

Intraday-Volatilität und Expiration-Day-Effekte am deutschen Aktienmarkt*

Von Klaus Röder und Günter Bamberg, Augsburg

I. Einleitung

Seit dem 23. November 1990 wird an der deutschen Terminbörse der standardisierte Terminkontrakt auf den Deutschen Aktienindex gehandelt. Von vier möglichen Fälligkeiten März, Juni, September und Dezember werden jeweils die drei nächstliegenden Termine gehandelt. Der Fälligkeitstermin (Schlußabrechnungstag) des DAX-Futures ist der 3. Freitag der Monate März, Juni, September und Dezember. Der letzte Handelstag des DAX-Futures-Kontraktes ist der Börsentag vor dem Schlußabrechnungstag.

Der Deutsche Aktienindex basiert auf 30 deutschen Standardaktien. Während der Handelszeit von 10.30 Uhr bis 13.30 Uhr wird der DAX minütlich ermittelt¹. Der Eröffnungskurs für den DAX wird veröffentlicht, wenn für mindestens 15 Gesellschaften ein Eröffnungskurs vorliegt und diese mindestens 70% des Grundkapitals repräsentieren.

Die Deutsche Terminbörse ermittelt als Clearingstelle börsentäglich anhand des letzten Transaktionspreises einen Settlementpreis. Auf der Basis dieses Settlementpreises erfolgt die tägliche Abrechnung der Margin-Konten (daily marking to market)². Der Marktteilnehmer kann seine Position durch ein Gegengeschäft vorzeitig glattstellen. Hat er beispielsweise einen Kontrakt mit Fälligkeit Dezember 1993 gekauft, so muß er, um diese Position glattzustellen, einen Kontrakt mit Fälligkeit Dezember 1993 verkaufen.

* Die Arbeit an diesem Projekt wurde im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Empirische Kapitalmarktforschung“ (Teilprojekt „Expiration-Day-Effekte“) von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen Börse AG, die uns freundlicherweise die DAX-Werte zur Verfügung gestellt hat.

¹ Siehe dazu auch *Bamberg/Röder* (1994).

² Siehe dazu z.B. *Bamberg/Röder* (1993).

Im Gegensatz zu der obigen Vorgehensweise wird am Schlußabrechnungstag ein Schlußabrechnungspreis (final settlement price) von der Deutschen Terminbörse festgestellt. Als Grundlage des Schlußabrechnungspreises dient aber der DAX-Index, der anhand der Eröffnungskurse der 30 DAX-Gesellschaften ermittelt wird³. Die Erfüllung des DAX-Futures erfolgt auf Basis dieses Schlußabrechnungspreises im Barausgleich. Der Schlußabrechnungspreis entspricht somit nicht dem Eröffnungswert des offiziellen DAX, da letzter zum Teil noch Vortageskurse enthält.

Der letzte Handelstag der Aktienoptionen ist der dritte Freitag im Monat. Somit entspricht der Verfalltag des DAX-Futures dem letzten Handelstag der Aktienoptionen. Im Gegensatz zum DAX-Future verfallen Aktienoptionen monatlich. Der Verfalltag ist jeweils der auf den letzten Handelstag folgende Handelstag. Die Ausübung der amerikanischen Aktienoptionen ist an jedem Börsentag während der Börsenzeit möglich.

Der letzte Handelstag und der Verfalltag der Option auf den DAX entspricht denen der Aktienoptionen. Da diese Option von europäischer Art ist, kann die Ausübung ausschließlich nur am letzten Handelstag erfolgen. Bei der Option auf den DAX-Future stimmen letzter Handelstag und Verfall mit den anderen Optionen überein, sofern der DAX-Future nicht verfällt. In den Monaten März, Juni, September und Dezember, in denen der DAX-Future verfällt, ist der letzte Handelstag der Börsentag vor dem Verfalltag des DAX-Futures (also in der Regel der Donnerstag). Der Verfalltag ist in diesem Fall der übernächste Börsentag.

Die Umsätze des DAX-Futures haben seit der Handelseinführung deutlich zugenommen. Wurden am 23. November 1990 erst 1644 Kontrakte gehandelt, so waren es am 22. November 1991 bereits 5286 Kontrakte, am 23. November 1992 bereits 9921 Kontrakte und am 23. November 1993 schon 26 292 Kontrakte, die gehandelt wurden.

Abbildung (1) verdeutlicht graphisch die Umsatzentwicklung des DAX-Futures-Kontraktes und der Optionen⁴ an der DTB. Das Umsatz-

³ Zur Berechnung des DAX-Indexes siehe *Janßen/Rudolph* (1992). Dieser Wert muß nicht notwendigerweise mit einem tatsächlich am Schlußabrechnungstag ermittelten DAX-Wert übereinstimmen. Der erste DAX-Wert wird zum Teil noch mit den Schlußkursen des Vortages ermittelt.

⁴ Die Umsätze der Aktienoptionen betreffen die Summe aller an der DTB gehandelten Aktienoptionen. Gehandelt werden bis Ende 1994 Optionen auf: Allianz, BASF, BAYER, Hypo Bank (seit 24.1.1994), BMW, Commerzbank, Daimler Benz, Deutsche Bank, Dresdner Bank, Hoechst, Mannesmann, RWE, Siemens,

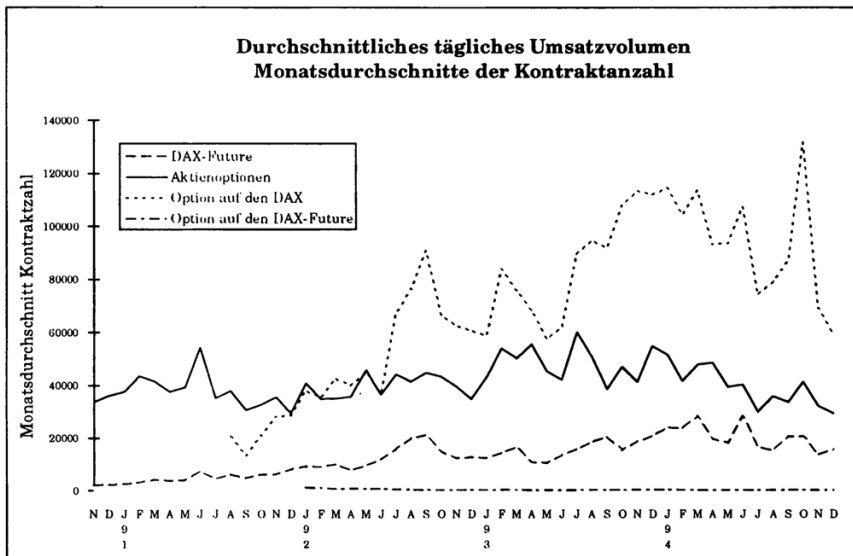


Abbildung 1

Quelle: DTB-Dialog diverse Jahrgänge.

volumen der Aktienoptionen übersteigt deutlich die Anzahl gehandelter DAX-Futures-Kontrakte. Das Umsatzvolumen des DAX-Futures weist bis 1994 ein stetiges Wachstum auf. Ab 1994 scheint jedoch eine Stagnation der Umsatzentwicklung eingetreten zu sein.

