Volumen	Nettovol.
1	913,3	595,7	1339,7	591,1	1135,9	685,8
2	587,3	511,0	637,5	432,3	1365,8	612,3
3	884	555,0	833,9	440,0	1835,2	747,4
4	304,3	174,3	1142,3	626,4	2211,3	1202,8
5	693,4	595,3	1215,8	626,4	1490,7	809,6
6	613,3	483,9	909,2	444,8	1367,9	433,2
Durchschnitt	665,9	485,9	1013,1	526,8	1567,8	748,5

Das Handelsvolumen im Market-Maker-Markt ist vermutlich aufgrund von Doppelzählungen zu hoch angegeben. Da Transaktionen über die Market-Maker abgewickelt werden, wird der Transfer von Wertpapieren von einem Verkäufer zu einem Käufer als zwei Transaktionen gezählt. Insgesamt gibt es (ohne die Market-Maker) neun Marktteilnehmer, die auf diese Weise handeln. Dagegen handeln in der kontinuierlichen Auktion 12 Teilnehmer ohne Doppelzählung. Insgesamt wäre nach dieser einfachen Argumentation damit zu rechnen, daß das Handelsvolumen im Market-Maker-Markt etwa 50 % über dem der kontinuierlichen Auktion liegt. Dies entspricht recht genau dem, was sich im Durchschnitt der je sechs Experimente ergibt.

Die genannten Effekte lassen sich ausschalten, indem anstelle des Handelsvolumens die aggregierte Veränderung der Wertpapierbestände, im folgenden als *Nettohandelsvolumen* bezeichnet, untersucht wird. Es wird errechnet, indem für jede Periode die Beträge der Differenzen zwischen den Wertpapieranfangs- und -endbeständen aller Marktteilnehmer addiert werden und die Summe durch zwei geteilt wird. Dieses Verfahren erfaßt solche Transaktionen nicht, durch die eine zuvor eingetretene Bestandsveränderung wieder rückgängig gemacht wird. Auch die Doppelzählung im Market-Maker-Markt wird zuverlässig eliminiert. Die in Tabelle 3 gezeigten Zahlen belegen, daß sich das Nettohandelsvolumen in Gesamtkursermittlung und kontinuierlicher Auktion nicht systematisch unterscheidet, während die Werte für den Market-Maker-Markt nach wie vor höher sind.

Unabhängig davon muß aber gefolgert werden, daß das Handelsvolumen – auch wenn es ein gutes Proxy für die Liquidität *unterschiedlicher Aktien an einem Markt* sein mag – kein geeignetes Maß für den Vergleich verschiedener Marktorganisationsformen ist. Das gilt auch für das Nettohandelsvolumen. Die oben dokumentierten und begründeten Unterschiede lassen sich nicht im Sinne einer Vor- beziehungsweise Nachteilhaftigkeit interpretieren, da ein höheres Handelsvolumen an sich noch keinen ökonomischen Vorteil begründet.

Geld-Brief-Spannen

Unterschiedliche Geld-Brief-Spannen lassen sich im Sinne von Vor- und Nachteilen interpretieren, da sie Ausdruck der Transaktionskosten der Marktteilnehmer sind. Die Messung der Geld-Brief-Spannen ist in der kontinuierlichen Auktion und im Market-Maker-Markt unproblematisch. Unterschiede zwischen quotierter und effektiver Spanne gibt es

nicht, da das verwendete Computerhandelssystem keine Transaktionen zu Preisen innerhalb der Spanne zuläßt. Grundsätzlich kann die Spanne aus allen Quotierungen oder nur aus den Quotierungen errechnet werden, die unmittelbar vor einer Transaktion notiert werden (vgl. *Neal* 1992, der im zweiten Fall vom *current spread* spricht). Da Transaktionen tendenziell dann stattfinden, wenn die Spanne kleiner ist, führt das als zweites genannte Verfahren zu niedrigeren Werten. Im folgenden wird ausschließlich dieses Verfahren verwendet.²⁶ Die Verwendung von aus allen Quotierungen errechneten Spannen ändert die Schlußfolgerungen aus der Untersuchung nicht.

Bei der Gesamtkursermittlung gibt es eine explizite Geld-Brief-Spanne nicht. Wie bereits dargestellt wurde, existiert jedoch eine implizite Spanne, deren ökonomische Interpretation der einer expliziten Spanne entspricht. Sie mißt den Preiseinfluß eines zusätzlichen Auftrags und wird wie folgt errechnet: Die bei einer Preisfeststellung nicht ausgeführten Aufträge repräsentieren ein Verkaufs- bzw. Kaufinteresse, das zwar nicht beim Marktpreis, wohl aber bei einem höheren bzw. niedrigeren Preis vorliegt. Ein zusätzlich erteilter Kauf- bzw. Verkaufsauftrag hätte daher zu einem Preis ausgeführt werden können, der nicht ungünstiger ist als der des niedrigstlimitierten nicht ausgeführten Verkaufsauftrags bzw. des höchstlimitierten nicht ausgeführten Kaufauftrags. Daher kann die implizite Spanne als Differenz zwischen diesen beiden Limitpreisen ermittelt werden.²⁷ Diese Berechnungsweise entspricht der im Modell von *Mendelson* (1982) und der von *Friedman* (1993a) verwendeten.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 gezeigt. Die Geld-Brief-Spannen sind dort jeweils als absoluter Wert und als Prozentsatz des Fundamentalwertes ausgedrückt. Die Spannen sind – in Übereinstimmung mit Hypothese L1 – bei der Gesamtkursermittlung klar am niedrigsten und im Market-Maker-Markt ebenso klar am höchsten.²⁸ Eine einfaktorielle Varianzanalyse und eine nichtparametrische Kruskal-Wallis-Varianzanalyse belegen, daß die Unterschiede statistisch signifikant sind.

