

# Arbitrage am DAX-Futures Markt unter Berücksichtigung von Einkommensteuern

Von Günter Bamberg und Klaus Röder, Augsburg

## I. Einführung

Seit Gründung der Deutschen Terminbörse werden neben den Optionen auf 14 Standardaktien weitere Kontrakte eingeführt. So wird seit dem 23. November 1990 ein DAX-Futures-Kontrakt mit jeweils drei Laufzeiten gehandelt. Der Kontraktwert beträgt 100 DM je DAX-Punkt. Die Notiz dieses DAX-Futures wird auf eine Stelle hinter dem Komma genau festgestellt. Der minimale Tick Size (kleinste mögliche Preisveränderung) beträgt dabei 0,5<sup>1</sup>.

Die handelbaren Fälligkeitstermine sind die Monate März, Juni, September und Dezember. Es werden jeweils ausschließlich die drei nächstliegenden Fälligkeitstermine gehandelt. Der Schlußabrechnungstag (= Fälligkeitstermin) ist der 3. Freitag des jeweiligen Liefermonats. Ist dieser Freitag kein Börsentag, wird der davorliegende Börsentag als Schlußabrechnungstag festgelegt<sup>2</sup>. Der letzte Handelstag eines DAX-Futures-Kontraktes ist der Börsentag vor dem jeweiligen Schlußabrechnungstag.

Zusätzlich zu den Transaktionspreisen wird am Ende jedes Börsentages ein Abrechnungspreis (Settlement-Preis) festgehalten. Dieser Settle-

---

\* Die Arbeit an diesem Projekt wurde im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Empirische Kapitalmarktforschung“ (Teilprojekt „Financial Futures“) von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert und im Rahmen des 5. DFG-Kolloquiums in Osnabrück vorgestellt. Die Autoren bedanken sich bei Prof. Dr. *Wolfgang Bühler* für die Überlassung der Zinsdaten, Prof. Dr. *Hermann Göppl* für die Übermittlung der Futuresdaten und bei der Deutschen Wertpapierbörse, die uns freundlicherweise die DAX-Werte zur Verfügung gestellt hat. Unser besonderer Dank gilt den fachkundigen Anmerkungen des anonymen Gutachters, die an einigen Stellen in diese Arbeit eingingen. Insbesondere Tabelle 2 ist auf den Vorschlag dieses Gutachters zurückzuführen.

<sup>1</sup> D.h. die festgestellten Futures-Preise lauten entweder auf ganze DM oder auf 50 Pfennige.

<sup>2</sup> Dies war jedoch bis zum 31. 12. 1991 nicht der Fall.

ment-Preis ist in der Regel der Preis des letzten während der letzten 10 Handelsminuten zustandegekommenen Geschäftsabschlusses<sup>3</sup>. Am Schlußabrechnungstag wird ein Schlußabrechnungspreis (Final-Settlement-Price) festgelegt. Grundlage dieses Preises ist der aus den Eröffnungskursen der zugehörigen Gesellschaften ermittelte DAX-Wert. Die Erfüllung des Terminkontraktes erfolgt dann durch Barausgleich auf der Grundlage dieses DAX-Wertes. Die Transaktionsdaten des DAX-Futures stehen in der Regel von 9.30 Uhr bis 16.00 Uhr zur Verfügung, während die DAX-Werte normalerweise nur von 10.34 Uhr bis 13.30 Uhr ermittelt werden. Im Rahmen dieser Untersuchung werden ausschließlich Handelspreise zu den Uhrzeiten berücksichtigt, zu denen auch DAX-Werte verfügbar sind.

Diese Untersuchung beschäftigt sich mit der Fragestellung, ob die Preise des DAX-Futures eine profitable Index-Arbitragestrategie zulassen. Unter Index-Arbitrage ist die Möglichkeit der Erzielung risikoloser Gewinne, ohne Mitteleinsatz, aus der Differenz zwischen Kassamarkt und Futuresmarkt zu verstehen. In dieser Untersuchung wird angenommen, daß der Futures-Preis dem Preis eines entsprechenden Forward-Kontraktes entspricht<sup>4</sup>.

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, daß der Arbitrageur in der Lage ist, die dem DAX-Index zugrundeliegenden Aktien in den richtigen Proportionen<sup>5</sup> zu kaufen und auch zu verkaufen. Es ist jedoch zu beachten, daß in Deutschland (im Gegensatz zu den USA) Leerverkäufe theoretisch nicht möglich sind. Für Börsenteilnehmer sind, da die Lieferung der Wertpapiere erst ein paar Tage nach dem Geschäftsabschluß erfolgt, Leerverkäufe (ohne Berücksichtigung einer Uptick-Rule) für kürzere Zeiträume möglich<sup>6</sup>.

---

<sup>3</sup> Im Gegensatz dazu steht das Vorgehen bei Zins-Futures-Kontrakten. Hier wird der Durchschnitt der Preise innerhalb der letzten Handelsminute zugrundegelegt. Werden in dieser letzten Minute weniger als 5 Abschlüsse getätigt, zieht man den Durchschnitt der letzten 5 Transaktionspreise heran.

<sup>4</sup> Bei stochastischen Zinssätzen kann der Futures-Wert vom Wert des Forward-Kontraktes abweichen. Empirische Untersuchungen bescheinigen nur geringfügige Auswirkungen der Zinssatzschwankung auf den Wert des Futures. Siehe z.B. *Cox/Ingersoll/Ross* (1981) oder *Jarrow/Oldfield* (1981).

<sup>5</sup> Dies setzt z.B. beliebige Teilbarkeit der Aktien voraus. Der Einfluß dieser Annahme auf das Arbitrageergebnis ist jedoch vernachlässigbar gering. Siehe z.B. *Chung* (1991).

<sup>6</sup> Im Rahmen dieser Arbeit bleibt die weitere Alternative der Wertpapierleihe unberücksichtigt. Zum Einfluß der Wertpapierleihe auf die Bewertung des DAX-Futures Kontraktes siehe z.B. *Hohmann* (1991). Die Berücksichtigung der Wertpapierleihe erscheint den Autoren u.a. deshalb problematisch, weil die Allianz Aktie derzeit nicht wertpapierleihfähig ist.

Des weiteren wirkt die Leerverkaufsbeschränkung für Großanleger<sup>7</sup>, die das Aktienpaket bereits besitzen und dieses auch mittelfristig<sup>8</sup> halten wollen, nicht einschränkend. Diese Arbitrageure können ihr Aktienpaket verkaufen und ihre Position am Fälligkeitstag des DAX-Futures wieder glattstellen.

Wir nehmen an, daß alle Arbitrageure, unabhängig von ihren Grenzsteuersätzen, zu den selben Marktbedingungen aktiv werden können. Dies bedeutet, daß sowohl auf dem Kassa- als auch auf dem Terminmarkt für alle Arbitrageure identische Transaktionskosten und Reaktionszeiten gelten.

## II. Die Bewertung des DAX-Futures

Die allgemeine Bewertung eines Aktienindex-Futures-Kontraktes erfolgt anhand des Cost of Carry Modells. Dieses Modell wurde z.B. von *Cornell/French* (1983a) oder *Modest/Sundaresan* (1983) anhand einfacher Arbitrageüberlegungen entwickelt. Unter den Annahmen eines vollkommenen Kapitalmarktes (ohne Steuern und Transaktionskosten) ergibt sich der Wert des Futures<sup>9</sup>:

$$(1) \quad F_t^* = S_t \cdot e^{r(T-t)} - EW_t^T(D)$$

wobei:

$F_t^*$  = Futures Wert<sup>10</sup> zum Zeitpunkt  $t$ .

$S_t$  = DAX-Spot-Preis zum Zeitpunkt  $t$ .

$EW_t^T(D)$  = Endwert der erwarteten Dividendenzahlungen zwischen  $t$  und  $T$ .

$T$  = Schlußabrechnungstag, Fälligkeitstag.

$r$  = risikoloser stetiger Zinssatz.

Diese für amerikanische Futures-Kontrakte durchaus zutreffende Formel wird im Folgenden an die Anforderungen des DAX-Futures-Kontraktes angepaßt. Dazu wird zunächst das Konzept des DAX vorgestellt.

<sup>7</sup> z.B. Versicherungen, Investmentfonds und Banken.

<sup>8</sup> Bis zum Schlußabrechnungstag des zugrundeliegenden DAX-Futures-Kontraktes.

<sup>9</sup> Auf die für den deutschen Markt nötigen Spezifikationen wird später eingegangen.

<sup>10</sup> Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird hier auf eine Doppelindizierung verzichtet. Der Zeitpunkt ist in diesem Fall in zwei Komponenten aufteilbar. Der eine Teil – der Handelstag – dient zur Bestimmung der Cost of Carry. Der andere Teil – die Handelsminute – wirkt sich nicht auf die Höhe der Zinslast aus.

Die Konstruktion des DAX-Index weicht von den bekannten Indices, wie z.B. Dow Jones oder S&P 500 ab. Der Ermittlung des DAX liegen die Kurse und sonstigen firmenspezifischen Daten, wie z.B. Dividenden, Kapitalerhöhungen oder Kapitalherabsetzungen von 30 ausgewählten deutschen Standardwerten zugrunde. Der Index wird nach dem an der Frankfurter Wertpapierbörse zugelassenen Grundkapital gewichtet. Dabei soll die Konstruktion des DAX-Indexes dafür sorgen, daß der Index ausschließlich durch vom Markt verursachte Kursveränderungen beeinflusst wird. Kapitalerhöhungen und Dividendenzahlungen führen somit zu einer Anpassung des DAX-Indexes.

Im folgenden soll jedoch nur auf die hier hauptsächlich relevante Problematik der Berücksichtigung von Dividenden eingegangen werden. Der DAX wird wie folgt ermittelt<sup>11</sup>:

$$(2) \quad DAX_t = K_{T_1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{30} p_{i,t} \cdot q_{i,T_1} \cdot c_{i,t}}{\sum_{i=1}^{30} p_{i,t_0} \cdot q_{i,t_0}} \cdot 1000$$

wobei:

$t_0$  = der 30.12.1987 als Basiszeitpunkt.

$t$  = die minütlichen Berechnungszeitpunkte.

$T_1$  = der letzte Termin, an dem der Index an das veränderte Grundkapital der Gesellschaften angepaßt wurde<sup>12</sup>.

$T_2$  = der letzte Termin einer Dividenden- bzw. Bezugsrechtsausschüttung der jeweiligen Gesellschaft.

$i$  = Laufindex der im Index enthaltenen 30 Titel.

$p_{i,t}$  = Kurs des  $i$ 'ten Titels zum Zeitpunkt  $t$ .

$q_{i,T_1}$  = zugelassenes Grundkapital der  $i$ 'ten Gesellschaft zum Zeitpunkt  $T_1$  der letzten Anpassung.

$p_{i,t_0}$  = Schlußkurs der  $i$ 'ten Gesellschaft am 30.12.1987.

$q_{i,t_0}$  = zugelassenes Grundkapital  $q$  der  $i$ 'ten Gesellschaft zum 30.12.1987.

$c_{i,t}$  = Dividenden- bzw. Bezugsrechtsbereinigungsfaktor der  $i$ 'ten Gesellschaft zum Zeitpunkt  $t$ . Wobei gilt:  $c_{i,t} = \begin{cases} 1 & \text{für } t < T_2 \\ c_{i,T_2} & \text{für } t \geq T_2 \end{cases}$ ;  $c_{i,T_2}$  wird für den Fall der Dividendenausschüttung nachfolgend exemplarisch dargestellt.

<sup>11</sup> Quelle: *Janßen/Rudolph* (1991).

<sup>12</sup> Diese Anpassung wird jeweils am Schlußabrechnungstag des DAX-Futures Kontraktes im September vorgenommen. Das Konzept des DAX-Indexes wird z.B. von *Janßen/Rudolph* (1991) detailliert beschrieben.



$K_{T_1}$  = Konstanter Verkettungsfaktor. Einmal im Jahr, zum Zeitpunkt  $T_1$ , werden die Kapitalgewichte angepaßt und alle Bereinigungsfaktoren  $c_{i,t}$  auf 1 zurückgestellt. Der daraus resultierende Indexsprung wird durch die Anpassung des Verkettungsfaktors verhindert.