Über die stärkste Umsatzdynamik verfügt die Option auf den DAX, die seit ihrer Einführung die Umsatzzahlen mit Aktienoptionen deutlich übertroffen hat. Die Umsätze mit der Option auf den DAX-Future haben seit der Einführung dieses Kontraktes stets abgenommen. Wurden im ersten Monat nach der Einführung der Option auf den DAX-Future durchschnittlich täglich 1123 Kontrakte gehandelt, betrug der durchschnittliche tägliche Umsatz im November 1994 noch 80 Kontrakte.

Der Open Interest in Abbildung (2) stellt die Anzahl der offenen Kontrakte bei Handelsschluß dar. Diese Kontrakte wurden noch nicht durch ein Gegengeschäft glattgestellt und unterliegen somit der täglichen Gewinn- bzw. Verlustabrechnung durch die DTB. Die Anzahl der offenen Kontrakte bei der Option auf den DAX und den Aktienoptionen

Thyssen, Veba und VW. Die Abbildung vernachlässigt die unterschiedlichen Kontraktvolumina der verschiedenen Derivate und dient lediglich zur Veranschaulichung der Größenverhältnisse.

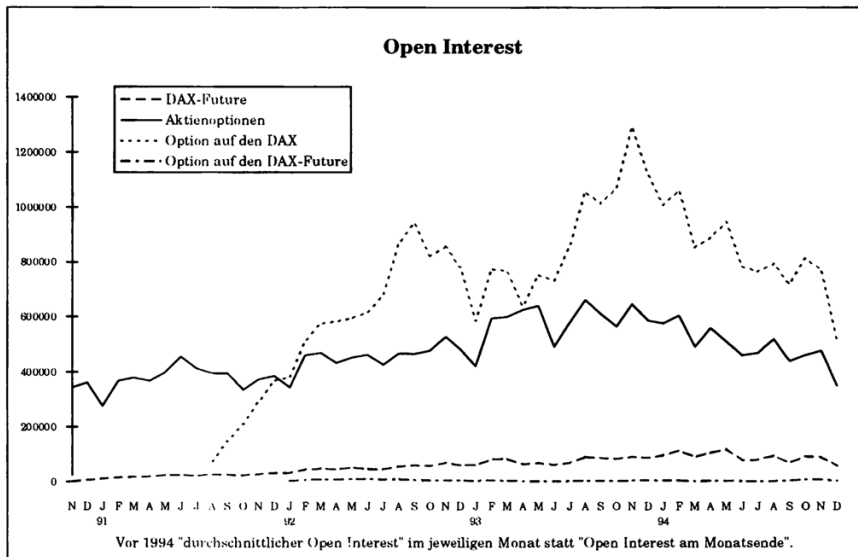


Abbildung 2

Quelle: DTB-Dialog diverse Jahrgänge.

liegt ebenfalls deutlich über den offenen Kontrakten des DAX-Futures. Beispielsweise beträgt Ende Dezember 1994 der Open Interest bei der Option auf den DAX 517 527 Kontrakte, bei den Aktienoptionen 350 399 Kontrakte, bei der Option auf den DAX-Future 3709 Kontrakte und beim DAX-Future 58 026 Kontrakte.

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, anhand der minütlich vorliegenden DAX-Werte die Folgen der auf die Eröffnungskurse bezogenen Schlußabrechnung des DAX-Futures und des letzten Handelstages der Optionen aufzuzeigen. Vorweg erfolgt auch eine Intraday-Betrachtung der wochentagspezifischen und uhrzeitspezifischen Kursentwicklung des DAX.

Einen Überblick über die Anzahl der Cash-Settled-Kontrakte bei Aktienindexfutures im internationalen Vergleich gibt Tabelle (1).

Es zeigt sich, daß zwischen 31,2% und 36,8% (Tabelle (1)) des durchschnittlichen Open Interests des DAX-Futures am Monatsende bis zum Schlußabrechnungstag nicht glattgestellt werden. Wie Tabelle (1) zeigt, liegt dies in der im internationalen Vergleich üblichen Spannweite⁵.

⁵ Daten für die Optionen stehen leider nicht zur Verfügung.

Tabelle 1

**Durchschnittlicher Open Interest am Monatsende
und Anzahl der Kontrakte mit Cash-Settlement am Fälligkeitstag
bei Aktienindexterminkontrakten**

Futures-Kontrakt	Durchschnittlicher Open Interest am Monatsende	Durchschnittliche Anzahl der Cash- Settled-Kontrakte pro Fälligkeitstermin	Prozentanteil der Cash-Settled- Kontrakte
S & P 500	57 049	21 994	38,6
NYSE Composite	9 860	3 609	36,6
Major Market	10 992	6 102	55,5
Major Market MAXI	1 753	1 079	61,6
Value Line	7 111	1 108	15,6
DAX-Futures 1991	22 519	7 588 ^a	33,7
1992	51 311	18 896 ^a	36,8
1993	77 212	24 059 ^a	31,2

^a Durchschnittswert des jeweiligen Kalenderjahres. Quelle: Tabelle (2)

Quelle: Stoll/Whaley (1986), S. 34 und DTB-Dialog diverse Jahrgänge. Die Werte von Stoll/Whaley beziehen sich auf das Jahresresultimo 1985.

Abbildung (3) stellt am Beispiel des März 1992 DAX-Futures-Kontraktes den Verlauf des Open Interests dar. Der Open Interest nimmt erst im Dezember 1991 deutlich zu. Dies ist auf den Rollover der Kontraktpositionen vom Dezember-1991-Kontrakt auf den März-1992-Kontrakt zurückzuführen⁶. Da in den letzten Tagen vor der Fälligkeit des Kontraktes die Umschichtung auf den nächsten Kontrakt erfolgt, nimmt der Open Interest rapide ab.

Tabelle (2) listet für alle Kontrakte seit der Aufnahme des Handels Open Interest und Anzahl der Cash-Settled-Kontrakte im Vergleich auf. Der Anteil der Cash-Settled-Kontrakte am maximalen Open Interest während der Laufzeit des jeweiligen Kontraktes unterliegt deutlichen Schwankungen von 17,73 % bis 65,97 %.

Unter dem Expiration-Day-Effekt werden erhöhte Kursschwankungen derjenigen Aktien verstanden, die dem dem Futures zugrundeliegenden Index angehören. Stoll und Whaley (1986, S. 2) sehen folgende Gründe als ausschlaggebend an: „Expiration-Day price effects arise from a combination of factors including the existence of index arbitrage opportuni-

⁶ Wie Bamberg/Röder (1994) aufzeigen, beziehen sich 89 % aller Transaktionen auf den jeweils nächstfälligen Kontrakt. Deshalb halten die Marktteilnehmer hauptsächlich offene Futures-Positionen des nächstfälligen Kontraktes. Bei Fälligkeit dieses Kontraktes werden die offenen Positionen auf den Kontrakt mit dem nachfolgenden Fälligkeitstermin umgeschichtet (Rollover).