²⁶ Auf diese Weise werden die insbesondere zu Periodenbeginn auftretenden extrem hohen Spannen aufgrund „unrealistischer“ Eingaben (etwa eines Kaufgebotes mit Preislimit 1) zuverlässig aus der Analyse herausgehalten.

²⁷ Sofern Rationierung vorgenommen wurde, ist einer der beiden die implizite Spanne bestimmenden Preise der Marktpreis.

²⁸ Das Ergebnis für den Market-Maker-Markt in Serie 6 muß als Ausreißer betrachtet werden. In diesem Experiment gab es zwei Teilnehmer, die beständig Wertpapiere teuer kauften und billig verkauften. Dadurch wurde der Anreiz für die Market-Maker, ihre Spannen zu senken, vermindert.

Tabelle 4: Marktliquidität: Geld-Brief-Spannen

Die Tabelle zeigt die durchschnittliche Geld-Brief-Spanne aller 18 Experimente. Die Spannen für die kontinuierliche Auktion und den Market-Maker-Markt wurden nur aus den Geld- und Briefpreisen errechnet, die unmittelbar vor einer Transaktion aktiv waren. Die Spanne in der Gesamtkursermittlung ist definiert als die Differenz zwischen den Preislimits des Verkaufsgebotes mit dem niedrigsten Preislimit und des Kaufgebotes mit dem höchsten Preislimit, die *nicht* ausgeführt wurden. Alle Spannen werden zusätzlich als Prozentsatz des Fundamentalwertes ausgedrückt. Dies macht Experimente mit unterschiedlichen Fundamentalwertniveaus vergleichbar, so daß in diesem Fall eine Durchschnittsbildung sinnvoll ist.

Serie	Gesamtkurs- ermittlung		kontinuierliche Auktion		Market-Maker- Markt	
	Betrag	Prozent	Betrag	Prozent	Betrag	Prozent
1	8,29	1,728	21,67	4,838	53,18	11,597
2	11,75	2,482	18,99	4,069	52,42	11,117
3	5,13	1,187	14,18	3,225	35,06	8,053
4	8,38	1,855	24,23	5,397	42,97	9,437
5	7,21	1,799	15,96	4,093	36,98	9,395
6	7,71	1,506	32,43	6,481	108,67	22,286
Durchschnitt		1,760		4,684		11,981

Die Größe der in Tabelle 4 dokumentierten Unterschiede legt nahe, die Eignung der Geld-Brief-Spanne als Transaktionskostenmaß zu diskutieren. Dies soll im folgenden geschehen.

Eine mögliche Erklärung für die vergleichsweise sehr hohen Spannen im Market-Maker-Markt ist eine verzerrte Messung durch die Geld-Brief-Spanne. Die Möglichkeit einer solchen Verzerrung sei an einem Beispiel erläutert. Der Fundamentalwert sei 100, der Geldkurs 90 und der Briefkurs 102. Die quotierte Spanne ist 12, was zu einem Schätzwert für die Transaktionskosten von sechs (der halben Spanne) führt. Die tatsächlichen Kosten betragen jedoch 10 im Falle eines Verkaufs und 2 im Falle eines Kaufs. Wenn in einer solchen Situation ein Kauf wahrscheinlicher ist als ein Verkauf, überschätzt die Geld-Brief-Spanne die reali-

sierten Transaktionskosten. Eine solche Verzerrung ist demnach gegeben, wenn die folgenden zwei Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Der Spannenmittelpunkt entspricht nicht dem Fundamentalwert und
2. Transaktionen erfolgen mit größerer Wahrscheinlichkeit auf der Seite der Spanne, die näher am Fundamentalwert liegt.

Mit den Daten der experimentellen Märkte läßt sich das Vorliegen einer Verzerrung der Geld-Brief-Spanne überprüfen. Dazu werden, analog zu dem angeführten Zahlenbeispiel, die Transaktionskosten anhand der Differenz zwischen den Transaktionspreisen und dem Fundamentalwert (also gerade nicht der Spannenmitte) gemessen. Dieses Maß entspricht dem in Tabelle 1 bereits aufgeführten MRE-Maß für die Informationseffizienz bei Errechnung auf Basis aller Transaktionspreise (Variante *alle*). Daß dieses Maß bei Errechnung auf Basis einzelner Transaktionspreise (nicht aber bei Errechnung auf Basis von Durchschnittspreisen) die Geld-Brief-Spanne enthält, wurde im Zusammenhang mit der Interpretation der Ergebnisse aus Tabelle 1 bereits angesprochen. Die Abweichung zwischen Transaktionspreisen und Fundamentalwerten hatte sich dabei als für den Market-Maker-Markt am größten herausgestellt.

Tabelle 5 vergleicht nun die prozentuale Geld-Brief-Spanne mit dem MRE-Maß. Letzteres wurde mit 2 multipliziert, um Vergleichbarkeit mit der Geld-Brief-Spanne herzustellen. Es ist zu erkennen, daß die Geld-Brief-Spanne bei der Gesamtkursermittlung wesentlich kleiner ist als das MRE-Maß. Bei der kontinuierlichen Auktion gilt tendenziell das gleiche, wenn auch in wesentlich geringerem Ausmaß. Dagegen zeigt sich für den Market-Maker-Markt, daß die Spanne systematisch größer ist als das MRE-Maß.

Abbildung 1 dient der Interpretation dieser Ergebnisse. Der obere Teil soll die Situation bei der Gesamtkursermittlung verdeutlichen. Die fett gezeichnete Linie bildet den Fundamentalwert ab, die dünnen durchgezogenen Linien markieren die Geld-Brief-Spanne. Der durch die gestrichelte Linie abgebildete Marktpreis entspricht nicht dem Fundamentalwert. Der Abstand zwischen beiden wird durch das MRE-Maß gemessen. Im Vergleich zu diesem Abstand ist die Geld-Brief-Spanne klein. Das entspricht der in Tabelle 5 gezeigten Situation.