Der Wert des Bereinigungsfaktors  $c_{i,T_2}$  ist von den jeweiligen Ereignissen, die eine Bereinigung erforderlich machen, abhängig. Wie bereits erwähnt, wird dieser Faktor jeweils im September (bei jeder der 30 Gesellschaften) gleich eins gesetzt. Am Ex-Dividendtag  $T_2$  wird der Dividendenbereinigungsfaktor  $c_{i,T_2}$  angepaßt:

$$(3) \quad c_{i,T_2} = \frac{\text{Aktienkurs}_{i,cum}}{\text{Aktienkurs}_{i,cum} - \text{Bardividende}_i}$$

wobei:

$\text{Aktienkurs}_{i,cum}$  = Cum Schlußkurs der Aktie der  $i$ 'ten Gesellschaft.

Nach dem hier vorgestellten DAX-Konzept wird der DAX um Dividendenabschläge unter Berücksichtigung der Bardividende bereinigt<sup>13</sup>. Im Gegensatz zu langfristigen Kapitalgewinnen sind Dividendeneinkünfte nach deutschem Steuerrecht mit dem privaten Einkommensteuersatz zu versteuern. Dividendenzahlungen gehen bei dem oben vorgestellten DAX-Konzept im Untersuchungszeitraum mit einer Steuerbelastung von 36% ein. Dies entspricht auch der Belastung, die ausländische Anleger in Deutschland zu tragen haben<sup>14</sup>. Da bei langfristigem Anlagehorizont keine weiteren Steuerzahlungen für Privatanleger anfallen, mißt der DAX-Index die Performance eines privaten Anlegers bei Reinvestition der Dividenden unter der Annahme einer Steuerbelastung von 36%.

Bei der Bewertung des DAX-Futures stellt sich im Gegensatz zu anderen Index-Futures-Kontrakten somit nicht das Problem der Berücksichtigung von Dividendenzahlungen. Der Wert des Futures ist festgelegt durch:

$$(4) \quad F_t^* = S_t \cdot e^{r(T-t)}$$

Der DAX-Index wird alle 60 Sekunden aktualisiert. Bei Werten, bei denen sich keine neuen Transaktionskurse ergeben haben, wird der Kurs der letzten vorangegangenen Transaktion zur Indexermittlung zugrunde gelegt. Dies hat zur Folge, daß aus den DAX-Werten nicht ersichtlich ist,

<sup>13</sup> Nicht abgezogen wird die zusätzlich zu entrichtende Kapitalertragssteuer in Höhe von 25%.

<sup>14</sup> Abgesehen von einer etwaigen Anrechnung der Körperschaftsteuer im Ausland, etwa durch ein Doppelbesteuerungsabkommen.

inwieweit tatsächlich Transaktionen stattgefunden haben. Es ist somit nicht auszuschließen, daß eine Änderung des DAX-Index Standes von nur einer einzigen Transaktion verursacht wird<sup>15</sup>.

### III. Einführung von Einkommensteuern

Im Folgenden unterliege jeder Arbitrageur einem progressiven Steuertarif<sup>16</sup>.

In dieser Untersuchung wird die steuerliche Situation eines *Privatanlegers, der ausschließlich der Einkommensteuer unterliegt, mit einem Anlagehorizont von über sechs Monaten unterstellt*<sup>17</sup>. Körperschaften werden wie Privatanleger mit einer Steuerbelastung von 50 % behandelt. Für Arbitrageure ist der jeweils marginale Steuersatz zur Bewertung des DAX-Futures relevant.

Dies bedeutet insbesondere, daß weder Steuern auf Erträge aus dem Cash Settlement des Futures-Kontraktes<sup>18</sup> noch Spekulationsgewinne auf das Indexportefeuille in dieser Arbeit berücksichtigt werden.

Die hier betrachtete Arbitragestrategie unterstellt, daß das relativ zu teuer bewertete Gut verkauft wird, während das relativ zu billige Gut gleichzeitig gekauft wird. Dieses Portefeuille wird erst am Schlußabrechnungstag des Futures glattgestellt.

Unter Vernachlässigung von Transaktionskosten ergibt sich nun der faire Wert des Futures-Kontraktes durch folgende Überlegungen:

Angenommen, es gebe in einem Kapitalmarkt unter obigen Voraussetzungen zwei Arbitrageure:

- Arbitrageur 1 mit Grenzsteuersatz 0 %:  $A_0\%$
- Arbitrageur 2 mit Grenzsteuersatz 50 %:  $A_{50\%}$

50 % sei gleichzeitig der maximal mögliche Grenzsteuersatz  $s_{\max}$  und der Steuersatz für Körperschaften<sup>19</sup>.

<sup>15</sup> Diese Kritik wird z.B. von Chung (1991) aufgegriffen. Dieser stellt jedoch lediglich einen Einfluß in der ersten Viertelstunde des Aktienhandels fest.

<sup>16</sup> Steuerzahlungen und -gutschriften sollen ohne zeitliche Verzögerung erfolgen.

<sup>17</sup> Die Tatsache, daß ein Arbitrageur kurzfristige Kursgewinne zu versteuern hat, wird hier vernachlässigt.

<sup>18</sup> Käufe oder Verkäufe von DAX-Futures Kontrakten sind als „offene“ Differenzgeschäfte nicht einkommensteuerpflichtig. Siehe z.B. Hoffmann/Ramke (1990) S. 80ff. oder Bröker (1991). Lediglich gewerbliche Investoren haben Erträge aus dem Cash Settlement des DAX-Futures Kontraktes zu versteuern.

Weiterhin sei die Wirkung unterschiedlicher Grenzsteuersätze bei der Berücksichtigung des Dividendenabschlags im DAX-Index vernachlässigbar. Es sei unterstellt, daß eine Investition in den Index und der Kauf der dem Index zugehörigen Wertpapiere (in den richtigen Proportionen) unter Berücksichtigung etwaiger Dividendenzahlungen zum gleichen Endwert führe. Die erhaltenen Dividendenzahlungen werden dabei nach erfolgter Versteuerung in das Indexportefeuille reinvestiert<sup>20</sup>.

Betrachten wir zunächst die Aktionen eines Arbitrageurs  $A_{s\%}$  mit beliebigem Grenzsteuersatz  $s\%$ . Fällt der Futures-Preis unter den Wert, der sich nach dem Cost of Carry Modell ergibt,

$$F_t < S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)},$$

kann ein Arbitrageur folgende Transaktionen vornehmen:

- verkaufe den Index  $S_t$  (short) und lege  $S_t$  DM risikofrei an;
- kaufe einen Futures-Kontrakt.

Da der Wert des Futures-Kontraktes zum Zeitpunkt des Kaufes gleich Null ist, fallen keine weiteren Zahlungen an<sup>21</sup>. Der gesamte Zahlungsstrom in Periode  $t$  ist somit gleich Null.

Nach Ablauf des Terminkontraktes zum Zeitpunkt  $T$  entstehen folgende Zahlungsströme:

- $S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)}$  Tilgung + versteuerte Zinsen für das angelegte Kapital sind Mittelzufluß;
- $S_T$  Mittelabfluß durch den Kauf des Indexes;
- $S_T - F_t$  durch die Barabwicklung der Futures Position<sup>22</sup>.

Als gewissenhafter Staatsbürger hat der Arbitrageur seine Zins-einkünfte zu versteuern. Die Zahlungsströme, die aus den Futures-

<sup>19</sup> Rational handelnde Marktteilnehmer dürften keine Grenzsteuerbelastung über dem Körperschaftsteuersatz hinnehmen. Sie würden zusätzliche zu versteuernde Erträge, die zu einem höheren Grenzsteuersatz führen würden, auf Kapitalgesellschaften übertragen.

<sup>20</sup> Diese Annahme ist insofern problematisch, weil Investoren mit einem Grenzsteuersatz von unter 36 % (im Gegensatz zu Investoren mit einem Grenzsteuersatz von über 36 %) nach Steuern einen höheren Endwert erzielen, da der DAX-Index eine Besteuerung von Dividenden mit 36 % vorsieht. Zur exakten Bereinigung wäre eine detaillierte Kenntnis der Dividendenzahlungen aller 30 Gesellschaften nötig.

<sup>21</sup> Der Futures-Kontrakt wird hier als Forward-Kontrakt bewertet, d.h. es fallen keine Margin-Zahlungen an.

<sup>22</sup> Am Schlußabrechnungstag gilt:  $F_T = S_T$ .

Transaktionen resultieren, sind jedoch nicht steuerbar. Am Schlußabrechnungstag ergibt sich folgender Zahlungsstrom:

$$S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)} - F_t.$$

Da aber  $F_t < S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)}$  gilt, folgt:

$$S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)} - F_t > 0.$$

Wie sehen die Arbitragemöglichkeiten für den Fall aus, daß der Futures Preis über seinen rechnerischen Wert steigt? Es sei also:

$$F_t > S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)}.$$

Nun kann ein Arbitrageur folgende Transaktionen vornehmen:

- leihe  $S_t$  DM und kaufe dafür den Index  $S_t$ ;
- verkaufe einen Futures-Kontrakt (short).

Am Schlußabrechnungstag erhält der Arbitrageur folgenden Zahlungsstrom:

$S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)}$  Tilgung + steuerlich geltend gemachte Zinsen für das geliehene Fremdkapital sind zu zahlen;

$S_T$  Mittelzufluß durch den Verkauf des Indexes;

$F_t - S_T$  durch die Barabwicklung der Futures Position.

Als Zahlungsstrom am Schlußabrechnungstag erhält man:

$$F_t - S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)}.$$

Da aber  $F_t > S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)}$  gilt, folgt für den Arbitrageur:

$$F_t - S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)} > 0.$$

Falls der Arbitrageur  $A_s\%$  andere Einkünfte aus Kapitalvermögen zu versteuern hat, wird er die im ersten Schritt zu zahlenden Zinsen mit anderen derartigen Einkünften verrechnen<sup>23</sup>, d.h. er kann diese Zinsleistung von seiner Steuer absetzen.

Treten die beiden Arbitrageure gleichzeitig in Aktion, werden diese Arbitragegeschäfte untereinander abschließen, bis die steuerlichen Mög-

<sup>23</sup> Wie bereits erwähnt, wird in obigen Überlegungen eine sofortige Steuergutschrift vorausgesetzt.

lichkeiten ausgereizt sind. Die dabei zustandekommenden Preise müssen in einem effizienten Markt folgende Bedingung erfüllen:

$$(5) \quad S_t \cdot e^{r(1-s_{\max})(T-t)} < F_t < S_t \cdot e^{r(T-t)},$$

wobei:

$s_{\max}$  = Maximaler Grenzsteuersatz, dem ein rationaler Arbitrageur unterliegen kann.

Dabei kauft  $A_{50\%}$  solange den Index, verkauft den Futures und leiht sich die Differenz, bis seine persönlichen Möglichkeiten der steuerlichen Absetzung der Zinszahlungen erschöpft sind, d.h. solange, bis sein Grenzsteuersatz soweit gefallen ist, daß gilt:

$$(6) \quad F_t = S_t \cdot e^{r(1-s_2)(T-t)},$$

wobei:  $s_2 \leq 50\%$

Im Gegensatz dazu verkauft  $A_{0\%}$  solange den Index, kauft den Futures und legt die Differenz an, bis sein persönlicher Grenzsteuersatz soweit angestiegen ist, daß ebenfalls gilt:

$$F_t = S_t \cdot e^{r(1-s_1)(T-t)},$$

wobei:  $s_1 \geq 0\%$

Beide werden so lange Arbitragegeschäfte tätigen, bis ein Gleichgewicht mit  $s_1 = s_2$  entsteht. Die Höhe dieses Grenzsteuersatzes hängt von den steuerlichen Gegebenheiten der jeweils aktiven Arbitrageure ab. Im Extremfall, wenn  $A_{50\%}$  eine Körperschaft und keine Privatperson ist, ergibt sich unter Umständen<sup>24</sup> ein Gleichgewicht bei  $s_1 = s_2 = 50\%$ .

Treten nun endlich viele Arbitrageure mit unterschiedlichen Grenzsteuersätzen auf, und befindet sich darunter mindestens eine Körperschaft mit ausreichenden steuerlich anrechenbaren Erträgen, dürfte sich im Extremfall ein Steuersatz von 50% einstellen. Arbitrageure mit einem Grenzsteuersatz von unter 50% würden solange mit Arbitrageuren mit dem höchsten Grenzsteuersatz Geschäfte abschließen, bis diese selbst den maximalen Grenzsteuersatz zu versteuern hätten.