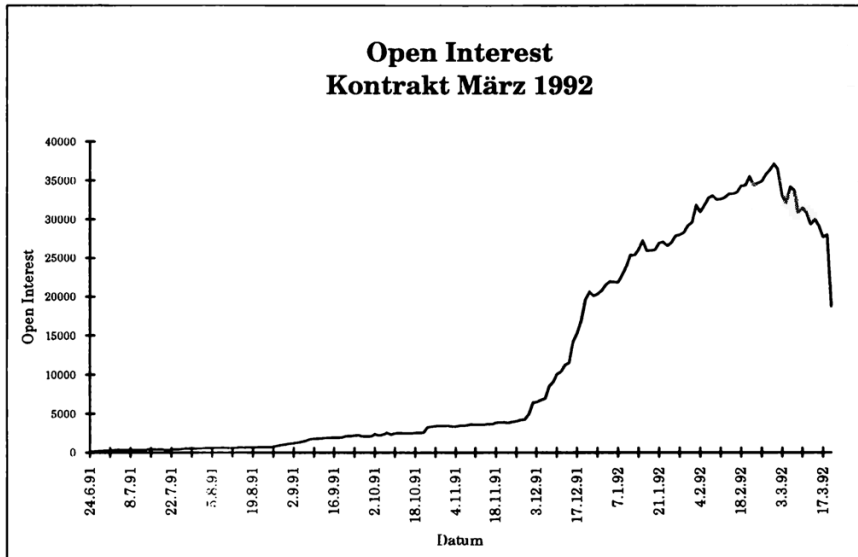


Abbildung 3

Quelle: Deutsche Finanzmarktdatenbank

Tabelle 2

Open Interest und Cash-Settlement beim DAX-Future

Kontrakt	Anzahl der Cash-Settled-Kontrakte	Durchschnittlicher Open Interest	Maximaler Open Interest ^a
DEC 90	2426	2494,58	3862 62,82 %
MAR 91	8354	7770,25	12664 65,97 %
JUN 91	7320	9649,65	21106 34,68 %
SEP 91	6860	9276,28	29419 23,32 %
DEC 91	7816	7285,86	25453 30,71 %
MAR 92	18789	11432,08	37128 50,61 %
JUN 92	14141	16149,65	43695 32,36 %
SEP 92	26601	17988,54	50491 52,68 %
DEC 92	16051	19912,02	58195 27,58 %
MAR 93	28514	23160,08	71723 39,76 %
JUN 93	19199	24980,97	64886 29,59 %
SEP 93	32899	24487,17	89924 36,59 %
DEC 93	15625	30243,76	88135 17,73 %
Mittelwert		16442,17	

^a Anteil der Cash-Settled-Kontrakte am maximalen Open Interest in Prozent.

Quelle: Deutsche Finanzmarktdatenbank.

ties, the cash settlement feature of index options and futures, and the stock market procedures for accomodating the unwinding of index arbitrage positions in the underlying index stocks⁷."

Die Cash and Carry Index-Arbitrage macht es erforderlich, daß der jeweilige Aktienindex effektiv nachgebildet wird. Dazu müssen die Arbitrageure die Aktien, auf denen der Index basiert – das sind im Falle des DAX 30 Aktien –, in den passenden Proportionen kaufen bzw. leerverkaufen. In der Cash and Carry-Arbitrage wird dieses Portefeuille bis zum Fälligkeitstag des Futures-Kontraktes gehalten. Als Folge des Cash-Settlements wird an diesem Tag dieses unter Umständen sehr umfangreiche Portefeuille verkauft bzw. der Leerverkauf durch Rückkäufe glattgestellt. Liquidieren viele Arbitrageure gleichzeitig ihre Portefeuilles, so kann dies an den Spot-Teilmärkten für diese Aktien zu einem Preisdruck führen. Dieser Preisdruck wirkt sich dann auf den Index aus.

Eine weitere Ursache für Expiration-Day-Effekte wird in der Möglichkeit gesehen, den Final Cash-Settlementpreis zu manipulieren. Kumar/Seppi (1992) widmen sich der Fragestellung, ob uninformierte Investoren in der Lage sind, mittels der Einflußnahme auf die Spot-Preise der jeweils zum Index gehörenden Aktien, Gewinne zu erzielen.

Diese Akteure unternehmen nacheinander die in Tabelle (3) beschriebenen Aktivitäten. Zur Vereinfachung gehen Kumar/Seppi von einer Liquidation der Index-Aktien zum Zeitpunkt 4 aus. Die von den Akteuren vollzogene Strategie in einem Futures-Markt mit Final Cash-Settlement ist einfach. Hat ein Investor einen Futures-Kontrakt⁸ gekauft, so ist er an einem möglichst hohen Settlementpreis S_T interessiert. Durch die Barabwicklung erhält der Investor am Schlußabrechnungstag des Futures-Kontraktes $S_T - F_t$. Das Interesse des Investors läßt sich somit mittels folgender Beziehung beschreiben:

$$(1) \quad \text{Max}_{S_T} \{ S_T - F_t \}$$

Durch massive Aktienkäufe am Schlußabrechnungstag möglichst zum Schlußabrechnungskurs versucht der Investor, die Aktienkurse zu erhöhen⁹. Treten viele Investoren gleichzeitig auf, verstärkt sich dieser Effekt. Ist der Wert der Futures-Position größer als der Wert der Kassa-

⁷ Siehe *Stoll/Whaley* (1986), S. 2.

⁸ D.h., er hat kein Index-Portefeuille nachgebildet.

⁹ Auf US-amerikanischen Märkten wird dies auch als „Punching the Settlement Price“ bezeichnet. Siehe auch *Kumar/Seppi* (1992), S. 1486.

Position, ist also der zusätzliche Gewinn aus dem Final Cash-Settlement größer als der Verlust aus der Kassa-Position, ergibt sich ein positiver Gesamtgewinn für den Investor.

Ist ein Manipulator eine Short-Futures-Position eingegangen, versucht er, mittels Verkäufen am Spot-Markt, den Settlementpreis zu drücken. Sein Interesse ist dem eines Long Manipulators entgegengesetzt:

$$(2) \quad \underset{S_T}{\text{Max}}\{F_t - S_T\}$$

Kumar/Seppi gehen dabei von folgendem Grundmodell aus.

In diesem Modell werden vier verschiedene Akteure unterschieden:

1. Risikoneutraler informierter Akteur (Informed Trader); bekommt zum Zeitpunkt 2 Insiderinformationen bezüglich des Wertes der Indexaktien (zum Zeitpunkt 4);
2. Uninformierte „Noise Trader“;
3. Risikoneutrale Market Maker und Floor Trader (deren Aktivitäten nicht in der Tabelle (3) berücksichtigt werden);
4. Risikoneutraler uninformierter Manipulator.

In dem Modell verliert der Manipulator auf dem Spot-Markt, während er auf dem Futures-Markt gewinnt. In einem modifizierten Grundmodell zeigen die Autoren, daß die erwartete Kursänderung durch Manipulatoren gegen Null konvergiert, wenn man die Anzahl der Manipulatoren gegen unendlich streben läßt. Ökonomisch läßt sich diese Tatsache folgendermaßen veranschaulichen:

Jeder Manipulator kann zwei Strategien spielen. Entweder versucht er, den Settlement-Preis nach oben zu manipulieren, wenn er eine Long-Futures-Position eingegangen ist. Oder aber er ist eine Short-Futures-Position eingegangen und versucht, den Settlement-Preis nach unten zu manipulieren. In der Praxis dürfte letzteres auf dem deutschen Markt sicherlich die schwieriger durchzuführende Strategie darstellen. Der Manipulator müßte massiv Verkaufsorders auf dem Markt plazieren. Dies führt dann zur bekannten Leerverkaufsproblematik¹⁰.