Die Geld-Brief-Spanne im Market-Maker-Markt ist weder konstant noch liegt sie symmetrisch um den Fundamentalwert. Transaktionen, durch Punkte symbolisiert, finden tendenziell auf der Seite der Spanne statt, die näher am Fundamentalwert liegt. Daher ist der durchschnitt-

Tabelle 5: Zur Interpretation der Geld-Brief-Spanne

Die prozentualen Geld-Brief-Spannen sind aus Tabelle 4 übernommen. Die Spalte „Fehler“ enthält die mit 2 multiplizierte durchschnittliche absolute Abweichung zwischen Preis und Fundamentalwert, ausgedrückt in Prozent des letzteren. Diese Abweichung entspricht dem in Tabelle 1 dargestellten MRE-Maß in der Berechnungsvariante *alle*.

Serie	Gesamtkurs- ermittlung		kontinuierliche Auktion		Market-Maker- Markt	
	Spanne in %	Fehler	Spanne in %	Fehler	Spanne in %	Fehler
1	1,728 %	6,378 %	4,838 %	7,359 %	11,597 %	10,825 %
2	2,482 %	4,984 %	4,069 %	5,746 %	11,117 %	8,037 %
3	1,187 %	7,022 %	3,225 %	4,958 %	8,053 %	7,998 %
4	1,855 %	7,766 %	5,397 %	8,172 %	9,437 %	7,179 %
5	1,799 %	4,692 %	4,093 %	4,296 %	9,395 %	7,641 %
6	1,506 %	5,158 %	6,481 %	5,871 %	22,286 %	16,054 %
Durchschnitt	1,760 %	6,000 %	4,684 %	6,067 %	11,981 %	9,622 %

liche Abstand zwischen den Transaktionspreisen und dem Fundamentalwert (das MRE-Maß, gepunktete Linien) kleiner als die Geld-Brief-Spanne (gestrichelte Linien). *De Jong/Nijman/Röell* (1995, S. 1288) äußern die Vermutung, daß dieses Phänomen auch auf realen Märkten auftritt. Es ist dort wegen der Unbeobachtbarkeit des Fundamentalwertes aber nicht meßbar.

Die Konsequenzen dieser Ergebnisse können in zwei Punkten zusammengefaßt werden:

1. Die Abweichung zwischen Preis und Fundamentalwert ist das geeignete Maß für die *realisierten* Transaktionskosten.
2. Die Geld-Brief-Spanne ist das geeignete Maß für die *Ex-ante-Transaktionskosten* eines Anlegers, der ohne Zeitverzögerung handeln will und über die Geld- und Briefpreise hinaus keine weiteren Informationen hat (vgl. *de Jong/Nijman/Röell* 1995, S. 1288).

Bezüglich des ersten Punktes ist eine Einschränkung angebracht, die vielleicht weniger für die hier untersuchten experimentellen Märkte, wohl

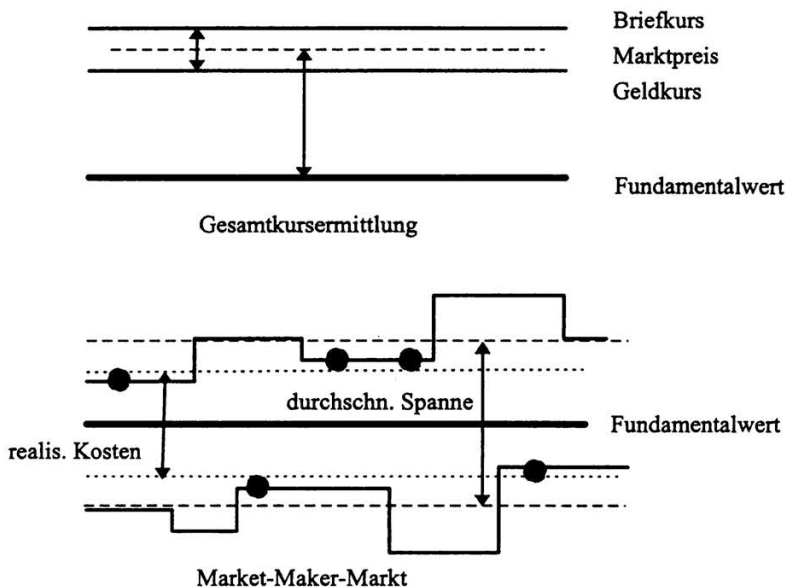


Abbildung 1: Zur Interpretation der Geld-Brief-Spanne

aber für reale Märkte relevant ist. Die Abweichung zwischen Preis und Fundamentalwert mißt nur den monetären Teil der Kosten. Wartekosten aufgrund verzögerter Transaktionsausführung oder Opportunitätskosten einer gescheiterten Transaktion werden nicht erfaßt.²⁹ Diese nichtmonetären Kosten sind es aber, die bei Gesamtkursermittlung und kontinuierlicher Auktion darüber entscheiden, wer Anbieter und wer Nachfrager von Sofortigkeit ist und wer damit die monetären Kosten trägt. Aggregiert über alle Marktteilnehmer sind die monetären Kosten null.

Die Begründung für den zweiten Punkt beruht auf der impliziten Annahme, daß die Spannenmitte zwar nicht im Einzelfall, wohl aber im Durchschnitt dem Fundamentalwert entspricht. In diesem Fall ist der Erwartungswert der Abweichung zwischen Spannenmitte und Fundamentalwert null. Die erwarteten Transaktionskosten ergeben sich dann als die erwartete Differenz zwischen Transaktionspreis und Spannenmitte. Diese Differenz wird durch die Geld-Brief-Spanne gemessen.

²⁹ Vgl. in diesem Zusammenhang das von Perold (1988) entwickelte und von Chan/Lakonishok (1995) und Keim/Madhavan (1996) empirisch angewendete *Implementation-Shortfall-Maß*, das versucht, alle Kostenaspekte zu berücksichtigen.