Der Verlierer dieser Transaktionen ist der Staat. Die Akteure gewinnen auf Kosten ihrer gesamtwirtschaftlichen Steuerlast.

---

<sup>24</sup> Der steuerlich anrechenbare Gewinn von  $A_{50\%}$  muß größer oder gleich dem Einkommen sein, das einen Grenzsteuersatz von 50% zur Folge hat. Die Problematik der Bilanzierung und Besteuerung von Kapitalgewinnen und Erträgen aus Futures-Kontrakten für Unternehmungen sei hier nicht berücksichtigt.



#### IV. Einführung von Transaktionskosten

Im folgenden wird die realitätsferne Annahme von aufwendungsfreien Transaktionen aufgehoben. Es wird davon ausgegangen, daß alle Arbitrageure ausschließlich Transaktionskosten proportional zum Indexstand entrichten müssen<sup>25</sup>. Weitere Kosten fallen nicht an:

$$(7) \quad K = S_t \cdot \alpha$$

wobei:

$K$  = Transaktionskosten.

$\alpha$  = Positiver Transaktionskostensatz.

Die als Endwert zum Zeitpunkt  $T$  aufzufassenden Transaktionskosten  $K_t$  beinhalten demnach:

- Transaktionskosten bei Kauf bzw. Verkauf des Indexes zum Zeitpunkt  $t$ .
- Transaktionskosten bei Verkauf bzw. Kauf des Futures-Kontraktes zum Zeitpunkt  $t$ .
- Eventuell entgangene Zinsen, falls das Margin nicht oder nicht vollständig in Wertpapieren eingebracht werden kann<sup>26</sup>.
- Da die Erfüllung des DAX-Futures-Kontraktes im Barausgleich erfolgt, ist der Wert der Transaktionskosten bei der Glattstellung der Index-Position zum Zeitpunkt  $T$  zu berücksichtigen.
- Weitere sonstige Kosten, wie z.B. Lagerhaltung oder Kosten der Informationsbeschaffung.

Die Höhe der Transaktionskosten ist in der Praxis natürlich von den Konditionen des jeweiligen Marktteilnehmers abhängig. Derjenige Arbitrageur mit den günstigsten Konditionen wird als erster die Möglichkeit nutzen, Arbitragegewinne zu erzielen<sup>27</sup>.

Ein Arbitragegeschäft wird demnach sinnvoll, falls der Arbitragegewinn nach Steuern und Transaktionskosten positiv ist:

<sup>25</sup> Die Transaktionskosten, die alle anfallenden Kosten des Arbitragevorgangs umfassen, seien annahmegemäß für alle Marktteilnehmer gleich.

<sup>26</sup> Da im Rahmen dieser Arbeit der Futures-Kontrakt als Forward bewertet wird, sind Margin-Leistungen eigentlich nicht zu berücksichtigen. Es erscheint jedoch sinnvoll, im Rahmen dieser Aufzählung auf diese Kostenart hinzuweisen.

<sup>27</sup> Institutionelle Anleger und Börsenteilnehmer dürften die günstigsten Konditionen aufweisen. *Stoll/Whaley* (1987) schätzen, daß die Round Trip Transaktionskosten zwischen 0,5% und 0,75% liegen. *Chung* (1991) arbeitet mit Transaktionskosten von 0,5% bis 1%.

$$(8) \quad |F_t - S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)}| - S_t \cdot \alpha > 0.$$

Dies hat zur Folge, daß jeder Arbitrageur seinem – vom persönlichen Grenzsteuersatz abhängigen – Arbitragekanal gegenüber steht. Innerhalb dieses Arbitragekanals ist es für den Einzelnen nicht möglich, risikolose Gewinne zu erzielen.

Existieren wieder genau zwei Arbitrageure ( $A_{0\%}$  und  $A_{50\%}$ ), hat dies – in der Gesamtbetrachtung – eine Verengung des Arbitragekanals zur Folge. Der Marktkanal, d.h. der Bereich, in dem kein Marktteilnehmer Arbitragegewinne erzielen kann, ergibt sich aus der Schnittmenge der Arbitragekanäle aller Arbitrageure. Bei einem Indexstand von 1500, einer Laufzeit von 100 Tagen (von 365), Transaktionskosten von 1% und einem stetigen Zinssatz von 8% ergibt sich beispielsweise:

| Grenzsteuersatz | rechnerischer Wert $F_t^*$ | Obergrenze Arbitragekanal | Untergrenze Arbitragekanal |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 0 %             | 1533,24                    | 1548,24                   | 1518,24                    |
| 50 %            | 1516,53                    | 1531,53                   | 1501,53                    |

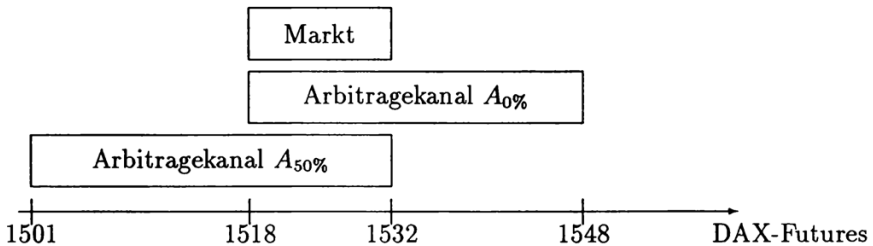


Abb. 1: Marktkanal bei zwei Arbitrageuren

Wie dieses Beispiel zeigt (siehe Abb. 1), existiert am Markt ein Arbitragekanal (hier zwischen 1518,24 und 1531,53), der jedoch deutlich enger verläuft als der Arbitragekanal eines jeden einzelnen Arbitrageurs. Die Breite dieses Marktkanals ist abhängig von den Transaktionskosten der Akteure und der Laufzeit des Kontraktes. Im Fall der zwei Arbitrageure gilt für diesen:

$$(9) \quad S_t \cdot e^{r(T-t)} - S_t \cdot \alpha < F_t < S_t \cdot e^{r(0,5)(T-t)} + S_t \cdot \alpha.$$

Dabei ist die Existenz eines Marktkanals keineswegs gesichert. Unter der Annahme  $S_t \cdot e^{r(T-t)} - S_t \cdot \alpha < S_t \cdot e^{r(0,5)(T-t)} + S_t \cdot \alpha$ , d.h.

$$(10) \quad e^{r(0,5)(T-t)} - e^{r(T-t)} + 2 \cdot \alpha > 0$$

existiert ein gemeinsamer Kanal. Hierbei gibt die linke Seite von Ungleichung (10), bis auf den Faktor  $S_t$ , die Breite des Marktkanals an.

Tabelle 1

Anzahl der Transaktionen ohne Marktkanal (Transaktionskosten 1%)

|           |        | Laufzeit in Tagen |      | kein Marktkanal vorhanden |             |
|-----------|--------|-------------------|------|---------------------------|-------------|
| Kontrakt  | alle   | min.              | max. | Anzahl                    | Anteil in % |
| 1 (kürz.) | 110985 | 0                 | 95   | 0                         | 0%          |
| 2         | 17665  | 84                | 186  | 1746                      | 9,9%        |
| 3 (läng.) | 3701   | 182               | 277  | 3701                      | 100%        |
| Summe     | 132351 |                   |      | 5447                      | 4,1%        |

Quelle: Eigene Berechnungen.

Wie sich leicht zeigen läßt, ist die linke Seite von Ungleichung (10) streng monoton abnehmend<sup>28</sup> für  $r$  und  $(T-t)$ . Dies bedeutet u.a., daß die Breite des Marktkanals ceteris paribus sowohl bei steigendem Zinssatz oder zunehmender Restlaufzeit als auch bei fallenden Transaktionskosten monoton abnimmt. Mit zunehmender Restlaufzeit müssen also marktbedingt die potentiellen Arbitragemöglichkeiten zunehmen. Liegt der Futures-Preis außerhalb dieser Kanalgrenzen, findet sich immer mindestens ein Arbitrageur mit einem Grenzsteuersatz, der einen risikolosen Gewinn ermöglicht.

In Tabelle 1 werden alle in der empirischen Untersuchung verfügbaren Transaktionspreise nach der Restlaufzeit des jeweiligen Kontraktes in drei disjunkte Klassen aufgeteilt<sup>29</sup>.

<sup>28</sup> Für positive Zinssätze und Laufzeiten. Siehe auch Abb. 2.

<sup>29</sup> Die Klasse „Kontrakt 1“ beinhaltet z.B. alle Transaktionspreise, deren Futures Kontrakt zu diesem Zeitpunkt die kürzeste Restlaufzeit von den insgesamt gehandelten 3 Kontrakten aufweist. Die tatsächlich empirisch beobachteten maximalen und minimalen Laufzeiten entsprechen – als Folge der Kalenderunregelmäßigkeiten – nur in etwa drei Monats-Intervallen. Siehe dazu auch *Bühler/Kempf* (1993) S. 15.

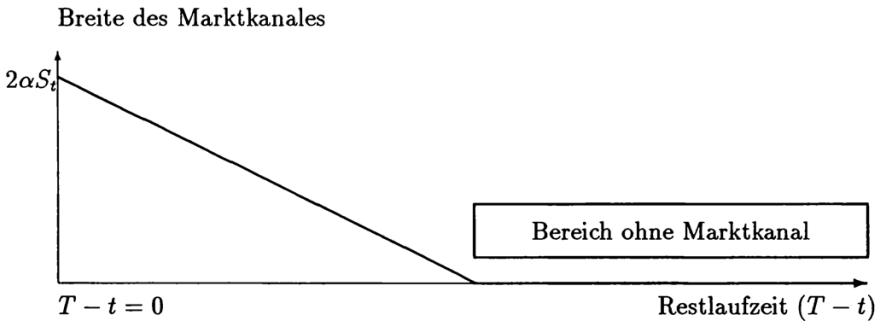


Abb. 2: Marktkanal in Abhängigkeit von der Restlaufzeit

Tabelle 1 verdeutlicht, daß die Existenz eines Marktkanals nur bei dem Kontrakt mit der kürzesten Laufzeit gesichert ist. Mit zunehmender Restlaufzeit des Kontraktes steigt die Möglichkeit, daß kein Marktkanal mehr zustande kommt<sup>30</sup>. Die Werte in Tabelle 1 sind gleichzeitig eine untere Schranke für den Anteil der Fehlbepreisungen, der sich in der empirischen Untersuchung ergeben kann. Unterstellt man 2% Transaktionskosten, so existiert in allen Fällen ein Marktkanal. Dies verdeutlicht die Sensibilität des Marktkanals bezüglich der Variablen Transaktionskosten.

Zusätzlich in Aktion tretende Arbitrageure mit anderen Grenzsteuersätzen verkleinern den Marktkanal nicht, da deren persönliche Arbitragefenster immer die bereits bestehende Schnittmenge abdecken. Es bedeutet somit keine Einschränkung der Allgemeinheit, ausschließlich die beiden Arbitrageure einzubeziehen. D.h. der Futures-Markt ist dann ineffizient<sup>31</sup>, wenn der Futures-Preis außerhalb des Marktkanals liegt. Liegt der Futures Preis in dem Arbitragekanal eines einzelnen Akteurs<sup>32</sup>, deutet das noch nicht auf die Effizienz des Marktes hin. Es könnten ja trotzdem noch Anleger mit anderen Grenzsteuersätzen am Markt agieren, die in der Lage sind, eine lohnende Strategie einzusetzen. Der Futures-

<sup>30</sup> Im Beobachtungszeitraum schwankte der stetige jährliche Zinssatz zwischen 8,4812% und 9,3445%. Bei  $\alpha = 0,01$  bedeutet dies, daß ab 168 (bzw. 153) Tagen Laufzeit kein Marktkanal mehr existiert. Setzt man  $\alpha = 0,005$ , schrumpft der Marktkanal bis 85 (bzw. 77) Tage Restlaufzeit. In diesem Fall ist sogar der Kontrakt mit der kürzesten Restlaufzeit betroffen (bei  $\alpha = 0,0075$  ab 127, bzw. 115 Tagen).

<sup>31</sup> Im Sinne dieser Markteffizienz.

<sup>32</sup> z.B. eines Arbitrageurs mit einem Grenzsteuersatz von 0%, wie in den einigen empirischen Untersuchungen zugrundegelegt. Siehe z.B. Chung (1991).