¹⁰ Dies dürfte in der Praxis die Ergebnisse dieses Abschnittes dahingehend relativieren, daß der Settlement-Preis im wesentlichen nur nach oben manipulierbar ist.

Tabelle 3
Handelsmodell nach Kumar/Seppi (1992)

Zeitpunkt	1	2	3 Schluß- abrechnungstag	4 Liquidations- zahlung
Futures-Markt	Manipulator (ver-)kauft Futures-Kontrakt Noise Trader		Futures Cash- Settlement	
Kassa-Markt		Manipulator (ver-)kauft Indexaktien Noise Trader Informed Trader		Glattstellung der Aktienposition des Manipulators

Aggregiert man alle Kauf- und Verkaufsorders, dann zeigt sich, daß kein Preisdruck mehr durchsetzbar wird. Vielmehr erhält der Markt einen Liquiditätsschub und eine erhöhte Volatilität.

Eine weitverbreitete Ansicht ist, die Einführung von Futures-Kontrakten habe dem Kassamarkt Liquidität entzogen. Studien in den U.S.A. haben jedoch bestätigt, daß die Einführung der Futures-Märkte eher zu Liquiditätssteigerungen führte¹¹. Eine Folgewirkung des obigen Modells ist die Verlagerung der Liquidität vom Futures-Markt zum Kassamarkt¹².

II. Überblick über bisherige Untersuchungen

1. Untersuchungen bezüglich der Kursvolatilität

Verschiedene Autoren haben bisher Regelmäßigkeiten in der wöchentlichen Kursentwicklung von Aktien aufgedeckt¹³. Neben der Kursentwicklung war auch der Einfluß von Handelsunterbrechungen Gegenstand dieser Untersuchungen¹⁴. Generell fällt sowohl die Volatilität zwischen zwei Handelstagen als auch die Volatilität über das Wochenende in bezug auf die längere Zeitspanne unterproportional aus.

¹¹ Siehe *Stoll/Whaley* (1986), S. 15.

¹² Siehe *Kumar/Seppi* (1992), S. 1491.

¹³ Siehe *French/Roll* (1986), *Stoll/Whaley* (1990a - d) oder *Foster/Viswanathan* (1993).

¹⁴ Siehe *Stoll/Whaley* (1990a).

Stoll/Whaley (1990b, S. 39ff.) sehen eine erhöhte Kursvolatilität zur Handelseröffnung in dem Handelssystem an der New York Stock Exchange begründet. Die Kauf- und Verkaufsaufträge der Investoren werden wie in Deutschland auch über Nacht angesammelt. Die Abwicklung der Orders erfolgt dann nach dem Meistumsatzprinzip, d.h., zur Eröffnung handeln vorwiegend Investoren, während die professionellen Händler lediglich etwaige kleinere Ungleichgewichte ausgleichen. Danach werden die eingehenden Handelsaufträge nach dem Eintreffen abgewickelt. Stoll/Whaley argumentieren, daß die Abwicklung dieser späteren Aufträge in der Regel das Einschreiten eines Händlers erfordert. Die Händler, die zur Eröffnung des Handels etwaige Ungleichgewichte wahrgenommen haben, können nun auf eigene Rechnung versuchen, diese gewinnbringend auszunutzen. Das Handelssystem zur Eröffnung des Handels bedingt also unter Umständen einen Preisdruck, der sich nach der Eröffnungsprozedur abbaut. Dies würde eine erhöhte Volatilität in den ersten Handelsminuten erklären.

Diese Überlegungen werden durch die Ergebnisse von Jain/Joh (1988) bestätigt. Die Autoren haben um 50 % erhöhte durchschnittliche Aktienumsätze der S&P 500 Indexaktien in der ersten Handelsstunde im Vergleich zum gesamten durchschnittlichen täglichen Umsatzvolumen festgestellt. Anhand von stündlichen Umsatzdaten von 1973 bis 1983 haben Jain/Joh (1988) einen U-förmigen Verlauf der Aktienumsätze innerhalb eines Handelstages festgestellt. Ein umgekehrter Verlauf wurde dagegen bezüglich der Wochentage festgestellt. Aktienumsätze steigen von Montag bis Mittwoch und fallen dann wieder bis Freitag. Bezüglich der Aktienrenditen zeigt sich, daß die negativen Renditen des Wochenendeffektes vor und während der ersten Handelsstunde am Montag entstehen. Außer montags kommen die größten durchschnittlichen Renditen in der ersten Handelsstunde vor. Jain/Joh (1988) stellen eine starke positive Korrelation zwischen absoluten Intraday-Renditen und dem Umsatzvolumen fest.

Auf der Basis von Intraday-Daten wird in den USA ein U-förmiger Verlauf der Volatilität festgestellt¹⁵. Wood/McInish/Ord (1985) beobachten in den ersten 30 Handelsminuten durchschnittlich höhere Renditen und Volatilitäten. Sie führen dies auf die Verarbeitung von Overnight-Renditen durch den Markt zurück. Am Ende des Handelstages nehmen die Kursschwankungen wieder zu. Die Ergebnisse von Wood/McInish/Ord (1985, S. 730) verdeutlichen, daß der „return-generating process“ für die Intraday-Renditen sich im Tagesablauf systematisch verändert. Die Autoren sehen vier verschiedene Verteilungen bestätigt:

¹⁵ Siehe Wood/McInish/Ord (1985).

- Eine Verteilung der Renditen über Nacht.
- Eine Verteilung der Renditen zur Eröffnung des Handels.
- Eine Verteilung der Renditen zum Handelsschluß.
- Eine Verteilung der Renditen innerhalb des Handelstages zwischen der Eröffnungsperiode und dem Handelsschluß.

Nach den Angaben der Autoren entspricht lediglich die letzte der vier Verteilungen einer Normalverteilung. Im Einklang zu Wood/McInish/Ord (1985) stellen Oldfield/Rogalski (1980) eine im Wochenablauf identische, jedoch von der Tageszeit abhängige Verteilung der Aktienrenditen fest¹⁶.

Einige Untersuchungen stellen einen Zusammenhang zwischen Handelsumsätzen und Kursschwankungen her. Foster/Viswanathan (1993) gehen davon aus, daß steigende Umsätze einen erhöhten Informationsfluß anzeigen. Dabei stellen sie einen positiven Zusammenhang zwischen Handelsvolumen und Kursschwankungen fest. Foster/Viswanathan können aber keine signifikante Variation der Intraday-Volatilität feststellen.