Die realisierten Transaktionskosten sind, wie bereits erwähnt, im Durchschnitt über alle Marktteilnehmer zwingend null, denn ein über dem Fundamentalwert liegender Preis ist für den Käufer mit Kosten, für den Verkäufer aber mit einem Gewinn verbunden. Sofern die Geld-Brief-Spanne den Fundamentalwert umschließt, befindet sich ein Market-Maker immer auf der Gewinnerseite, während anderen Marktteilnehmern stets Kosten entstehen. Diese durch die Marktorganisation vorgegebene Aufteilung bewirkt, daß das MRE-Maß die durchschnittlichen realisierten Transaktionskosten aus Sicht „normaler“ Anleger erfaßt.

Der Vergleich der Marktorganisationsformen führt nun zu folgendem Ergebnis: Die durch die Spanne gemessenen Ex-ante-Transaktionskosten sind, in Übereinstimmung mit Hypothese L1, bei der Gesamtkursermittlung am niedrigsten und im Market-Maker-Markt am höchsten. Im Market-Maker-Markt sind die realisierten Transaktionskosten zwar niedriger als die Ex-ante-Kosten, jedoch immer noch größer als bei den anderen Marktorganisationsformen.

Das Roll-Maß

Die Anwendung des Roll-Maßes als Liquiditätsmaß ist im vorliegenden Fall eigentlich unbegründet, da dieses Maß versucht, aufgrund einer schlechteren Datenbasis (nämlich ausschließlich der Transaktionspreise) eine Größe zu schätzen, die auch direkt gemessen werden kann. Insofern lassen sich zusätzliche Erkenntnisse über die Liquidität der experimentellen Märkte nicht gewinnen. Was sich dagegen gewinnen läßt, sind Erkenntnisse über die Eigenschaften des Roll-Maßes. Insbesondere kann die in Hypothese L2 formulierte Vermutung überprüft werden, das Roll-Maß führe bei Anwendung auf die Gesamtkursermittlung zu einer deutlichen Überschätzung der (ex ante) Transaktionskosten.

Tabelle 6 stellt dem Roll-Maß die explizite Geld-Brief-Spanne gegenüber. Es wird aus der Zeitreihe der Eröffnungs- und Schlußkurse, für die kontinuierliche Auktion und den Market-Maker-Markt zusätzlich aus der Zeitreihe aller Transaktionspreise errechnet. Die zuletzt genannte Berechnungsweise führt zu niedrigeren Schätzwerten. Der Hauptgrund dafür ist das gelegentliche Auftreten einer Serie von aufeinanderfolgenden Transaktionen zu identischen Preisen. Ihre Einbeziehung reduziert das Ausmaß der beobachteten negativen Autokorrelation der Preisänderungen.

Das Roll-Maß für die Gesamtkursermittlung ist, mit Ausnahme eines Falles, in dem aufgrund einer positiven Kovarianz aufeinanderfolgender

Preisänderungen kein Roll-Maß berechnet werden konnte, deutlich größer als die Geld-Brief-Spanne. Das bestätigt sowohl Hypothese L2 als auch die vorhergehenden Ausführungen zur Geld-Brief-Spanne. Das Roll-Maß schätzt nämlich den Preissetzungsfehler, und dieser hatte sich als größer als die Geld-Brief-Spanne erwiesen (vgl. Tabelle 5).

In der kontinuierlichen Auktion liefert das Roll-Maß eine recht exakte Schätzung der Höhe der Geld-Brief-Spanne. Der Durchschnittswert beträgt 18,68, verglichen mit 21,24. Die Korrelation zwischen beiden Maßen beträgt 0,895.

Im Market-Maker-Markt ist das Roll-Maß mit einem Durchschnittswert von 34,70 deutlich niedriger als die durchschnittliche Geld-Brief-Spanne (54,88). Die Korrelation ist allerdings auch hier recht hoch (Rangkorrelationskoeffizient 0,77³⁰). Auch dieses Ergebnis ist konsistent mit der Analyse im vorangegangenen Abschnitt. Das Roll-Maß wird ausschließlich aus Transaktionspreisen errechnet und korrigiert daher tendenziell die im Zusammenhang mit Abbildung 1 diskutierte Verzerrung der Geld-Brief-Spanne.³¹

Renditevolatilität

Die Volatilität der Renditen gilt im allgemeinen als ungeeignetes Liquiditätsmaß, da in ihre Berechnung sowohl informationsinduzierte als auch liquiditätsinduzierte Preisänderungen einfließen.³² Im vorliegenden Fall

³⁰ Der Rangkorrelationskoeffizient ist angegeben, weil er eine gegenüber dem extremen Wert aus Experiment MM6 robustere Schätzung liefert. Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,99, ohne Experiment MM6 beträgt er 0,874.

³¹ Die Beobachtung, daß das Roll-Maß die effektive Geld-Brief-Spanne in einem kontinuierlichen Auktionsmarkt gut schätzt, während die Schätzung für den Market-Maker-Markt ungenau ist, befindet sich in Übereinstimmung mit empirischen Ergebnissen von *de Jong/Nijman/Röell* (1995). Dort erweist sich das Roll-Maß als guter Schätzer der Spannen im CAC-System, während die Schätzung der Spannen in SEAQ International sehr unpräzise ist. Allerdings finden sich sowohl bei *Booth et al.* (1995) als auch bei *Huang/Stoll* (1996) dem widersprechende Ergebnisse. Danach schätzt das Roll-Maß die Spannen im NASDAQ-System gut, während die Schätzung für IBIS und die NYSE weniger präzise ist.