Preis ist genau dann ineffizient im Sinne eines arbitragefreien Marktes, wenn gilt:

$$(11) \quad F_t \notin [S_t \cdot e^{r(T-t)} - S_t \cdot \alpha; S_t \cdot e^{r(0,5)(T-t)} + S_t \cdot \alpha].$$

## V. Empirische Ergebnisse

### 1. Datenbasis

Die in diesem Artikel präsentierten Ergebnisse basieren auf den Transaktionsdaten des an der Deutschen Terminbörse gehandelten DAX-Futures-Kontraktes. Es stehen alle Preise seit der Aufnahme des Handels am 23.11.1990 bis zum 30.12.1991 zur Verfügung<sup>33</sup>. Im Rahmen dieser Untersuchung werden jeweils die drei gleichzeitig an der DTB gehandelten Kontrakte nach ihrer Restlaufzeit getrennt betrachtet.

Tabelle 2

#### Überblick über bisherige empirische Untersuchungen<sup>a)</sup>

| Autoren                    | Bühler/<br>Kempf<br>(1993)  | Hohmann<br>(1991)           | Loistl/<br>Kobinger<br>(1992) | Prigge/<br>Schlag<br>(1992)         |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Untersuchungs-<br>zeitraum | 23.11.90<br>bis<br>19.12.91 | 23.11.90<br>bis<br>21.06.91 | 01.07.91<br>bis<br>30.12.91   | 23.11.90<br>bis<br>30.06.92         |
| Futures<br>Datenbasis      | Intra<br>Day                | Schluß-<br>notierung        | Intra<br>Day                  | Intra<br>Day                        |
| Index<br>Datenbasis        | Intra<br>Day                | Schluß-<br>notierung        | Intra<br>Day                  | Schluß-<br>notierung                |
| Untersuchte<br>Kontrakte   | Alle<br>drei                | Alle<br>drei                | kürzeste<br>Laufzeit          | kürzeste u.<br>mittlere<br>Laufzeit |
| Bewertungs-<br>modell      | ohne<br>Steuern             | Wertpapier-<br>leihe        | mit Körper-<br>schaftst.      | ohne<br>Steuern                     |
| Effizienz                  | Ex Post<br>und<br>Ex Ante   | Ex Post                     | Ex Post<br>und<br>Ex Ante     | Ex Post                             |

<sup>a)</sup> Stand März 1993.

<sup>33</sup> Zur Beschreibung der Futures-Daten siehe auch *Prigge/Schlag* (1992) S. 301.



Im gleichen Zeitraum wurden uns alle DAX-Notierungen von der Frankfurter Wertpapierbörse überlassen. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf den Zeitraum (Uhrzeit) verfügbarer DAX-Notierungen. Als Ersatz für den kurzfristigen Zinssatz dienen die täglichen Notierungen des 3-Monats-Fibor (neu).

In die Analyse gehen 132 351 Transaktionspreise an 272 Handelstagen ein. Davon entfallen 84 % auf den Kontrakt mit der kürzesten Restlaufzeit und 13 % auf den „mittleren“ Kontrakt. Auf den Kontrakt mit der längsten Laufzeit entfallen lediglich 3 % aller Transaktionen.

Das Marktsegment des Futures Marktes weicht in seiner Handelsstruktur vom Optionshandel ab. Der Handel erfolgt nicht über Market Maker.

## 2. Ergebnisse

### a) Ex post Untersuchung

Tabelle 2 gibt einen groben Überblick über die den Autoren bekannten bisherigen empirischen Untersuchungen am DAX-Futures Markt. Die umfangreichste und ausführlichste Untersuchung wurde von *Bühler/Kempf* (1993) durchgeführt. Die Autoren widmen sich sowohl den statistischen Eigenschaften des DAX-Futures Kontraktes als auch der Effizienz dieses Marktes. Das Bewertungsmodell von Bühler/Kempf berücksichtigt Transaktionskosten und Reaktionszeiten, vernachlässigt aber steuerliche Aspekte. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stimmen – soweit ein Steuersatz von 0 % zugrundegelegt wird – mit denen von Bühler/Kempf oder denen der anderen Autoren überein.

Unter ex post Analyse wird im Folgenden die nachträgliche Beobachtung von Fehlbepreisungen des Futuresmarktes verstanden, die sich aufgrund des Cost of Carry Ansatzes ergibt.

*Loistl/Kobinger* (1992) stellen u.a. fest, daß der DAX-Futures Kontrakt eine „Price-Discovery-Funktion“ bezüglich des Kassamarktes erfüllt, die besonders in Zeiten mit starken Kursschwankungen zum Tragen kommt.

Bei der Überprüfung der Futures Märkte bezüglich ihrer Arbitragefreiheit wurden bisher oftmals steuerliche Aspekte vernachlässigt<sup>34</sup>. Es wurde jeweils ein Grenzsteuersatz von 0 % angenommen, bzw. es wurde die Steuerfreiheit von Arbitragetransaktionen unterstellt. *Cornell/French* (1983a, b) leiten zwar die Bewertung von Index-Futures unter

<sup>34</sup> Siehe z.B. *Chung* (1991), *Brennan/Schwartz* (1987, 1990), *Cornell* (1985), *Figlewski* (1984), *Modest/Sundaresan* (1983) und *Stoll/Whaley* (1986) oder auch *Bühler/Kempf* (1993), *Hohmann* (1991) oder *Prigge/Schlag* (1992).

steuerlichen Aspekten her, wenden sich aber hauptsächlich der für den amerikanischen Markt geltenden Tax timing Option zu<sup>35</sup>. Erst in letzter Zeit widmet sich die Literatur verstärkt steuerlichen Aspekten<sup>36</sup>.

Beschreibt das Kanalmodell die Realität korrekt, und pendeln sich die Futurespreise innerhalb der Arbitragekanäle der Marktteilnehmer ein, dann hängt die Verteilung der beiden Arbitragestrategien von dem jeweiligen Steuersatz des Arbitrageurs ab. Wie Tabelle 3 zeigt, entstehen in Deutschland für Marktteilnehmer mit unterschiedlichen Grenzsteuersätzen auch unterschiedliche Arbitragestrategien.

### 1% Transaktionskosten

Tabelle 3 gibt die absoluten Häufigkeiten der ex post Verletzungen der Futures Preisgrenzen an. Dabei werden die beiden möglichen Arbitragestrategien betrachtet.  $\text{Diff} > 0$  bedeutet, daß die Differenz aus dem aktuellen Futures Preis und dem rechnerischen Wert (abzüglich der Transaktionskosten) positiv ist<sup>37</sup>, oder:

$$F_t - S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)} - S_t \cdot \alpha > 0.$$

In der Praxis dürfte es aufgrund der in Deutschland gültigen Leerverkaufsbeschränkung in dem Fall  $\text{Diff} > 0$  sicherlich einfacher sein, Arbitragegewinne zu realisieren als bei einem Futures Preis, der unterhalb seines rechnerischen Wertes liegt. Denn im Fall  $\text{Diff} > 0$  muß der Arbitrageur den Index kaufen, den Futures-Kontrakt verkaufen und den entsprechenden Betrag ausleihen. Wie Tabelle 3 zeigt, entsteht in 99%<sup>38</sup> aller erfolversprechenden Arbitragefälle für Marktteilnehmer mit einem Grenzsteuersatz von 50% diese Arbitragestrategie.

Im Gegensatz dazu erscheint es diskutierbar, ob die Gruppe der Marktteilnehmer mit einem Grenzsteuersatz von 0% nicht zu ungünstigeren Konditionen handelt als „vermögender“ Anleger. Die Annahmen, daß diese Arbitrageure in der Lage sind, zu gleich günstigen Konditionen zu handeln wie Großanleger oder, daß diese Gruppe die erforder-

<sup>35</sup> Da in den USA Kapitalgewinne besteuert werden, kann es sinnvoll sein, mit Hilfe von Aktienverkäufen eventuell anfallende Steuerzahlungen zu verschieben. Diese Option entfällt bei Futures-Kontrakten. Siehe auch *Cornell* (1985).

<sup>36</sup> Siehe z.B. *Klemkosky/Lee* (1991).

<sup>37</sup> Analog dazu bedeutet  $\text{Diff} < 0$ , daß die Differenz aus dem aktuellen Futures Preis und dem rechnerischen Wert (abzüglich der Transaktionskosten) negativ ist. Dies ist gleichbedeutend mit:  $S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)} - F_t - S_t \cdot \alpha > 0$ .

<sup>38</sup> 4517/(4517 + 34).

*Tabelle 3*  
**Differenzierung hinsichtlich der Art  
 der Arbitragemöglichkeit bei 1 % Transaktionskosten**

Alle Transaktionen bis 30. 12. 1991

|           |         | Anzahl der Arbitragemöglichkeiten |          |                 |          |                 |          |
|-----------|---------|-----------------------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|           |         | Steuersatz 0 %                    |          | Steuersatz 36 % |          | Steuersatz 50 % |          |
| Kontrakt  | alle    | Diff > 0                          | Diff < 0 | Diff > 0        | Diff < 0 | Diff > 0        | Diff < 0 |
| 1 (kürz.) | 110 985 | 11                                | 3 834    | 35              | 291      | 317             | 31       |
| 2         | 17 665  | 0                                 | 4 368    | 74              | 101      | 1 808           | 3        |
| 3 (läng.) | 3 701   | 0                                 | 3 239    | 319             | 92       | 2 392           | 0        |
| Summe     | 132 351 | 11                                | 11 441   | 428             | 484      | 4 517           | 34       |

Quelle: Eigene Berechnungen

Diff > 0 ⇒ „Index kaufen“

Diff < 0 ⇒ „Index (leer-)verkaufen“

lichen Mittel zum risikolosen Zinssatz aufnehmen kann, ist hier sicherlich anzweifelbar. Dieser Gruppe von Arbitrageuren dürfte es sicherlich schwer fallen, den Index leerzuverkaufen<sup>39</sup>. Die Möglichkeiten, tatsächlich Arbitragegewinne zu realisieren, dürfte für diese Gruppe insofern ziemlich begrenzt sein. Deshalb ist die, im Vergleich zu Arbitrageuren mit einem Steuersatz von 50 %, relativ hohe Anzahl von potentiellen Arbitragesignalen im Hinblick auf die tatsächliche Arbitragefreiheit des DAX-Futures Marktes nicht sehr hoch einzuschätzen. Auch dürften diese Arbitrageure nicht fähig sein, das erforderliche Initial Margin in festverzinslichen Wertpapieren einzulegen<sup>40</sup>. Dies hätte eine Erhöhung der Transaktionskosten dieser Gruppe zur Folge.

Arbitrageuren mit einem durchschnittlichen Grenzsteuersatz bieten sich hinsichtlich der beiden Arbitragestrategien die ausgeglichsten

<sup>39</sup> In 99,9 % (= 11441/(11 + 11441)) aller erfolgversprechenden Arbitragetransaktionen müßte diese Gruppe den Index leerverkaufen. Die Annahme, daß Arbitrageure mit einer Steuerbelastung von 0 % den Index bereits besitzen, scheint etwas widersprüchlich zu sein. Dagegen läßt sich anführen, daß z.B. Investmentfonds, bezogen auf ihre Sondervermögen, oder auch Lebensversicherungen einen Grenzsteuersatz von Null aufweisen und zu relativ günstigen Bedingungen an der Börse agieren.

<sup>40</sup> Der gleichzeitige Besitz von festverzinslichen Wertpapieren erscheint zumindest teilweise nicht vereinbar mit einem persönlichen Grenzsteuersatz von 0 %.

Arbitragemöglichkeiten. Diese Gruppe dürfte hinsichtlich ihrer Marktkonditionen zwischen den beiden Extremwerten liegen. Tabelle 3 verdeutlicht, daß für Marktteilnehmer mit einem Grenzsteuersatz von 36 % die Verteilung der beiden Arbitragestrategien von der Restlaufzeit des Kontraktes abhängt. Diese Gruppe muß in 89 %<sup>41</sup> aller potentiellen ex post Arbitragefälle des Kontraktes mit der kürzesten Laufzeit den Index leerverkaufen, während der Kontrakt mit der längsten Laufzeit zu 78 %<sup>42</sup> die entgegengesetzte Strategie auslöst.