2. Untersuchungen an Fälligkeitstagen von Futures-Kontrakten

Vor allem Stoll und Whaley widmen sich der empirischen Untersuchung von Expiration-Day-Effekten¹⁷. Am Schlußabrechnungstag sind zwei Effekte zu unterscheiden: zum einen die erhöhte Volatilität als Folge von Manipulation oder der Auflösung von Arbitragepositionen; zum anderen entsteht ein Preisdruck auf dem Kassamarkt, wenn eine der beiden Arbitragestrategien oder Manipulationsmöglichkeiten dominiert. Es ist aber auch denkbar, daß sich Arbitrage und Manipulation gegenseitig aufheben. Auf dem Spot-Markt kann jedenfalls nur der Nettoeffekt beobachtet werden.

Geht man davon aus, daß auf einem Markt Trader, Spekulanten, Hedger, Arbitrageure und Manipulatoren agieren, so zeigt sich, daß ausschließlich die beiden letzten Gruppen einen Einfluß auf etwaige Expiration-Day-Effekte am Kassamarkt ausüben können. Das Verhalten der anderen Gruppen weist zu diesem Zeitpunkt keine Besonderheiten auf. Ein weiteres Indiz für das Ausmaß von Expiration-Day-Effekten stellt die Anzahl der offenen Kontrakte dar¹⁸. Ein niedriger „Open Interest“

¹⁶ Oldfield/Rogalski (1980) sehen durch ihre Ergebnisse bestätigt, daß die Renditen für einzelne Tagesperioden einem autoregressiven Sprungprozeß folgen.

¹⁷ Siehe Stoll/Whaley (1986, 1987, 1990a, 1990b, 1990c, 1990d).

¹⁸ Siehe Stoll/Whaley (1987), S. 20.

bedeutet ein geringes Potential für abnormale Preiseffekte als Folge der Glättstellung von Arbitragepositionen.

Ein Arbitrageur, der eine Long-Position in Index-Aktien hält, wird diese am Fälligkeitstag des Futures-Kontraktes verkaufen. Wenn dadurch ein Preisdruck auf die Indexaktien entsteht, fällt der Final Settlementpreis des Futures-Kontraktes. Hält ein Arbitrageur eine Short-Position am Kassamarkt, bzw. hat er die Aktien, die er bereits besaß, verkauft, oder aber hat er sich die Aktien geliehen, dann muß er diese am Schlußabrechnungstag des Futures zurückkaufen. Die zusätzliche Nachfrage könnte zu einer Erhöhung des Final Settlementpreises führen. Da aber der Anteil der Manipulatoren und Arbitrageure an den offenen Kontrakten nicht bekannt ist und auch die Aufteilung der Arbitrageure nach Long- und Short-Positionen am Kassamarkt nicht zu erkennen ist, kann der Markt die absolute Höhe dieser Preiseffekte nicht voraussehen¹⁹.

Hat der Preisdruck auf dem Kassamarkt abnormale Preisveränderungen zur Folge, dann würden sich die Preise am nächsten Tag normalisieren. Die Messung dieses Preis „Reversals“ ist aber nicht unproblematisch. Zumindest zum Teil enthält der Preis am folgenden Tag bereits neue Informationen.

Wie Abbildung (4) zeigt, hängt der Marktpreis nach seiner Reaktion auf einen Preisdruck von der neu eingetroffenen und vom Markt berücksichtigten Information ab. Somit ist es für den einzelnen Reversal nicht möglich, das Ausmaß des Einflusses des Preisdruckes zu ermitteln. Geht man aber davon aus, daß sich langfristig betrachtet positive und negative Informationen die Waage halten und die Wirkung des Preisdruckes im Zeitablauf konstant bleibt, kann man diesen Mittelwert des Preisdruckes ermitteln.

Berücksichtigt man die Tatsache, daß der Schlußabrechnungspreis des DAX – Futures auf Grund der Eröffnungskurse an dem jeweiligen Freitag ermittelt wird, dann sind zwei Index-Renditen von Interesse.

Zum einen ist die Indexrendite vom Schlußkurs am Vortag (Donnerstag) bis zum Eröffnungskurs am Schlußabrechnungstag (Freitag) von Interesse²⁰.

$$(3) \quad R_{T-1,T} = \frac{S_{\text{Eröffnung},T} - S_{\text{Schluß},T-1}}{S_{\text{Schluß},T-1}} \cdot 100$$

¹⁹ Siehe *Stoll/Whaley* (1986), S. 36.

²⁰ Siehe *Stoll/Whaley* (1990a), S. 10 ff. Dies wird im folgenden als Reversal zum Eröffnungskurs bezeichnet.

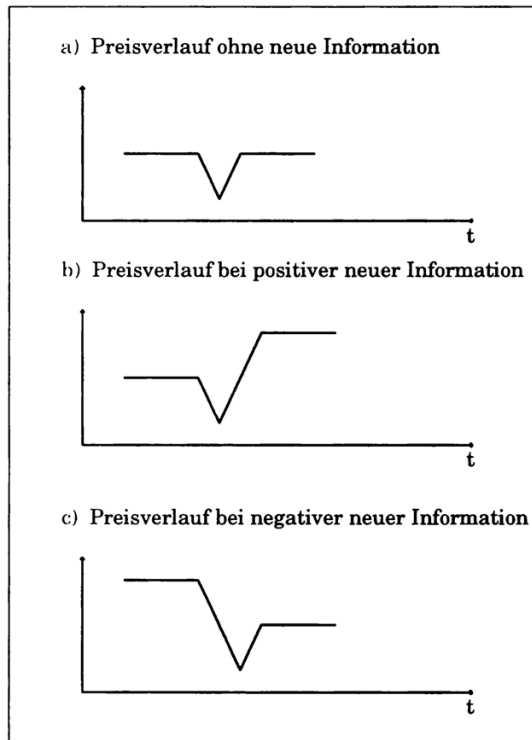


Abb. 4: Mögliche Kursverläufe bei Preisdruck²¹.

Zum anderen ist es sinnvoll, die Preisentwicklung des Indexes Δt Zeiteinheiten nach dem Eröffnungskurs am Schlußabrechnungstag zu untersuchen.

$$(4) \quad R_{T,T+\Delta t} = \frac{S_{\text{Eröffnung}+\Delta t,T} - S_{\text{Eröffnung},T}}{S_{\text{Eröffnung},T}} \cdot 100$$

Stoll und Whaley (1990a, S. 10) verwenden z.B. $\Delta t = 30$ Minuten in ihren Untersuchungen. Zwei Arten von Reversals sind möglich.

- Die Rendite $R_{T-1,T}$ des Indexes vom Schlußkurs am Vortag bis zum Eröffnungskurs am Schlußabrechnungstag ist als Folge des Preisdruckes negativ. Dann sollte sich in den auf die Feststellung der Eröffnungskurse folgenden Minuten eine positive Rendite $R_{T,T+\Delta t}$ einstellen.

²¹ Quelle: Stoll/Whaley (1986), S. 43.

- Die Rendite $R_{T-1,T}$ des Indexes vom Schlußkurs am Vortag bis zum Eröffnungskurs am Schlußabrechnungstag ist nicht negativ. Dann sollte sich eine negative Rendite $R_{T,T+\Delta t}$ einstellen.