³² Vgl. jedoch den von *Hasbrouck/Schwartz* (1988) vorgeschlagenen *Markteffizienzkoeffizienten* (MEC). Dieses Maß versucht, aus dem Verhältnis der Volatilität von Renditen, die über unterschiedliche Berechnungsintervalle ermittelt wurden, Aussagen über die Marktliquidität zu gewinnen. Der MEC wird hier aus drei Gründen nicht verwendet. Erstens dient die Quotientenbildung dazu, den Effekt informationsinduzierter Preisveränderungen auszuschalten. Dieser Effekt wurde in den experimentellen Märkten jedoch bereits durch Konstanthaltung des Informationsflusses kontrolliert. Zweitens kann gezeigt werden, daß der MEC enge

Tabelle 6: Marktliquidität: Roll-Maß versus explizite Geld-Brief-Spanne

Die Tabelle zeigt in den mit „Spanne“ überschriebenen Spalten die durchschnittliche Geld-Brief-Spanne (als absoluten Wert, nicht als Prozentsatz). Die mit „Roll-Maß“ überschriebenen Spalten enthalten das auf Roll (1984) zurückgehende Maß $s_r = 2 \sqrt{-Cov(\Delta p_t, \Delta p_{t-1})}$. Für die kontinuierliche Auktion und den Market-Maker-Markt wurde es zum einen auf Basis nur der Eröffnungs- und Schlußkurse (oberer Eintrag in den Zellen) und zum anderen auf Basis aller Transaktionspreise (unterer Eintrag) errechnet. Die Geld-Brief-Spanne ist mit dem unteren Eintrag zu vergleichen. n/a zeigt an, daß ein Roll-Maß nicht errechnet werden konnte, weil die serielle Kovarianz der Preisänderungen positiv war.

Serie	Gesamtkurs- ermittlung		kontinuierliche Auktion		Market-Maker- Markt	
	Roll-Maß	Spanne	Roll-Maß	Spanne	Roll-Maß	Spanne
1	22,236	8,292	31,880 21,140	21,672	67,068 29,722	53,180
2	35,888	11,75	27,154 20,567	18,994	51,590 31,776	52,415
3	n/a	5,125	27,171 11,163	14,180	72,198 22,544	35,057
4	11,493	8,375	47,047 16,693	24,234	10,192 20,288	42,965
5	8,641	7,208	35,863 12,782	15,964	32,026 18,708	36,977
6	17,246	7,708	n/a 29,708	32,426	94,112 85,187	108,670

ist der Fundamentalwertverlauf in den drei Experimenten einer Serie jedoch jeweils identisch. Daher kann die Renditevolatilität für einen Vergleich der Experimente einer Serie herangezogen werden.

In Tabelle 7 sind die Varianzen der aus den Eröffnungs- und den Schlußkursen errechneten Renditen abgebildet. Dabei ergeben sich, in

Beziehungen zum Roll-Maß aufweist: Sofern die dessen Herleitung zugrundeliegenden Voraussetzungen erfüllt sind, liefern beide Maße die gleiche Rangfolge. Drittens schließlich haben empirische Ergebnisse für den deutschen Markt Zweifel an der Reliabilität und Validität des MEC geweckt. Vgl. zu den beiden letztgenannten Punkten *Theissen* (1998).

Tabelle 7: Renditevolatilität

Angegeben sind die Varianzen der aus den Eröffnungs- bzw. Schlußkursen errechneten Renditen.

Experiment	Eröffnung	Schluß
CM 1	69,22	55,90
DA 1	147,35	115,93
MM 1	200,12	73,56
CM 2	98,06	109,65
DA 2	148,34	149,39
MM 2	396,45	215,78
CM 3	37,92	50,81
DA 3	100,66	157,93
MM 3	155,75	86,21
CM 4	67,84	63,94
DA 4	166,68	213,25
MM 4	36,78	145,7
CM 5	72,27	75,04
DA 5	103,56	121,54
MM 5	164,93	143,02
CM 6	89,24	96,25
DA 6	204,88	155,53
MM 6	180,45	318,28

Übereinstimmung mit den bisherigen Ergebnissen, die niedrigsten Werte für die Gesamtkursermittlung. Eine klare Rangfolge zwischen kontinuierlicher Auktion und Market-Maker-Markt läßt sich dagegen nicht feststellen.

V. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die vorangegangenen Ausführungen haben zum einen Erkenntnisse über die Eignung verschiedener in der Literatur vorgeschlagener Liquiditätsmaße geliefert, zum anderen konnten Aussagen über die Transaktionskosten bei unterschiedlichen Formen der Marktorganisation gewonnen werden. Auf beide Aspekte soll im folgenden eingegangen werden.

Eine Gegenüberstellung des Handelsvolumens mit den tatsächlichen Transaktionskosten zeigt, daß das Handelsvolumen ein ausgesprochen schlechter Indikator der Liquidität ist – es impliziert eine genau umgekehrte Rangfolge. Auch das Roll-Maß ist offenbar kein geeignetes Maß zum Vergleich der Liquidität unterschiedlich organisierter Wertpapiermärkte. Die aufgrund theoretischer Überlegungen prognostizierte Überschätzung der Transaktionskosten bei der Gesamtkursermittlung konnte empirisch bestätigt werden.

Die explizite Geld-Brief-Spanne ist dagegen grundsätzlich ein geeignetes Liquiditätsmaß. Mit den Daten der experimentellen Märkte läßt sich auch für die Gesamtkursermittlung eine solche Spanne ermitteln. Sie erweist sich als eindeutig niedriger als die Spanne in der kontinuierlichen Auktion und dem Market-Maker-Markt. Jedoch ist auch die Geld-Brief-Spanne mit Vorsicht zu interpretieren. Es konnte gezeigt werden, daß unter bestimmten Umständen systematische Verzerrungen existieren können. In den hier untersuchten experimentellen Märkten ließen sich diese identifizieren. Bei Untersuchungen anhand von Felddaten ist dies jedoch nicht ohne weiteres möglich, so daß hier die Gefahr von Verzerrungen durchaus real ist.