Im gesamten Untersuchungszeitraum bieten sich Marktteilnehmern mit einem durchschnittlichen Steuersatz die geringste Anzahl von Arbitragesignalen. Von den insgesamt am Markt beobachteten 13 821 Arbitragesignalen betreffen diese Gruppe nur 912 (6,6 %)<sup>43</sup> Diese Tatsache läßt sich mit der Mittelposition, die diese im Marktkanal einnehmen, erklären. Tabelle 3 zeigt bereits deutlich, daß nur eine unwesentliche Anzahl von Futures Preisen<sup>44</sup> außerhalb der Arbitragegrenzen der Marktteilnehmer liegt. Die restlichen Transaktionen finden innerhalb der Vereinigungsmenge aller Arbitragefenster statt. Diese Tatsache unterstützt die These, daß die Fehlbewertungen am deutschen Futures-Markt hauptsächlich steuerlich induziert sind.

Differenziert man hinsichtlich der Laufzeit der Kontrakte, dann ergeben sich für den Kontrakt mit der kürzesten Laufzeit 4 % Fehlbewertungen, für den mittelfristigen 34 % während der langfristige Kontrakt ausschließlich fehlbewertete Futurespreise aufweist. Verglichen mit den Minimalvorgaben aus Tabelle 1 bedeutet dies, daß z.B. der Kontrakt 2 um 24 Prozentpunkte über den nach dem Kanalmodell minimal möglichen Wert liegt.

Wie Tabelle 4 verdeutlicht, beinhaltet etwa jede zehnte Transaktion am DAX-Futures Markt<sup>45</sup> ein Arbitragesignal. Zieht man davon diejenigen Signale ab, die auf das Fehlen eines Marktkanales zurückzuführen sind<sup>46</sup>, bleiben noch 8374 (6,3 % aller Transaktionen) Fehlbepreisungen übrig, die sich ausschließlich auf die beiden Kontrakte mit kurzer Laufzeit verteilen.

---

<sup>41</sup> =  $291 / (35 + 291)$ .

<sup>42</sup> =  $319 / (319 + 92)$ .

<sup>43</sup> Siehe Tabelle 4.

<sup>44</sup> 45 (= 34 + 11) von insgesamt 132 351 beobachteten Transaktionen; das sind 0,03 %.

<sup>45</sup> Dabei werden ausschließlich Transaktionen während der Handelszeit an der Frankfurter Wertpapierbörse in die Untersuchung einbezogen. Die in den Tabellen (4) bis (9) berücksichtigten Reaktionszeiten von 1 bzw. 2 Minuten werden an späterer Stelle erläutert.

<sup>46</sup> Siehe Tabelle 1.

**Tabelle 4: Anzahl der Transaktionen/Arbitragemöglichkeiten**  
(1% Transaktionskosten)

| Alle Transaktionen bis 30.12.1991 |        | Anzahl der Arbitragemöglichkeiten |      |      |     |      |      |      |      |      |       |      |      |
|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|                                   |        | 0%                                | 1 M. | 2 M. | 36% | 1 M. | 2 M. | 50%  | 1 M. | 2 M. | Markt | 1 M. | 2 M. |
| Kontrakt                          | alle   | 3845                              | 3033 | 2893 | 326 | 188  | 160  | 348  | 212  | 165  | 4157  | 3227 | 3054 |
| 1 (kürz.)                         | 110985 | 4368                              | 1603 | 1420 | 175 | 46   | 28   | 1811 | 427  | 358  | 5963  | 1990 | 1747 |
| 2                                 | 17665  | 3239                              | 672  | 481  | 411 | 71   | 60   | 2392 | 497  | 346  | 3701  | 778  | 553  |
| 3 (läng.)                         | 3701   | 11452                             | 5308 | 4794 | 912 | 305  | 248  | 4551 | 1136 | 869  | 13821 | 5995 | 5354 |
| Summe                             | 132351 |                                   |      |      |     |      |      |      |      |      |       |      |      |

1(2) M. : 1(2) Minute(n) Reaktionszeit bei dem zugehörigen Steuersatz s %.  
Markt gibt die Anzahl der Transaktionspreise an, die außerhalb des Marktkanales liegen.  
Quelle: Eigene Berechnungen

**Tabelle 5: Anzahl der Transaktionen/Arbitragemöglichkeiten**  
(1% Transaktionskosten)

| Teilsample bis 9.06.1991 |       | Anzahl der Arbitragemöglichkeiten |      |      |     |      |      |     |      |      |       |      |      |
|--------------------------|-------|-----------------------------------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-------|------|------|
|                          |       | 0%                                | 1 M. | 2 M. | 36% | 1 M. | 2 M. | 50% | 1 M. | 2 M. | Markt | 1 M. | 2 M. |
| Kontrakt                 | alle  | 3805                              | 3012 | 2891 | 290 | 172  | 160  | 47  | 24   | 16   | 3833  | 3031 | 2903 |
| 1 (kürz.)                | 54779 | 4109                              | 1541 | 1380 | 104 | 23   | 9    | 295 | 79   | 61   | 4295  | 1599 | 1424 |
| 2                        | 9254  | 1885                              | 370  | 247  | 106 | 25   | 14   | 606 | 100  | 46   | 1910  | 381  | 252  |
| 3 (läng.)                | 1910  | 9799                              | 4923 | 4518 | 500 | 220  | 183  | 948 | 203  | 123  | 10038 | 5011 | 4579 |
| Summe                    | 65943 |                                   |      |      |     |      |      |     |      |      |       |      |      |

Quelle: Eigene Berechnungen



### *Lerneffekte*

Untersuchungen auf amerikanischen Futures Märkten stellen Fehlbepreisungen nahezu ausschließlich in den ersten Monaten nach Einführung eines neuen Kontraktes fest<sup>47</sup>. Begründet werden diese „Early Discounts“ mit Lerneffekten der Marktteilnehmer. Die Akteure müssen lernen, mit den neuen Finanzinstrumenten umzugehen. Dieser Effekt ist auch teilweise auf dem DAX-Futures Markt zu beobachten. Teilt man den Untersuchungszeitraum in zwei gleich lange Perioden auf, dann liegen 73 % aller Arbitragesignale in den ersten Monaten<sup>48</sup>.

Bei erneuter Differenzierung nach den drei Steuergruppen stellt man eine Verlagerung der Arbitragesignale fest. Sind in den ersten Monaten 9799 Signale<sup>49</sup> von 10 038 zugunsten der Arbitrageure  $A_{0\%}$  zu verbuchen, entstehen in der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes 3603 Arbitragesignale von insgesamt 3783 zugunsten der Marktteilnehmer mit der höchsten Steuerbelastung. Betrachtet man den Kontrakt mit der kürzesten Laufzeit<sup>50</sup>, wird diese Tatsache weiter erhärtet. Für Arbitrageure mit einer Steuerbelastung von 50 % sind im zweiten Untersuchungsabschnitt 301 Fehlbepreisungen zu beobachten, im Gegensatz dazu stehen 40 Beobachtungen für  $A_{0\%}$ <sup>51</sup>. Die These, daß ein für den Markt allgemeingültiger Lerneffekt zu beobachten sei, ist nicht haltbar. Zwar mag dies für Marktteilnehmer mit niedrigen Tarifbelastungen durchaus zutreffen, für Marktteilnehmer mit hohen Steuersätzen zeigt sich ein entgegengesetztes Bild. Für die letztere Gruppe haben die ex post Arbitragemöglichkeiten im Zeitablauf zugenommen. Der Rückgang aller Arbitragesignale im Zeitablauf ist größtenteils auf die Entwicklung der  $A_{0\%}$  Arbitrageure zurückzuführen.

### *2% Transaktionskosten*

Der Ansatz von 2 % Transaktionskosten mag manchen Leser verwundern. Zum Ersten soll hier eine Tendenz bei unterschiedlichen Transak-

---

<sup>47</sup> Siehe z.B. *Figlewski* (1984). Weitere empirische Untersuchungen kommen jedoch zu dem Ergebnis, daß die Markteffizienz im Zeitablauf eher schwankt als monoton zunimmt. Siehe z.B. *Schwarz/Laatsch* (1991), *MacKinlay/Ramaswamy* (1988) oder *Merrick* (1988).

<sup>48</sup> Vom 23. 11. 1991 bis 9. 6. 1992. Siehe Tabelle 5.

<sup>49</sup> Im Gegensatz zu 948 Signalen für  $A_{50\%}$ . Siehe Tabelle 5.

<sup>50</sup> Dieser Kontrakt wird am geringsten von dem mit steigender Restlaufzeit schrumpfenden Marktkanal beeinflusst.

<sup>51</sup> Siehe Tabelle 6.

**Tabelle 6: Anzahl der Transaktionen/Arbitragemöglichkeiten**  
(1 % Transaktionskosten)

Teilsample ab 10.06.1991 bis 30.12.1991

| Kontrakt  | Anzahl der Arbitragemöglichkeiten |      |      |     |      |    |      |     |      |      |      |     |           |       |      |     |      |     |       |      |      |     |      |      |     |     |
|-----------|-----------------------------------|------|------|-----|------|----|------|-----|------|------|------|-----|-----------|-------|------|-----|------|-----|-------|------|------|-----|------|------|-----|-----|
|           | 0%                                |      | 1 M. |     | 2 M. |    | 36%  |     | 1 M. |      | 2 M. |     | 50%       |       | 1 M. |     | 2 M. |     | Markt |      | 1 M. |     | 2 M. |      |     |     |
| alle      | 40                                | 21   | 2    | 36  | 16   | 0  | 301  | 188 | 149  | 324  | 196  | 151 | 56206     | 259   | 62   | 40  | 71   | 23  | 19    | 1516 | 348  | 297 | 1668 | 391  | 323 |     |
| 1 (kürz.) | 1791                              | 1354 | 302  | 234 | 305  | 46 | 1786 | 397 | 300  | 1791 | 397  | 301 | 3 (läng.) | 66408 | 1653 | 385 | 276  | 412 | 85    | 65   | 3603 | 933 | 746  | 3783 | 984 | 775 |

Quelle: Eigene Berechnungen

**Tabelle 7: Anzahl der Transaktionen/Arbitragemöglichkeiten**  
(2 % Transaktionskosten)

Alle Transaktionen bis 30.12.1991

| Kontrakt  | Anzahl der Arbitragemöglichkeiten |     |      |     |      |   |     |    |      |      |      |     |           |        |      |     |      |   |       |   |      |    |      |      |     |     |
|-----------|-----------------------------------|-----|------|-----|------|---|-----|----|------|------|------|-----|-----------|--------|------|-----|------|---|-------|---|------|----|------|------|-----|-----|
|           | 0%                                |     | 1 M. |     | 2 M. |   | 36% |    | 1 M. |      | 2 M. |     | 50%       |        | 1 M. |     | 2 M. |   | Markt |   | 1 M. |    | 2 M. |      |     |     |
| alle      | 3                                 | 0   | 0    | 2   | 0    | 0 | 2   | 0  | 0    | 5    | 0    | 0   | 110985    | 357    | 112  | 84  | 3    | 0 | 0     | 4 | 0    | 0  | 358  | 112  | 84  |     |
| 1 (kürz.) | 3701                              | 890 | 185  | 120 | 0    | 0 | 167 | 14 | 29   | 3701 | 199  | 149 | 3 (läng.) | 132351 | 1250 | 297 | 204  | 5 | 0     | 0 | 173  | 14 | 29   | 1420 | 311 | 233 |

Quelle: Eigene Berechnungen

tionskosten aufgezeigt werden. Die für den einzelnen Arbitrageur tatsächlich anfallenden Transaktionskosten sind nicht allgemein darstellbar. Zum Zweiten ist zu berücksichtigen, daß bei dem Cash Settlement des DAX-Futures-Kontraktes am Schlußabrechnungstag – im Gegensatz zur tatsächlichen Lieferung – zusätzliche kostenverursachende Transaktionen entstehen<sup>52</sup>. Zum Dritten ist bei dieser Höhe der Transaktionskosten die Existenz eines Arbitragekanals gesichert.