Der Reversal der Renditen REV wird somit gemessen durch²²:

$$(5) \quad REV = \begin{cases} R_{T,T+\Delta t} & \text{falls } R_{T-1,T} < 0 \\ -R_{T,T+\Delta t} & \text{falls } R_{T-1,T} \geq 0. \end{cases}$$

Der einzelne Reversal enthält noch die Preisveränderung, die sich durch die Verarbeitung der über Nacht neu eingetroffenen Information ergibt.

Reversal = Effekt des Preisdrucks (φ) + Effekt der Information (ε).

Geht man davon aus, daß die Wirkung der Information auf den Index den Erwartungswert $E(\varepsilon) = 0$ besitzt, dann gilt für den Erwartungswert des Reversals:

$$(6) \quad E(\bar{REV}) = E(\varphi) + E(\varepsilon) = E(\varphi).$$

Somit kann der Erwartungswert des Reversals, das ist der Einfluß des auslaufenden Futures-Kontraktes auf den Preis des Indexes, durch den Mittelwert des Reversals erwartungstreu geschätzt werden

$$(7) \quad \hat{REV} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n REV_i,$$

wobei n in diesem Fall die Anzahl der beobachteten Schlußabrechnungstage darstellt.

Die U.S.-amerikanischen Index-Futures-Kontrakte wurden zunächst bis März 1987 mit den Schlußkursen der Indexaktien am dritten Freitag im Verfallsmonat abgerechnet. Wegen der gleichzeitigen Fälligkeit von Futures-Kontrakten, Optionen auf den Index und Optionen auf einzelne Aktien an diesem Tag mit der Abrechnung zum Schlußkurs wurde diese Stunde „Triple-Whitching-Hour“ genannt. Da empirische Untersuchungen²³ die verstärkende Wirkung dieser Kontraktausläufe bestätigten,

²² Stoll/Whaley (1990a) ermitteln zusätzlich zu dem Portfolioreversal den Reversal für jede Aktie. Letzterer wird zunächst über alle Indexaktien gleichgewichtet gemittelt und danach der Mittelwert aller durchschnittlichen Reversals im Zeitablauf gebildet. Die Tatsache, daß der Indexreversal an jedem Schlußabrechnungstag gleichgewichtet ermittelt wird, ist insofern problematisch, als dies nicht die Gewichtung des Indexes widerspiegelt.

²³ Siehe z.B. Stoll/Whaley (1986).

wurde ab Juni 1987 das Settlement des S&P 500 und NYSE Index Futures und Optionen auf den Eröffnungskurs des Freitags umgestellt. Das Settlement der Futures- und Options-Kontrakte des Major-Market-Indexes, S&P 100 und des Value-Line-Indexes blieb bestehen.

Stoll und Whaley (1990a) haben den Einfluß der Umstellung des Settlements auf den durchschnittlichen Preis-Reversal untersucht. Die Preiseffekte nach der Umstellung wurden mit denen vorher verglichen. Dazu war jedoch eine Umstellung der Definition des Reversals nötig. Vor der Umstellung wurde die Rendite in der letzten halben Stunde vor dem Schlußkurs,

$$(8) \quad R_{T,T-\Delta t} = \frac{S_{\text{Schluß},T} - S_{\text{Schluß}-\Delta t,T}}{S_{\text{Schluß}-\Delta t,T}} \cdot 100,$$

verglichen mit der Rendite von dem Schlußkurs am Fälligkeitstag bis zum Eröffnungskurs des folgenden Handelstages²⁴.

$$(9) \quad R_{T,T+1} = \frac{S_{\text{Eröffnung},T+1} - S_{\text{Schluß},T}}{S_{\text{Schluß},T}} \cdot 100$$

Die Definition des Reversals erfolgt analog zu obigem Vorgehen:

$$(10) \quad REV = \begin{cases} R_{T,T+1} & \text{falls } R_{T,T-\Delta t} < 0 \\ -R_{T,T+1} & \text{falls } R_{T,T-\Delta t} \geq 0. \end{cases}$$

In ihrer Untersuchung aus dem Jahre 1986 ermitteln Stoll und Whaley die durchschnittlichen Reversals für den S&P 500 Futures-Kontrakt. Dabei unterscheiden sie Schlußabrechnungstage, an denen Futures-Kontrakte und Optionen fällig werden, Tage, an denen nur Optionen fällig werden, und Tage, an denen weder Optionen noch Futures fällig werden. Das Untersuchungsdesign von 1986 weicht jedoch geringfügig von dem Design späterer Untersuchungen ab. Um Reversals zu identifizieren, vergleichen sie die Rendite in der letzten Stunde am Schlußabrechnungstag mit der Rendite der ersten halben Stunde am nächsten darauffolgenden Handelstag. Diese Methode vernachlässigt aber die für die Preisanpassung wichtige Rendite vom Schlußkurs des Schlußabrechnungstages bis zum Eröffnungskurs des nächsten Handelstages und damit eine entscheidende Komponente bei dem Preisanpassungsprozeß.

Die empirische Untersuchung von Stoll/Whaley (1990d) kommt zu folgenden Ergebnissen:

²⁴ Siehe *Stoll/Whaley* (1990b), S. 11. Dies wird im folgenden als Reversal zum Schlußkurs bezeichnet.

- Die Preis-Reversals zum Eröffnungskurs sind nach 1987 signifikant gestiegen.
- Die Preis-Reversals zum Schlußkurs sind nach 1987 signifikant gefallen.
- Die Preis-Reversals an Schlußabrechnungstagen sind signifikant größer als die Reversals an den anderen Tagen.

Zu der Untersuchung von Stoll und Whaley ist noch kritisch anzumerken, daß angesichts eines Stichprobenumfangs von 18 bzw. 9 die Signifikanz eines einfachen t-Tests kritisch zu beurteilen ist. Die Annahme der Normalverteilung der Reversals, die diesem Test zugrunde liegt, würde einer kritischen Prüfung wahrscheinlich nicht standhalten.

Die Ergebnisse von Stoll/Whaley werden von Herbst/Maberly (1990) bestätigt. Durch die Umstellung des Settlements erfolgte eine Verschiebung der Volatilität²⁵: „The new settlement procedures have been successful in significantly reducing triple witching hour volatility. However, this has occurred at the expense of a significant increase in first hour volatility. Volatility has been shifted within the day.“

Eine andere Methodik, die jedoch zu identischen Ergebnissen führt, verfolgen *Herbst/Maberly* (1991). Die Autoren ermitteln am Fälligkeitstag des Futures den fairen Indexwert anhand der aktuellen Notierungen des Futures mit der nachfolgend kürzesten Restlaufzeit. Das verwendete Preismodell für den rechnerischen fairen Wert des Futures-Kontraktes (keine Steuern) geht von einer konstanten Dividendenrendite aus. Sie ermitteln den erwarteten Reversal wie folgt:

$$REV = \begin{cases} 0 & \text{falls } F_t = F_t^* \\ \ln\left(\frac{S_t^{cl}}{S_t^*}\right) \cdot 100 & \text{falls } F_t \neq F_t^* \wedge (S_t^{cl} - S_{t=14 \text{ Uhr}}) > 0 \\ \ln\left(\frac{S_t^*}{S_t^{cl}}\right) \cdot 100 & \text{falls } F_t \neq F_t^* \wedge (S_t^{cl} - S_{t=14 \text{ Uhr}}) < 0 \end{cases}$$

wobei:

S_t^{cl} = S&P 500 Schlußstand um 15 Uhr.