Die vergleichende Analyse der Transaktionskosten in unterschiedlich organisierten Wertpapiermärkten kann trotz der verschiedenen untersuchten Maße recht kurz zusammengefaßt werden. Unabhängig vom verwendeten Maß sind die Kosten für die Marktteilnehmer bei der Gesamtkursermittlung am niedrigsten, im Market-Maker-Markt dagegen am höchsten.

Vor einer Diskussion der Implikationen dieses Ergebnisses sollten zwei Aspekte des verwendeten experimentellen Designs angesprochen werden: die Abstahierung von expliziten Transaktionskosten und die Zahl der Market-Maker. Auf realen Wertpapiermärkten haben Anleger neben der Geld-Brief-Spanne explizite Transaktionskosten in Form von Bankgebühren, Maklercourtage u.ä. zu zahlen. Die Nichtberücksichtigung derartiger Kosten kann insoweit zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen, wie die expliziten Transaktionskosten von der Marktorganisation abhängen. Sofern das überhaupt der Fall ist, dürften diese Kosten jedoch wegen des Verzichts auf kontinuierlichen Handel bei der Gesamtkursermittlung niedriger sein als in Market-Maker-Märkten und kontinuierlichen Auktionsmärkten (vgl. z.B. *Cohen/Schwartz* 1989). Die dargestellten Ergebnisse dürften daher nicht auf die Vernachlässigung expliziter Transaktionskosten zurückzuführen sein.

Die Ergebnisse für den Market-Maker-Markt könnten von der Zahl der Market-Maker abhängen. Tatsächlich zeigen die Ergebnisse der Experimente von *Friedman* (1993b) und *Krahn/Weber* (1997b), daß die Geld-Brief-Spannen im Market-Maker-Markt mit der Zahl der Market-Maker abnehmen. Die Ergebnisse von *Friedman* zeigen aber auch, daß sich die Resultate des Market-Maker-Marktes denen der kontinuierlichen Auktion mit steigender Zahl von Market-Makern zwar annähern, aber diese nicht übertreffen. Daher kann davon ausgegangen werden, daß die Zahl der Market-Maker das qualitative Ergebnis höherer Geld-Brief-Spannen im Market-Maker-Markt nicht beeinflußt.

Nach diesen Vorbemerkungen ist nun die Frage zu stellen, welche Konsequenzen die in dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse für die Gestaltung realer Wertpapiermärkte haben. Das Ergebnis niedriger Transaktionskosten bei der Gesamtkursermittlung legt nahe, auch bei ansonsten kontinuierlichem Handel an Gesamtkursermittlungen etwa zu Beginn des Handels festzuhalten. Insofern erscheint die an den deutschen Präsenzbörsen einschließlich des Neuen Marktes sowie in XETRA geübte Praxis, mehrmals täglich Gesamtkursermittlungen durchzuführen, gerechtfertigt. Dies bestätigen auch die Resultate von *Brooks/Su* (1997). Sie zeigen in einer empirischen Untersuchung mit Daten der NYSE – auch dort wird der Eröffnungskurs als Gesamtkurs festgestellt –, daß sich durch Handel zum Eröffnungskurs tatsächlich Kosten sparen lassen.

In diesem Zusammenhang aufschlußreich ist auch die Organisation des Handels am französischen Nouveau Marché. Es gibt dort für jede Aktie einen oder mehrere Market-Maker. Neben dem durch diese gewährleisteten kontinuierlichen Handel finden Gesamtkursermittlungen statt. Deren Zahl hängt davon ab, wie viele Market-Maker es gibt. Für Aktien mit nur einem Market-Maker werden täglich zwei Gesamtkurse festgestellt, für Aktien mit zwei Market-Makern ein Gesamtkurs und bei Aktien mit drei (die im Rahmen der beschriebenen Experimente verwendete Anzahl!) und mehr Market-Makern kann mit Einverständnis des Emittenten ganz auf Gesamtkursermittlungen verzichtet werden. Diese Regelung dürfte Ausdruck des wahrgenommenen Transaktionskostenunterschieds zwischen Market-Maker-Markt und Gesamtkursermittlung sein. Allerdings legen die Ergebnisse dieser Arbeit nahe, daß ein völliger Verzicht auf Gesamtkursermittlungen nicht im Interesse der Anleger sein dürfte.