Bei der Verdoppelung der Transaktionskosten tritt der erwartete Rückgang der Arbitragesignale ein<sup>53</sup>. Die Anzahl der Arbitragesignale bei der Betrachtung der Transaktionsdaten des Kontraktes mit der kürzesten Restlaufzeit sinkt im gesamten Untersuchungszeitraum auf fünf. Die wesentlichen Aussagen des vorangegangenen Teilabschnitts verstärken sich durch die Erhöhung der Transaktionskosten. Für Marktteilnehmer mit durchschnittlichen Steuersätzen sind fast keine Arbitragesignale zu beobachten. Die Anzahl der Fehlbepreisungen sinkt im Zeitablauf für die Gruppe  $A_{0\%}$  und steigt für die Gruppe  $A_{50\%}$  im Zeitablauf. Ab dem 10.06.1991 bieten sich ausschließlich für Arbitrageure  $A_{50\%}$  und nur für den Kontrakt mit der längsten Laufzeit eine nennenswerte Anzahl von Arbitragesignalen.

#### b) Ex ante Untersuchung

Will man die Effizienz eines Marktes untersuchen, muß man den ex ante Ertrag vorher definierter Arbitragestrategien ermitteln, die durch ein ex post Signal ausgelöst werden. Arbitragestrategien, die sich ex post als gewinnbringend anbieten, müssen nicht zwangsläufig zu ex ante Gewinnen führen<sup>54</sup>.

Im Rahmen dieser Untersuchung werden Reaktionszeiten der Marktteilnehmer von einer bzw. zwei Minuten zugelassen. Ein Arbitrageur beobachtet eine Fehlbepreisung. Eine bzw. zwei Minuten später hat er alle aus der Arbitrage folgenden Transaktionen abgeschlossen<sup>55</sup>. Würde man längere Reaktionszeiten zulassen, wäre die Annahme risikoloser

---

<sup>52</sup> Die Glattstellungskosten der Index-Position sind zu berücksichtigen.

<sup>53</sup> Von 13821 auf 1420; siehe Tabelle 7.

<sup>54</sup> Siehe z.B. die Arbeiten von Chung (1991), MacKinley/Ramaswamy (1988) und Stoll/Whaley (1990).

<sup>55</sup> Chung (1991), S. 1799, unterstellt z.B. Reaktionszeiten von 20 Sekunden, 2 Minuten oder 5 Minuten. Klemkosky/Lee (1991) verwenden Execution Lags von 1, 3, 5 und 10 Minuten. Bühler/Kempf (1993) unterstellen Reaktionszeiten von 1, bzw. 2 Minuten.

**Tabelle 8: Anzahl der Transaktionen/Arbitragemöglichkeiten**  
(2% Transaktionskosten)

Teilsample bis 9.06.1991

| Kontrakt  | Anzahl der Arbitragemöglichkeiten |      |      |     |      |      |     |      |      |       |      |      |
|-----------|-----------------------------------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-------|------|------|
|           | 0%                                | 1 M. | 2 M. | 36% | 1 M. | 2 M. | 50% | 1 M. | 2 M. | Markt | 1 M. | 2 M. |
| alle      | 3                                 | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 3     | 0    | 0    |
| 1 (kürz.) | 54779                             |      |      |     |      |      |     |      |      |       |      |      |
| 2         | 9251                              | 355  | 112  | 84  | 3    | 0    | 0   | 3    | 0    | 0     | 355  | 112  |
| 3 (läng.) | 1910                              | 889  | 185  | 120 | 0    | 0    | 0   | 1    | 0    | 0     | 890  | 185  |
| Summe     | 65943                             | 1247 | 297  | 204 | 3    | 0    | 0   | 4    | 0    | 0     | 1248 | 297  |

Quelle: Eigene Berechnungen

**Tabelle 9: Anzahl der Transaktionen/Arbitragemöglichkeiten**  
(2% Transaktionskosten)

Teilsample ab 10.06.1991 bis 30.12.1991

| Kontrakt  | Anzahl der Arbitragemöglichkeiten |      |      |     |      |      |     |      |      |       |      |      |
|-----------|-----------------------------------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-------|------|------|
|           | 0%                                | 1 M. | 2 M. | 36% | 1 M. | 2 M. | 50% | 1 M. | 2 M. | Markt | 1 M. | 2 M. |
| alle      | 0                                 | 0    | 0    | 2   | 0    | 0    | 2   | 0    | 0    | 2     | 0    | 0    |
| 1 (kürz.) | 56206                             |      |      |     |      |      |     |      |      |       |      |      |
| 2         | 8411                              | 2    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0   | 1    | 0    | 0     | 3    | 0    |
| 3 (läng.) | 1791                              | 1    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0   | 166  | 14   | 29    | 167  | 14   |
| Summe     | 66408                             | 3    | 0    | 0   | 2    | 0    | 0   | 169  | 14   | 29    | 172  | 14   |

Quelle: Eigene Berechnungen

Transaktionen nicht mehr zu halten<sup>56</sup>. Wird nach der dem Akteur zugestandenen Reaktionszeit kein Transaktionspreis notiert oder ist der DAX-Wert nicht verfügbar, wird diese Transaktion nicht zu den erfolgreichen gezählt<sup>57</sup>.

Die in den Tabellen 4 bis 9 angegebenen positiven Markt-Arbitragemöglichkeiten werden wie folgt ermittelt: Zu jedem ex post Arbitragesignal wird der zugehörige Steuersatz herausgefiltert<sup>58</sup>. Auf der Basis dieses Steuersatzes wird der ex ante Arbitragegewinn ermittelt, der durch die Arbitragetransaktionen zu verbuchen ist. Wenn dieser Gewinn positiv ausfällt, wird in Tabellen 4 bis 9 eine Arbitragemöglichkeit ausgewiesen.

In der Gesamtbetrachtung des Marktes ist festzustellen, daß bei 1% Transaktionskosten und einer Reaktionszeit von einer Minute 43%<sup>59</sup> aller Arbitragesignale zu einem gewinnbringenden Ergebnis führen. Bei 2% Transaktionskosten sinkt dieser Wert auf 22%<sup>60</sup>. Eine Reaktionszeit von zwei Minuten senkt die Quote der erfolgreichen Arbitragegeschäfte nur unwesentlich auf 39% bzw. 20%<sup>61</sup>.

Die absolute Anzahl von ex ante Gewinnen nimmt mit zunehmender Restlaufzeit des Kontraktes ab. Dies ist aber nicht mit einer steigenden Preiseffizienz zu erklären, sondern vielmehr die Konsequenz fallender Umsätze. Im Extremfall des Kontraktes mit der längsten Restlaufzeit in Tabelle 4 lösen alle Transaktionen ein Arbitragesignal aus<sup>62</sup>. Da in 2923 Fällen mit einer Minute Verzögerung kein Handel beobachtet wird, entstehen nur 778 erfolgreiche ex ante Transaktionen.

---

<sup>56</sup> *Kawaller* (1987) ist der Auffassung, daß eine vollkommen risikolose Indexarbitrage in der Praxis nicht möglich ist. Vielmehr steht der Arbitrageur verschiedenen Risiken, die aber nicht unbedingt den deutschen Markt betreffen (z.B. Unsicherheit bzgl. der Dividende), gegenüber.

<sup>57</sup> Diese Restriktion setzt bei den selten gehandelten Kontrakten mit längerer Laufzeit ein. Da z.B. in Tabelle 4 alle Preise des Kontraktes mit der längsten Laufzeit außerhalb des Marktkanales liegen (es existiert kein Marktkanal), sind die 778 erfolgreichen ex ante Arbitragegeschäfte (eine Minute Reaktionszeit) dadurch zu erklären, daß in den restlichen 2923 Fällen kein Kurs notiert wird.

<sup>58</sup> Es bedeutet keine Einschränkung der Allgemeinheit, wenn ausschließlich der minimale und der maximale Steuersatz betrachtet werden. Bei der Analyse des Marktkanales erfolgen keine Doppelzählungen.

<sup>59</sup> 5995/13 821.

<sup>60</sup> 311/1420.

<sup>61</sup> 5354/13 821 (Tabelle 4) bzw. 233/1420 (Tabelle 7).

<sup>62</sup> Es existiert kein Marktkanal.



## c) Effizienz

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, die Informationseffizienz des DAX-Futures Marktes zu untersuchen. In diesem Abschnitt wird auf einen Test der Effizienz des Gesamtmarktes, wie er durch das Kanalmodell beschrieben wird, verzichtet. Ein solcher Test würde die Gültigkeit dieses Modelles voraussetzen. Da davon nicht ausgegangen werden kann, werden hier die Arbitrageure nach ihren Grenzsteuersätzen getrennt untersucht.

Ein Test bezüglich der mittelstrengen Form der Markteffizienz beinhaltet alle öffentlich zugänglichen Informationen<sup>63</sup>. Der Futures Markt ist dann ineffizient, wenn die Marktteilnehmer auf Dauer ex ante Arbitragegewinne erzielen können. Der Erwartungswert einer Arbitrage-transaktion, die durch ein positives Signal ausgelöst wird, muß positiv sein.

Der Markt ist effizient, wenn gilt:

(12)

$$E \left( \left| F_{t+\Delta} - S_{t+\Delta} \cdot e^{r(1-s)(T-t)} - K \right| - K \mid \left| F_t - S_t \cdot e^{r(1-s)(T-t)} - K > 0 \right. \right) \leq 0$$

wobei:

$\Delta$  = Die Reaktionszeit, nach der ein Arbitrageur alle Transaktionen abschließt (eine bzw. zwei Minuten).

Als Test bezüglich (12) formuliert bedeutet dies,

$$H_0 : E(.) \leq 0$$

gegen

$$H_1 : E(.) > 0$$

zu prüfen.

Von der Untersuchung werden diejenigen ex post Signale ausgeschlossen, zu denen keine ex ante Futures-Preise vorliegen.

Tabelle 10 zeigt die ex ante Arbitragegewinne der drei analysierten Steuergruppen. Für Arbitrageure, die keine Steuern zu zahlen haben, entstehen für alle Kontrakte signifikant positive Gewinne. Unterstellt man 2% Transaktionskosten<sup>64</sup>, sind ausschließlich für den Kontrakt mit der kürzesten Restlaufzeit Verluste zu verbuchen. Die geringe Anzahl von Arbitragesignalen relativiert jedoch diesen Verlust. In Tabelle 10 ist

<sup>63</sup> Siehe *Fama* (1970).

<sup>64</sup> Siehe Tabelle 11.

Tabelle 10: Ex ante Arbitragegewinn (1 % Transaktionskosten)

Alle Transaktionen bis 30.12.1991

| Nr.  | Kontrakt | Grenzsteuersatz 0 % |             |        | Grenzsteuersatz 36 % |       |         | Grenzsteuersatz 50 % |             |       |       |         |         |        |       |      |
|------|----------|---------------------|-------------|--------|----------------------|-------|---------|----------------------|-------------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|------|
|      |          | Lag                 | Mw. (T-St.) | Anz.   | Mw. (T-St.)          | min.  | max.    | Anz.                 | Mw. (T-St.) | min.  | max.  | Anz.    |         |        |       |      |
| 1    | 1 M.     | 3,35                | (68,32)     | -14,34 | 3330                 | 0,61  | (3,44)  | -10,74               | 8,34        | 271   | 1,09  | (5,54)  | -12,87  | 9,95   | 275   |      |
|      | 2 M.     | 3,07                | (57,45)     | -14,90 | 3311                 | -0,71 | (-3,14) | -10,74               | 4,51        | 252   | -0,52 | (-2,18) | -13,39  | 3,69   | 257   |      |
| 2    | 1 M.     | 4,06                | (36,30)     | -6,67  | 29,46                | 1778  | 0,59    | (1,20)               | -10,15      | 15,15 | 64    | 3,12    | (21,86) | -13,34 | 21,72 | 518  |
|      | 2 M.     | 3,71                | (33,78)     | -5,89  | 29,52                | 1630  | -0,68   | (-1,22)              | -10,15      | 7,54  | 52    | 3,13    | (17,75) | -10,54 | 21,72 | 446  |
| 3    | 1 M.     | 10,27               | (33,25)     | -1,00  | 46,30                | 678   | 1,79    | (5,82)               | -3,94       | 12,14 | 84    | 7,08    | (36,77) | -3,57  | 21,48 | 504  |
|      | 2 M.     | 9,83                | (27,95)     | -1,12  | 46,56                | 486   | 2,37    | (6,66)               | -2,17       | 12,39 | 75    | 7,60    | (28,14) | -3,57  | 21,55 | 351  |
| alle | 1 M.     | 4,38                | (68,36)     | -14,89 | 46,30                | 5786  | 0,85    | (5,56)               | -10,74      | 15,16 | 419   | 4,23    | (34,52) | -13,34 | 21,72 | 1297 |
|      | 2 M.     | 3,87                | (62,73)     | -14,90 | 46,56                | 5427  | -0,10   | (-0,50)              | -10,74      | 12,39 | 379   | 3,73    | (23,11) | -13,39 | 21,76 | 1054 |

Quelle: Eigene Berechnungen

Werte der T-Statistik größer als 1,645 (3,291) lassen die Ablehnung von  $H_0$  zum Signifikanzniveau 0,05 (0,0005) zu.