S_t^* = rechnerischer Indexstand, der sich auf der Basis des Futures-Settlementpreises (nachfolgend kürzeste Laufzeit) bei angenommener fairer Bepreisung ergibt.

$S_{t=14 \text{ Uhr}}$ = Indexstand um 14 Uhr.

F_t = Settlementpreis des nachfolgend kürzesten Kontraktes (15:15 Uhr).

F_t^* = Fairer Futureswert auf Basis von S_t^{cl} .

²⁵ Siehe *Herbst/Maberly* (1990), S. 324.

Dieses Vorgehen setzt aber ein korrektes Preismodell und Futures-Notierungen voraus, die keine Indexarbitrage ermöglichen. Zudem erfolgt die Bewertung des Futures-Kontraktes mit Indexwerten, die 15 Minuten vor der Ermittlung des Settlementpreises liegen.

Loistl/Kobinger (1992, S. 80 ff.) haben den Mittelwert der DAX-Intraday-Volatilität den Schwankungen an Verfallstagen gegenübergestellt. Die Ergebnisse von Juli 1991 bis Dezember 1991 deuten nicht auf Expiration-Day-Effekte hin. Hingegen stellen Loistl/Kobinger erhöhte Volatilitäten an Verfalltagen von Aktienoptionen von 13.15 Uhr bis 13.35 Uhr fest.

An Verfalltagen des DAX-Futures ist jedoch von 10.30 Uhr bis 11 Uhr keine erhöhte Volatilität feststellbar. Da Loistl/Kobinger (1992, S. 82) lediglich zwei Verfalltage betrachten (September und Dezember 1991), ist dieses Ergebnis nicht überzubewerten.

III. Empirische Ergebnisse

1. Datenbasis

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren auf den während der Handelszeit an der Frankfurter Wertpapierbörse von 10.30 Uhr bis 13.30 Uhr minütlich ermittelten Notierungen des DAX-Indexes von 2.1.1991 bis 30.12.1993²⁶. Somit ist es theoretisch möglich, bis zu 180 Indexwerte börsentäglich zu berechnen. Der Deutsche Aktienindex basiert auf den variablen Notierungen von 30 Aktiengesellschaften. Der Index wird um Kursbewegungen, die auf Ereignissen wie Kapitalerhöhungen oder Dividendenzahlungen beruhen, bereinigt²⁷. Da diese Bereinigungen jeweils vor dem Handelsbeginn erfolgen, haben sie keinen Einfluß auf die Intraday-Ermittlung des DAX-Indexes.

Wie bereits in der Einleitung erläutert, wird der Eröffnungswert des DAX veröffentlicht (erste DAX-Notiz), wenn für mindestens 15 Werte der Eröffnungskurs vorliegt und die Kapitalisierung der vorhandenen Kurse mindestens 70% des Grundkapitals aller Gesellschaften beträgt. Im Durchschnitt wird der erste DAX-Wert um 10.33 Uhr veröffentlicht. Der früheste Veröffentlichungszeitpunkt im Untersuchungszeitraum war

²⁶ Wir bedanken uns bei der Frankfurter Wertpapierbörse für die Überlassung der minütlichen DAX-Werte.

²⁷ Zur Beschreibung des Deutschen Aktienindex siehe z.B. *Janßen/Rudolph* (1992).

10.31 Uhr. Abbildung (5) gibt einen Überblick über die Verteilung der Uhrzeit der Veröffentlichung der ersten DAX-Notiz.

Der späteste Zeitpunkt der Bekanntgabe des Eröffnungswertes um 10.50 Uhr betrifft den 19.8.1991, den Montag nach der Gorbatschow-Krise. Abbildung (5) zeigt auch, daß in 98 % aller 727 Handelstage, die in der empirischen Untersuchung berücksichtigt werden, der Eröffnungswert des DAX bis 10.35 Uhr bekanntgegeben wird.

Im Untersuchungszeitraum stehen 124 089 Beobachtungen zur Verfügung. Da der Deutsche Aktienindex nicht ermittelt wird, falls keine neuen Kurse vorliegen, enthält die Originalzeitreihe Lücken²⁸. Liegt an einem der minütlichen Berechnungszeitpunkte kein DAX-Wert vor, so wird angenommen, daß keine neuen Aktienkurse zustande gekommen sind. Dementsprechend wird als DAX-Ersatzwert zu diesen Zeitpunkten der jeweils vorausgehende DAX-Wert in der empirischen Untersuchung verwendet. Zur Ermittlung der Intraday-Volatilität werden ausschließlich Zeitintervalle mit weniger als 5 in Folge verwendeten DAX-Ersatzwerten herangezogen. Nach dem Auffüllen der Lücken in der DAX-Zeitreihe mit Ersatzwerten steigt die Anzahl der Beobachtungen auf 135 050.

Abbildung (6) zeigt den Verlauf des DAX-Indexes basierend auf den täglichen Eröffnungswerten, wie sie von der Frankfurter Wertpapierbörse veröffentlicht werden. Der Einbruch am 19.8.1991 und der Anstieg der Kurse im Kalenderjahr 1993 sind deutlich zu erkennen.

2. Reversals

In diesem Abschnitt wird eine zu der Untersuchung von Stoll/Whaley (1990d) vergleichbare Analyse der DAX-Daten durchgeführt. Da ausschließlich Intraday-Indexwerte zur Verfügung stehen, ist die Ermittlung durchschnittlicher Reversals von einzelnen Aktien nicht möglich. Von den 12 Verfallterminen²⁹, die der Untersuchungszeitraum umfaßt, wird der 19.6.1992 ausgeschlossen, weil in diesem Jahr feiertagsbedingt der 16.6.1992 den letzten Handelstag des DAX-Futures darstellt.

²⁸ Zur Durchführung eines Plausibilitätstests wird die Ermittlung des DAX auch bei einem Indexsprung über 1 % zwischen zwei DAX-Werten unterbrochen. Die Originalzeitreihe enthält jedoch im Untersuchungszeitraum keine derartigen Intraday-Indexrenditen. Siehe *Janßen/Rudolph* (1992), S. 7f.

²⁹ Folgende Fälligkeitstage (mit den jeweils vorausgehenden Donnerstagen) wurden berücksichtigt: 15.3.91, 21.6.91, 20.9.91, 20.12.91, 20.3.92, 18.9.92, 18.12.92, 19.3.93, 18.6.93, 17.9.93, 17.12.93.