Literatur

- Affleck-Graves, John/Hegde, Shantaram P./Miller, Robert E. (1994): Trading Mechanisms and the Components of the Bid-Ask Spread. *Journal of Finance* 49, S. 1471 - 1488. – Amihud, Yakov/Mendelson, Haim (1986): Asset Pricing and the Bid-Ask Spread. *Journal of Financial Economics* 17, S. 223 - 249. – Benston, George J./Hagerman, Robert L. (1974): Determinants of Bid-Asked Spreads in the Over-the-Counter-Market. *Journal of Financial Economics* 1, S. 353 - 364. – Bernstein, Peter L. (1987): Liquidity, Stock Markets, and Market Makers. *Financial Management* 16, Summer, S. 54 - 62. – Bessembinder, Hendrik/Kauffman, Herbert M. (1996): A Comparison of Quotations, Trading Costs, and Volatility for NYSE and NASDAQ-Listed Stocks. NYSE Working Paper 96 - 03, Mai. – Booth, G. Geoffrey/Iversen, Peter/Sarkar, Salil K./Schmidt, Hartmut/Young, Allan (1995): Market Structure and Bid-Ask Spreads: NASDAQ vs. the German Stock Market. Working Paper, 3rd draft, Juni. – Brennan, Michael J./Subrahmanyam, Avanidhar (1996): Market Microstructure and Asset Pricing: On the Compensation for Illiquidity in Stock Returns. *Journal of Financial Economics* 41, S. 441 - 464. – Brooks, Raymond/Su, Tie (1997): A Simple Cost Reduction Strategy for Small Liquidity Traders: Trade at the Opening. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 32, S. 525 - 540. – Brunner, Antje (1996): Meßkonzepte zur Liquidität auf Wertpapiermärkten. Institut für Kapitalmarktforschung, Beiträge zur Theorie der Finanzmärkte Nr. 13, Oktober. – Chan, Louis K./Lakonishok, Josef (1995): A Cross-Market Comparison of Institutional Equity Trading Costs. NBER Working Paper 5374, Dezember. – Christie, William G./Huang, Roger D. (1994): Market Structure and Liquidity: A Transactions Data Study of Exchange Listings. *Journal of Financial Intermediation* 3, S. 300 - 326. – Cohen, Kalman J./Schwartz, Robert A. (1989): An Electronic Call Market: Its Design and Desirability. In: Lucas, Henry J./Schwartz, Robert A. (Hrsg.): *The Challenge of Information Technology for the Securities Markets*. Homewood, Ill. 1989, S. 15 - 58. – Cooper, S. Kerry/Groth, John C./Avera, William E. (1985): Liquidity, Exchange Listing, and Common Stock Performance. *Journal of Economics and Business* 37, S. 19 - 33. – de Jong, Frank/Nijman, Theo/Röell, Ailsa (1995): A Comparison of the Cost of Trading French Shares on the Paris Bourse and on SEAQ International. *European Economic Review* 39, S. 1277 - 1301. – Demsetz, Harold (1968): The Cost of Transacting. *Quarterly Journal of Economics* 82, S. 33 - 53. – Dubovsky, David A./Groth, John C. (1984): Exchange Listing and Stock Liquidity. *Journal of Financial Research* 7, S. 291 - 301. – Freihube, Thorsten/Kehr, Carl-Heinrich/Krahn, Jan P. (1998): Limitorderbücher und der Liquiditätsbeitrag der Kursmakler. Arbeitspapier, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt, März. – Friedman, Daniel (1993a): How Trading Institutions Affect Financial Market Performance: Some Laboratory Evidence. *Economic Inquiry* 21, S. 410 - 435. – Friedman, Daniel (1993b): Privileged Traders and Asset Market Efficiency: A Laboratory Study. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 28, S. 515 - 534. – Grossman, Sanford J./Miller, Merton H. (1988): Liquidity and Market Structure. *Journal of Finance* 43, S. 617 - 627. – Haller, Andreas/Stoll, Hans R. (1989): Market Structure and Transaction Costs: Implied Spreads in the German Stock Market. *Journal of Banking and Finance* 13, S. 697 - 708. – Handa, Puneet/Schwartz, Robert A. (1996): Limit Order Trading. Working Paper, Februar. – Harris, Lawrence E. (1990): Statistical Properties of the Roll Serial Covariance Bid-Ask Spread Esti-

mator. *Journal of Finance* 45, S. 579 - 590. – *Hasbrouck, Joel/Schwartz, Robert A.* (1988): Liquidity and Execution Costs in Equity Markets. *Journal of Portfolio Management* 14, Spring, S. 10 - 16. – *Ho, Thomas S. Y./Stoll, Hans R.* (1983): The Dynamics of Dealer Markets Under Competition. *Journal of Finance* 38, S. 1053 - 1074. – *Huang, Roger D./Stoll, Hans R.* (1996): Dealer versus Auction Markets: A Paired Comparison of Execution Costs on NASDAQ and the NYSE. *Journal of Financial Economics* 41, S. 313 - 357. – *Iversen, Peter* (1994): Geld-Brief-Spannen deutscher Standardwerte. Wiesbaden. – *Keim, Donald B./Madhavan, Ananth* (1996): Trading Costs and Investment Style: An Inter-Exchange Analysis of Institutional Equity Trades. Working Paper, August. – *Krahnén, Jan P./Weber, Martin* (1997a): Does Information Aggregation Depend on Market Structure? Market Makers vs. Double Auction. Arbeitspapier, März. – *Krahnén, Jan P./Weber, Martin* (1997b): Marketmaking in the Laboratory: Does Competition Matter? Arbeitspapier, September. – *Kyle, Albert S.* (1985): Continuous Auctions and Insider Trading. *Econometrica* 53, S. 1315 - 1335. – *Lee, Charles M. C.* (1993): Market Integration and Price Execution for NYSE-Listed Securities. *Journal of Finance* 48, S. 1009 - 1038. – *Marsh, Terry/Rock, Kevin* (1986): Exchange Listing and Liquidity: A Comparison of the American Stock Exchange with the NASDAQ National Market System. American Stock Exchange Transaction Data Research Project Report 2. – *Mendelson, Haim* (1982): Market Behavior in a Clearinghouse. *Econometrica* 50, S. 1505 - 1524. – *Neal, Robert* (1992): A Comparison of Transaction Costs between Competitive Market Maker and Specialist Market Structures. *Journal of Business* 65, S. 317 - 334. – *Oesterhelweg, Olaf/Schiereck, Dirk* (1993): Meßkonzepte für die Liquidität von Finanzmärkten. *Die Bank*, Juli, S. 390 - 397. – *O'Hara, Maureen* (1995): *Market Microstructure Theory*. Oxford 1995. – *Pagano, Marco/Röell, Ailsa* (1990): Trading Systems in European Stock Exchanges: Current Performance and Policy Options. *Economic Policy* 10, S. 63 - 115. – *Perold, André F.* (1988): The Implementation Shortfall: Paper versus Reality. *Journal of Portfolio Management* 14, Spring, S. 4 - 9. – *Petersen, Mitchell/Fialkowski, David* (1994): Posted versus Effective Spreads: Good Prices or Bad Quotes? *Journal of Financial Economics* 35, S. 269 - 292. – *Rieck, Christian/Schneider, Michael/Theissen, Erik/Wirth, Andrea* (1994): Systemunterstützung von Kapitalmarktexperimenten. Arbeitspapier, Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen. – *Roll, Richard* (1984): A Simple Implicit Measure of the Bid/Ask Spread in an Efficient Market. *Journal of Finance* 39, S. 1127 - 1139. – *Schmidt, Hartmut/Iversen, Peter* (1993): Automating German Equity Trading: Bid-Ask Spreads on Competing Systems. *Journal of Financial Services Research* 6, S. 373 - 397. – *Schmidt, Hartmut/Oesterhelweg, Olaf/Treske, Kai* (1996): Deutsche Börsen im Leistungsvergleich: IBIS und BOSS-CUBE. *Kredit und Kapital* 29, S. 90 - 122. – *Schmidt, Hartmut/Prigge, Stefan* (1995): Börsenkursbildung. In: Gerke, Wolfgang/Steiner, Manfred (Hrsg.): *Handwörterbuch des Bank- und Finanzwesens*, Stuttgart, Sp. 311 - 321. – *Schnitzlein, Charles R.* (1996): Call and Continuous Trading Mechanisms Under Asymmetric Information: An Experimental Investigation. *Journal of Finance* 51, S. 613 - 636. – *Theissen, Erik* (1998): *Marktorganisation, Informationsverarbeitung und Liquidität: Eine vergleichende Analyse der grundsätzlichen Ausgestaltungsformen des Wertpapierhandels*. Dissertation, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt/M. Erscheint im Gabler-Verlag, Wiesbaden.