Mw. = arithmetisches Mittel des Endwertes des ex ante Arbitragegewinnes.

Tabelle 11: Ex ante Arbitragegewinn (2 % Transaktionskosten)

Alle Transaktionen bis 30.12.1991

| Nr.  | Kontrakt | Grenzsteuersatz 0 % |             |       | Grenzsteuersatz 36 % |       |        | Grenzsteuersatz 50 % |             |        |       |        |        |        |        |    |
|------|----------|---------------------|-------------|-------|----------------------|-------|--------|----------------------|-------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|----|
|      |          | Lag                 | Mw. (T-St.) | Anz.  | Mw. (T-St.)          | min.  | max.   | Anz.                 | Mw. (T-St.) | min.   | max.  | Anz.   |        |        |        |    |
| 1    | 1 M.     | -1,17               | (nv)        | -1,17 | 1                    | -7,35 | (nv)   | -7,35                | -7,35       | 2      | -5,73 | (nv)   | -5,73  | -5,73  | 2      |    |
|      | 2 M.     | -1,42               | (-3,20)     | -2,30 | -0,97                | 3     | -26,44 | (nv)                 | -26,44      | -26,44 | 2     | -24,83 | (nv)   | -24,83 | -24,83 | 2  |
| 2    | 1 M.     | 4,65                | (15,50)     | -2,55 | 15,55                | 115   | -      | (-)                  | -           | 0      | -     | (-)    | -      | -      | 0      |    |
|      | 2 M.     | 4,30                | (13,08)     | -1,86 | 15,61                | 85    | -      | (-)                  | -           | 0      | -     | (-)    | -      | -      | 0      |    |
| 3    | 1 M.     | 6,48                | (16,40)     | -1,42 | 32,33                | 192   | -      | (-)                  | -           | 0      | 1,30  | (1,73) | -9,21  | 5,77   | 19     |    |
|      | 2 M.     | 6,01                | (14,04)     | -0,37 | 32,58                | 133   | -      | (-)                  | -           | 0      | 2,54  | (5,94) | -3,64  | 6,23   | 30     |    |
| alle | 1 M.     | 5,77                | (20,93)     | -2,55 | 32,33                | 308   | -7,35  | (nv)                 | -7,35       | -7,35  | 2     | 0,63   | (0,77) | -9,21  | 5,77   | 21 |
|      | 2 M.     | 5,25                | (17,71)     | -2,30 | 32,58                | 221   | -26,44 | (nv)                 | -26,44      | -26,44 | 2     | 0,83   | (0,66) | -24,83 | 6,22   | 32 |

Quelle: Eigene Berechnungen

zusätzlich zu berücksichtigen, daß die Arbitrageure  $A_{0\%}$  laut Tabelle 3 hauptsächlich den Index leerverkaufen müssen. In der Gesamtbetrachtung aller Kontrakte erzielt diese Gruppe bei 2% Transaktionskosten im Durchschnitt sogar höhere Erträge – bei allerdings wesentlich niedrigerer absoluter Anzahl von Arbitragesignalen – als bei 1% Transaktionskosten. Es fällt auf, daß die Verdoppelung der Reaktionszeit sowohl in Tabelle 10 als auch in Tabelle 11 keinen wesentlichen Einfluß auf das Arbitrageergebnis bei steuerfreien Marktteilnehmern ausübt.

Marktteilnehmer mit einem Grenzsteuersatz von 36% haben erwartungsgemäß<sup>65</sup> die schlechtesten Arbitragemöglichkeiten. Hier spielt die Reaktionsgeschwindigkeit eine entscheidende Rolle. Bei den beiden kurzläufigen Kontrakten entstehen positive Erträge ausschließlich bei einer Reaktionszeit von einer Minute. Der durchschnittliche Ertrag von 61 DM<sup>66</sup> je Kontrakt bei einem Execution Lag von einer Minute ist immer noch hochsignifikant. Dieser Gewinn entsteht aufgrund von 271 Beobachtungen. Dies bedeutet, daß im Schnitt nahezu einmal pro Handelstag mit dem Kontrakt 1 ein Arbitragegeschäft durchgeführt wird.

Von besonderem Interesse für diese Arbeit sind die Arbitrageergebnisse der Marktteilnehmer mit den höchsten Grenzsteuersätzen. Bei diesen dürften in der Praxis die günstigsten technischen Voraussetzungen für Index-Arbitrage anzutreffen sein. Unter den drei gleichzeitig notierten Kontrakten dürfte der Kontrakt mit der kürzesten Laufzeit von dieser Gruppe für Index-Arbitragestrategien favorisiert werden. Um so stärker wiegt die Tatsache, daß diese Arbitrageure  $A_{50\%}$  in Tabelle 10 bei einer Minute Reaktionszeit signifikant positive Arbitragegewinne erzielen<sup>67</sup>. Diese Gewinne verschwinden aber, wenn man längere Reaktionszeiten zuläßt. In allen anderen Fällen entstehen für diese Marktteilnehmer signifikant positive Gewinne.

### *2% Transaktionskosten*

Tabelle 11 verdeutlicht den Einfluß von Transaktionskosten. Die einzigen nennenswerten Arbitragegewinne bei 2% Transaktionskosten entste-

---

<sup>65</sup> Die Mittelposition im Arbitragekanal führt zu den geringsten Aussichten auf Arbitragegewinne.

<sup>66</sup> Die Gewinne in den Tabellen 10 bis 13 werden in DM, bezogen auf die DAX Notierung, angegeben. Um den tatsächlich zu erwartenden Arbitragegewinn pro Futures Kontrakt zu erhalten, sind diese Beträge mit 100 zu multiplizieren.

<sup>67</sup> Im Durchschnitt einmal pro Handelstag.

hen für die Marktteilnehmer mit den niedrigsten Grenzsteuersätzen. Dafür sind u. a. zwei Gründe verantwortlich. Zum Einen ist es vorstellbar, daß diese Arbitrageure  $A_{0\%}$  gar nicht am Markt agieren, weil ihnen die technischen Voraussetzungen dazu fehlen. Zum Anderen könnte Tabelle 11 die gruppenspezifischen Transaktionskosten verdeutlichen. Sollten die  $A_{0\%}$  Arbitrageure höhere Transaktionskosten zu zahlen haben als andere Arbitrageure und der Markt effizient sein, wird dies durch erhöhte Arbitragegewinne bei niedrigen Transaktionskosten sichtbar. Denn für diese Gruppe lohnt es nicht, innerhalb des eigenen Arbitragekanals, aktiv zu werden. Auch könnte es sinnvoll sein, diese Gruppe längere Reaktionszeiten oder einen höheren (Soll-)Zinssatz als den risikolosen zuzugestehen.

### *Lerneffekte*

Bei den ex ante Arbitragegewinnen stellt sich ebenfalls die Frage, ob diese auf „Anlaufschwierigkeiten“ nach der Einführung des DAX-Terminkontraktes zurückzuführen sind. Für Marktteilnehmer mit niedrigen und mittleren Grenzsteuersätzen sinkt der durchschnittliche Arbitragegewinn in der zweiten Teilperiode für alle Kontrakte und Reaktionszeiten<sup>68</sup>. Mit dem Kontrakt 1 können diese Arbitrageure ab dem 10.06.1991 keine Arbitragegewinne mehr erzielen. Die restlichen Kontrakte bieten auch weiterhin Arbitragegewinne.

Im Gegensatz dazu kann die Gruppe der – bezogen auf die Effizienz des Futures-Marktes – bedeutendsten Arbitrageure  $A_{50\%}$  ihre Arbitragegewinne im Zeitablauf erheblich steigern. Tabelle 12 verdeutlicht, daß im ersten Zeitraum für den Kontrakt 1 Verluste zu verbuchen sind. Die Gewinne können die Arbitrageure mit einer Steuerbelastung von 50 % erst in dem Zeitraum ab dem 10.06.1991 realisieren. In diesem Sinne hat die Effizienz bezüglich des Kontraktes mit der kürzesten Laufzeit abgenommen. Tabelle 13 zeigt aber auch, daß dazu eine Reaktionszeit von einer Minute nicht überschritten werden darf.

## **VI. Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wird die Effizienz des DAX-Futures-Marktes untersucht. Dabei werden die intra Day Futures-Transaktionsdaten während der Handelszeit an der Deutschen Wertpapierbörse in Frankfurt analy-

<sup>68</sup> Auf die Darstellung des ex ante Gewinnes bei 2 % Transaktionskosten für die beiden Teilperioden wurde verzichtet.

Tabelle 12: Ex ante Arbitragegewinn (1 % Transaktionskosten)

Teilsample bis 9.06.1991

| Nr.  | Lag  | Mw.   | Grenzsteuersatz 0 % |       |       | Grenzsteuersatz 36 % |       |         | Grenzsteuersatz 50 % |       |      |         |         |        |       |     |
|------|------|-------|---------------------|-------|-------|----------------------|-------|---------|----------------------|-------|------|---------|---------|--------|-------|-----|
|      |      |       | (T-St.)             | min.  | max.  | Anz.                 | Mw.   | (T-St.) | min.                 | max.  | Anz. | (T-St.) | min.    | max.   | Anz.  |     |
| 1    | 1 M. | 3,38  | (69,84)             | -5,00 | 14,34 | 3290                 | 0,74  | (7,59)  | -6,18                | 4,83  | 235  | -0,56   | (-1,11) | -12,87 | 2,53  | 39  |
|      | 2 M. | 3,18  | (63,97)             | -7,52 | 14,00 | 3271                 | 0,52  | (3,90)  | -8,43                | 4,51  | 216  | -2,42   | (-3,97) | -13,39 | 2,53  | 39  |
| 2    | 1 M. | 4,19  | (36,23)             | -6,67 | 29,46 | 1693                 | 0,90  | (1,36)  | -10,15               | 7,48  | 34   | 1,36    | (4,88)  | -13,34 | 6,86  | 103 |
|      | 2 M. | 3,80  | (33,79)             | -5,89 | 29,52 | 1580                 | -1,74 | (-1,82) | -10,15               | 7,54  | 27   | 0,52    | (1,72)  | -10,54 | 5,60  | 90  |
| 3    | 1 M. | 15,50 | (41,34)             | -1,00 | 46,30 | 371                  | 2,47  | (3,52)  | -3,94                | 12,14 | 30   | 4,85    | (11,37) | -3,57  | 14,99 | 107 |
|      | 2 M. | 15,47 | (35,46)             | -0,76 | 46,56 | 248                  | 2,54  | (3,12)  | -1,88                | 12,39 | 17   | 4,61    | (7,34)  | -3,57  | 14,79 | 50  |
| alle | 1 M. | 4,48  | (65,94)             | -6,67 | 46,30 | 5354                 | 0,93  | (7,14)  | -10,15               | 12,14 | 299  | 2,55    | (9,64)  | -13,34 | 14,99 | 249 |
|      | 2 M. | 3,97  | (62,64)             | -7,52 | 46,56 | 5099                 | 0,42  | (2,51)  | -10,15               | 12,39 | 260  | 1,02    | (3,14)  | -13,39 | 18,79 | 179 |

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 13: Ex ante Arbitragegewinn (1 % Transaktionskosten)