Zusammenfassung

Liquiditätsmessung auf experimentellen Aktienmärkten

Die mit unterschiedlichen Organisationsformen des Wertpapierhandels einhergehende Liquidität und ihre Messung ist eine der zentralen Fragen im Zusammenhang mit der Gestaltung von Wertpapiermärkten. Zunächst wird die Eignung verschiedener in der Literatur vorgeschlagener Liquiditätsmaße diskutiert. Anhand einer Serie von Marktexperimenten wird dann die Liquidität der grundsätzlichen Ausgestaltungsformen des Wertpapierhandels – Gesamtkursermittlung, kontinuierliche Auktion und Market-Maker-System – miteinander verglichen.

Sowohl das Handelsvolumen als auch das von *Roll* (1984) vorgeschlagene Maß sind offenbar für den Vergleich der Liquidität unterschiedlich organisierter Wertpapiermärkte nicht geeignet. Eine aufgrund theoretischer Überlegungen prognostizierte Überschätzung der Transaktionskosten bei der Gesamtkursermittlung kann empirisch bestätigt werden.

Die explizite Geld-Brief-Spanne ist dagegen grundsätzlich ein geeignetes Liquiditätsmaß. Mit den Daten der experimentellen Märkte läßt sich auch für die Gesamtkursermittlung eine solche Spanne ermitteln. Sie erweist sich als niedriger als die Spanne in der kontinuierlichen Auktion und dem Market-Maker-Markt. Jedoch ist auch die Geld-Brief-Spanne mit Vorsicht zu interpretieren. Es wird gezeigt, daß unter bestimmten Umständen systematische Verzerrungen existieren können. In den hier untersuchten experimentellen Märkten ließen sich diese identifizieren. Bei Untersuchungen anhand von Felddaten ist dies jedoch nicht ohne weiteres möglich, so daß hier die Gefahr von Verzerrungen durchaus real ist. (JEL C92, G14)

Summary

Liquidity Measurement in Experimental Stock Markets

The liquidity that goes along with various organisational forms of the trade in securities and its measurement are key issues in the shaping of security markets. This contribution starts with a discussion of the appropriateness of several liquidity measures proposed in the specialised technical literature. On the basis of a series of market experiments, a comparison is made of the liquidity of the three basic forms of security trading – total price determination, continuous auction selling and the market-maker system.

Both the volume of trade and the measure proposed by *Roll* (1984) are apparently inappropriate for comparing the liquidity of differently organised security markets. There is no support by empirical evidence of overestimated transaction costs prognosticated for total price determination on the basis of theoretical arguments.

The explicit bid/ask price spread, however, is basically an appropriate measure of liquidity. Such a spread can be ascertained also for total price determination on the basis of experimental market data. This spread has turned out to be smaller

than the ones existing in continuous auction selling and in the market-maker system. However, the bid/ask price spread must be subjected to careful interpretation as well. This contribution shows that there may be systematic distortions in certain circumstances. These could be identified in the experimental markets examined by this contribution. But this is not necessarily possible with investigations of field data, which suggests that there is a real risk of distortions.

Résumé

Mesure de la liquidité sur des marchés d'actions expérimentaux

La liquidité liée à différentes formes d'organisation du marché des valeurs et la mesure de la liquidité est une des questions centrales qui se pose en rapport avec la structure des marchés des valeurs mobilières. Dans cet article, l'auteur analyse tout d'abord lesquelles des différentes mesures proposées dans la littérature sont aptes à déterminer la liquidité. Ensuite, à l'aide d'une série d'expériences de marché, il compare entre elles la liquidité des formes fondamentales du marché des valeurs – détermination globale des cours, adjudication continue et système de teneurs de marché (Market Maker) –.

Ni le volume des opérations ni la mesure proposée par *Roll* (1984) ne sont aptes à comparer la liquidité de différentes structures organisationnelles des marchés des valeurs mobilières. On peut confirmer empiriquement la surévaluation des coûts de transactions pronostiquée théoriquement lors de la détermination globale des cours.

Par contre, la marge explicite demande-offre est une mesure adéquate pour calculer la liquidité. On peut également définir une telle marge pour la détermination globale des cours avec des données des marchés expérimentaux. Cette marge est inférieure à la marge en cas d'adjudication continue et celle du marché des teneurs de marché. Il faut cependant aussi interpréter avec prudence la marge demande-offre. L'auteur montre que, sous certaines conditions, il peut exister des distorsions systématiques. Il a pu les identifier dans les marchés expérimentaux analysés dans ce travail. Lorsqu'on tient compte pour les analyses de données sur le terrain, ceci n'est pas si facile à identifier, de telle sorte que le danger de distorsions est absolument réel.