Teilsample ab 10.06.1991 bis 30.12.1991

| Nr.  | Lag  | Mw.   | Grenzsteuersatz 0 % |        |       | Grenzsteuersatz 36 % |       |          | Grenzsteuersatz 50 % |       |      |         |         |       |       |      |
|------|------|-------|---------------------|--------|-------|----------------------|-------|----------|----------------------|-------|------|---------|---------|-------|-------|------|
|      |      |       | (T-St.)             | min.   | max.  | Anz.                 | Mw.   | (T-St.)  | min.                 | max.  | Anz. | (T-St.) | min.    | max.  | Anz.  |      |
| 1    | 1 M. | 0,38  | (0,51)              | -14,90 | 7,41  | 40                   | -0,24 | (-0,21)  | -10,74               | 8,34  | 36   | 1,37    | (6,52)  | -9,13 | 9,95  | 236  |
|      | 2 M. | -6,37 | (-7,34)             | -14,90 | 0,21  | 40                   | -8,09 | (-24,18) | -10,74               | -5,28 | 36   | -0,18   | (-0,71) | -9,13 | 3,69  | 218  |
| 2    | 1 M. | 1,48  | (5,00)              | -3,15  | 12,79 | 85                   | 0,24  | (0,32)   | -8,89                | 15,16 | 30   | 3,56    | (22,63) | -3,69 | 21,72 | 415  |
|      | 2 M. | 0,92  | (4,22)              | -4,18  | 4,12  | 50                   | 0,46  | (1,02)   | -6,94                | 3,99  | 25   | 3,80    | (19,71) | -7,21 | 21,72 | 356  |
| 3    | 1 M. | 3,95  | (26,41)             | -0,50  | 11,90 | 307                  | 1,42  | (5,18)   | -3,36                | 6,29  | 54   | 7,68    | (37,33) | 0,11  | 21,48 | 397  |
|      | 2 M. | 3,96  | (24,76)             | -1,12  | 11,90 | 238                  | 2,33  | (5,84)   | -2,17                | 9,83  | 58   | 8,10    | (28,15) | -0,08 | 21,76 | 301  |
| alle | 1 M. | 3,13  | (20,55)             | -14,90 | 12,79 | 432                  | 0,63  | (1,49)   | -10,74               | 15,16 | 120  | 4,63    | (34,25) | -9,13 | 21,72 | 1048 |
|      | 2 M. | 2,24  | (9,10)              | -14,90 | 11,90 | 328                  | -1,22 | (-2,52)  | -10,74               | 9,83  | 119  | 4,29    | (24,20) | -9,13 | 21,76 | 875  |

Quelle: Eigene Berechnungen



siert. Das Cost of Carry Modell wird an die Ausstattungsmerkmale des Deutschen Aktienindex und die steuerlichen Gegebenheiten angepaßt. Unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Transaktionskostensätzen und Reaktionszeiten der Marktteilnehmer werden die ex ante Arbitragegewinne für unterschiedliche Steuergruppen ermittelt.

Die Ergebnisse zeigen, daß etwa 10% aller Transaktionen ex post Arbitragesignale auslösen. Diese Untersuchung unterstützt die Existenz eines Marktkanals für Arbitrageure. Die Aktionen der Marktteilnehmer sollten den Futures-Preis innerhalb dieses Kanals oder zumindest innerhalb ihres persönlichen Arbitragekanals halten. Nahezu alle Transaktionspreise liegen innerhalb der Vereinigungsmenge der Arbitragekanäle aller Marktteilnehmer. Es wird jedoch gezeigt, daß mit steigender Restlaufzeit des Kontraktes die Breite dieses Kanals bis auf Null abnimmt, und somit die Möglichkeit einer Fehlbeurteilung zunimmt. Ab einer Laufzeit von 168 Tagen gibt es, unterstellt man 1% Transaktionskosten, immer einen Marktteilnehmer mit einem Grenzsteuersatz, der eine ex post Arbitrage ermöglicht.

In der ex ante Betrachtung wird unterstellt, daß die Marktteilnehmer ständig die beiden Märkte im Auge haben. Wenn sie ein Arbitragesignal beobachten, leiten sie in jedem Fall die zugehörigen Arbitrage-transaktionen ein. Nach einer oder zwei Minuten Reaktionszeit sind diese Transaktionen vollständig abgeschlossen. Es zeigt sich, daß bei einer Minute Reaktionszeit und 1% Transaktionskosten alle Marktteilnehmer signifikant positive Arbitrageergebnisse erzielen. Die bedeutsamste Gruppe der Arbitrageure mit einem Grenzsteuersatz von 50%, ebenso wie die Gruppe mit 36% Steuerbelastung, verbucht bei der Arbitrage mit dem Kontrakt mit der kürzesten Restlaufzeit und einem Time Lag von mehr als einer Minute Verluste.

Diese Untersuchung unterstützt nicht die These, daß die Effizienz des DAX-Futures Marktes im Zeitablauf zugenommen hat. In der Gesamtbeurteilung nimmt zwar die absolute Zahl der ex post Arbitragesignale ab. Für Arbitrageure mit einem Steuersatz von 50% hat sowohl die Anzahl der Arbitragemöglichkeiten als auch die absolute Höhe des durchschnittlichen Arbitragegewinnes im zweiten Teilsample für alle Laufzeiten zugenommen.

### Literatur

*Brennan, M./Schwartz, E. (1987): Optimal Arbitrage Strategies under Basis Variability, in: Sarnat, M., ed.: Essays in Financial Economics, Amsterdam, 1987, S. 167 - 179. – Brennan, M./Schwartz, E. (1990): Arbitrage in Stock Index Futu-*

res, *Journal of Business*, Vol. 63, 1990, S. 7 - 32. – *Bröker, K.* (1991): Neue DTB-Produkte, *Anlage Praxis*, 1991, S. 20 - 21. – *Bühler, W./Kempf, A.* (1993): Der DAX-Future: Kursverhalten und Arbitragemöglichkeiten, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, Discussion Paper No. 93-02, 1993. – *Chung, P.* (1991): A Transactions Data Test of Stock Index Futures Market Efficiency and Index Arbitrage Profitability, *Journal of Finance*, Vol. 66, 1991, S. 1791 - 1809. – *Cornell, B./French, K.* (1983a): The Pricing of Stock Index Futures, *Journal of Futures Markets*, Vol. 3, 1983, S. 1 - 14. – *Cornell, B./French, K.* (1983b): Taxes and the Pricing of Treasury Bill Futures Contracts, *Journal of Finance*, Vol. 38, 1983, S. 675 - 694. – *Cornell, B.* (1985): Taxes and the Pricing of Stock Index Futures: Empirical Results, *Journal of Futures Markets*, Vol. 5, 1985, S. 89 - 101. – *Cox, C./Ingersoll, J./Ross, S.* (1981): The Relation between Forward and Futures Prices, *Journal of Financial Economics*, Vol. 9, 1981, S. 321 - 346. – *Fama, E.* (1970): Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, *Journal of Finance*, Vol. 25, S. 383 - 417. – *Figlewski, S.* (1984): Explaining the Early Discounts on Stock Index Futures, the Case for Disequilibrium, *Financial Analysts Journal*, Vol. 40, 1984, S. 43 - 47. – *Hoffmann, P./Ramke, R.* (1990): Finanzinnovationen an der Deutschen Terminbörse (DTB): Chancen und Risiken des Handels mit Optionen und Finanzterminkontrakten, Erich Schmidt Verlag, Grundlagen und Praxis des Bank- und Börsenwesens, Bd. 23, Berlin, 1990. – *Hohmann, R.* (1991): Der Einfluß der Wertpapierleihe auf die Bewertung des DAX-Futures, *Kapitalanlagen Wirtschaft Recht Steuern*, Vol. 4, 1991, S. 574 - 582. – *Janßen, B./Rudolph, B.* (1991): Der Deutsche Aktienindex DAX, Konstruktion und Anwendungsmöglichkeiten, Frankfurter Wertpapierbörse AG, Frankfurt, 1991. – *Jarrow, R./Oldfield, G.* (1981): Forward Contracts and Futures Contracts, *Journal of Financial Economics*, Vol. 9, 1981, S. 373 - 382. – *Kawaller, I.* (1987): A Note: Debunking the Myth of the Risk-Free Return, *Journal of Futures Markets*, Vol. 7, 1987, S. 327 - 331. – *Klemkosky, R./Lee, J.* (1991): The Intraday Ex Post and Ex Ante Profitability of Index Arbitrage, *Journal of Futures Markets*, Vol. 11, 1991, S. 291 - 312. – *Loistl, O./Kobinger, M.* (1992): Index-Arbitrage insbesondere mit DAX-Futures, Beiträge zur Wertpapieranalyse (der DVFA), Nr. 28, 1992. – *MacKinley, A. C./Ramaswamy, K.* (1988): Index-Futures Arbitrage and the Behavior of Stock Index Futures Prices, *Review of Financial Studies*, Vol. 1, 1988, S. 137 - 158. – *Merrick, J., Jr.* (1988): Hedging with Mispriced Futures, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 23, 1988, S. 451 - 464. – *Modest, D./Sundaresan, M.* (1983): The Relationship between Spot and Futures Prices in Stock Index Futures Markets: Some Preliminary Evidence, *Journal of Futures Markets*, Vol. 3, 1983, S. 15 - 41. – *Prigge, J./Schlag, C.* (1982): Die Bewertung des DAX-Future-Kontrakts an der Deutschen Terminbörse, *Zeitschrift für Bankrecht und Bankwirtschaft*, S. 299 - 307, 1992. – *Schwarz, T./Laatsch, F.* (1991): Dynamic Efficiency and Price Leadership in Stock Index Cash and Futures Markets, *Journal of Futures Markets*, Vol. 11, 1991, S. 669 - 684. – *Stoll, H./Whaley, R.* (1986): Expiration Day Effects of Index Options and Futures, Monograph Series in Finance and Economics, Salomon Brothers Center for the Study of Financial Institutions, New York University, 1986. – *Stoll, H./Whaley, R.* (1987): Program Trading and the Expiration Day Effects of Index Options and Futures, *Financial Analysts Journal*, Vol. 3, 1987, S. 16 - 28. – *Stoll, H./Whaley, R.* (1990): The Dynamics of Stock Index and Stock Index Futures Returns, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 25, 1990, S. 441 - 468.

## **Zusammenfassung**

### **Arbitrage am DAX-Futures Markt unter Berücksichtigung von Einkommensteuern**

Diese Arbeit untersucht die ex ante intra Tag Effizienz des DAX-Futures Marktes seit der Einführung dieses Kontraktes an der Deutschen Terminbörse. In die Untersuchung gehen alle Transaktionsdaten des DAX-Futures-Kontraktes und die minütlich an der Deutschen Wertpapierbörse berechneten DAX-Werte bis 30.12.1991 ein. Das Bewertungsmodell des DAX-Futures berücksichtigt unterschiedliche Steuersätze für Privatanleger, Transaktionskosten, Reaktionszeiten und die Berechnungsmodalitäten des DAX-Indexes. Die Bewertung des DAX-Futures erfolgt aufgrund des Cost of Carry Ansatzes. Es wird die Existenz und gegebenenfalls die Breite eines „Marktkanales“, der einen arbitragefreien Bereich angibt, diskutiert. Die Ergebnisse deuten u. a. nicht darauf hin, daß die Effizienz dieses Marktes im Zeitablauf zugenommen hat.

## **Summary**

### **Arbitrage on the DAX Futures Market under Tax Considerations**

This paper studies the ex-ante intra-day efficiency of the DAX futures market since the very introduction of this contract at the German Futures Exchange. This study incorporates all transaction data pertaining to the DAX futures contract and the DAX values before 31 December 1991 calculated every minute at Deutsche Wertpapierbörse. The DAX futures evaluation model takes account of different rates of tax applicable to private investors, of transaction costs, response times and the modalities of calculating the DAX index by the cost-of-carry method. The paper discusses the existence and, where appropriate, the width of a “market canal” which indicates an arbitrage-free zone. The results do, inter alia, not indicate that the efficiency of this market has increased over time.

## **Résumé**

### **Arbitrage sur le marché des opérations à terme sur l'indice DAX tenant compte des impôts**

Ce travail examine l'efficacité ex-ante au jour le jour du marché des opérations à terme sur l'indice DAX depuis l'introduction de ce contrat sur la bourse à terme allemande. L'analyse reprend toutes les données des transactions du contrat à terme sur l'indice DAX et les valeurs de l'indice DAX calculées chaque minute sur la bourse des titres et valeurs mobilières allemande jusqu'au 30.12.91.

Le modèle d'évaluation des opérations à terme avec l'indice DAX prend en compte les différents taux d'imposition pour les investisseurs privés, les coûts des

transactions, les temps de réaction et les modalités de calcul de l'indice avec l'indice DAX sur base du modèle Cost et Carry. On y discute de l'existence et, le cas échéant, de la largeur d'un canal de marché qui indique une zone sans arbitrage. Les résultats ne donnent entre autres guère à penser que l'efficience de ce marché ait augmenté au cours de la période.