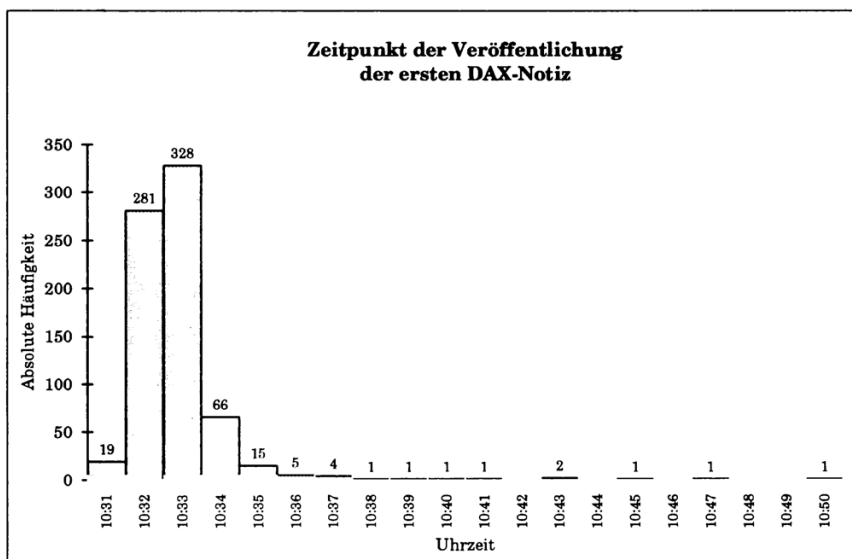


Abbildung 5

Quelle: Eigene Berechnungen

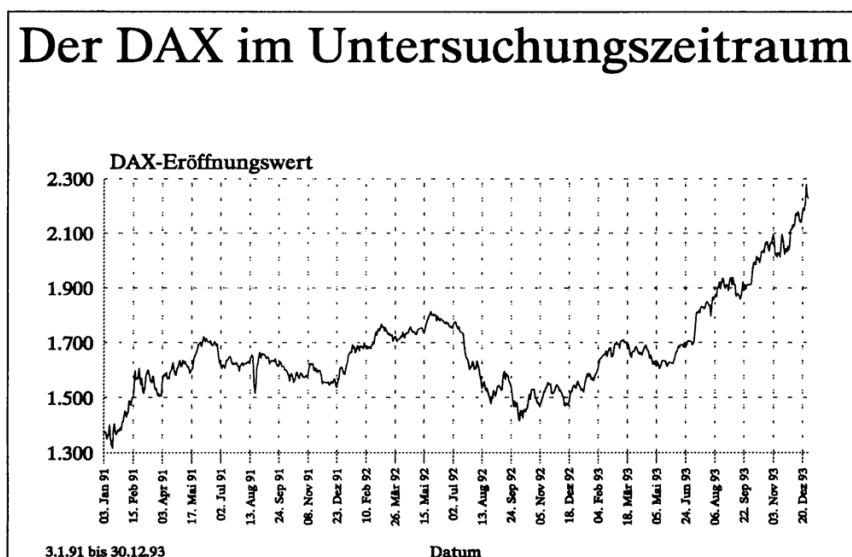


Abbildung 6

Quelle: Deutsche Börse AG

Tabelle (4) verdeutlicht die gemäß Gleichung (5) gemessenen durchschnittlichen Reversals:

Die Ergebnisse in Tabelle (4) stimmen nicht mit dem vergleichbaren Teil der Stoll/Whaley (1990d)-Untersuchung überein. Die durchschnittlichen Reversals sind an allen Tagen negativ. Die Reversals an Tagen mit Verfall und ohne Verfall unterscheiden sich nicht signifikant. Statistisch gesehen ist (außer, daß die Reversals an Freitagen ohne Verfall des Futures signifikant negativ sind) kein Expiration-Day-Effekt festzustellen.

Die Ergebnisse unterscheiden sich auch deutlich von denen von Röder (1994). Dies läßt sich jedoch mit der unterschiedlichen Datenbasis erklären. Die Untersuchung von Röder (1994) beinhaltet den Zeitraum vom 2.1.1991 bis 30.12.1992. Offensichtlich sind die Ergebnisse unserer Untersuchung durch den starken Kursanstieg im Kalenderjahr 1993 beeinflusst.

Die Ergebnisse von Tabelle (4) sind aufgrund verschiedener Einwendungen nur unter Vorbehalt zu interpretieren. Zunächst sind hier ebenfalls statistische Einwände anzuführen:

- Der Stichprobenumfang der Fälligkeitstage rechtfertigt nicht die Durchführung eines approximativen Gaußtests³⁰.
- Die Annahme einer Normalverteilung der Reversals an Fälligkeitstagen ist nicht gewährleistet. Somit sind die Voraussetzungen für einen Einstichproben-*t*-Test ebenfalls nicht erfüllt.

Deshalb werden die Reversals zusätzlich mit Hilfe nichtparametrischer Verfahren analysiert. Folgende Hypothesen werden betrachtet:

H_0 : Die Verteilungen der Reversals mit Fälligkeit des Futures und ohne Fälligkeit sind identisch

gegen

H_1 : Verteilungsfunktion der Reversals mit Fälligkeit des Futures < Verteilungsfunktion der Reversals ohne Fälligkeit des Futures.

Sowohl der Mann-Whitney-*U*-Test als auch der Kolmogoroff-Smirnov-Zweistichproben-Test beruhen auf folgenden Annahmen:

- zwei unabhängige Stichproben.
- mindestens Ordinalskalierung.
- stetige Zufallsvariablen.

³⁰ Da der Stichprobenumfang < 31. Siehe Bamberg/Baur (1993), S. 188.

Tabelle 4
Reversals

Fälligkeit	Donnerstag ^c			Freitag		
	Anzahl	Reversal	t-St. ^a	Anzahl	Reversal	t-St.
Nur DAX-Futures (t-Statistik)	11	-0,1018 (0,65) ^b	-1,23	11	-0,0231 (-0,49) ^b	-0,25
Nur Optionen (t-Statistik)	21	-0,0712 (0,37) ^b	-1,07	22	-0,0698 (0,01) ^b	-2,10
Keine Fälligkeit	113	-0,0451	-1,78	111	-0,0696	-2,69

^a t-Statistik bzgl. der Nullhypothese, daß der Mittelwert der Reversals gleich Null ist.

^b Testfunktion des approximativen Zweistichproben-Gaußtests bezüglich der Nullhypothese, daß die Differenz der Mittelwerte der Reversals an Fälligkeitstagen und an Nichtfälligkeitstagen gleich Null ist. Siehe Bamberg/Baur (1993) S. 194.

^c Bei „Donnerstagen mit Verfall“ handelt es sich um den Handelstag vor dem Verfall des entsprechenden Kontraktes bzw. der Option.

Quelle: Eigene Berechnungen

Der Mann-Whitney-Test toleriert einige diskrete Bestandteile der beteiligten Wahrscheinlichkeitsverteilungen³¹, während sich das Ergebnis des Kolmogoroff-Smirnov-Tests bei diskreten Zufallsvariablen konservativ hinsichtlich einer Ablehnung der Nullhypothese verändert³².

Keines der verwendeten nichtparametrischen Verfahren führt zu einer Ablehnung der Nullhypothese.

Ein weiterer Einwand betrifft die gleichzeitige Fälligkeit von Aktienoptionen und DAX-Futures an der DTB. Da die Aktienoptionen monatlich (jeweils am dritten Freitag) verfallen, ist eine Trennung von Verfalltagen und Nichtverfalltagen nur bedingt möglich. Gegen dieses Argument ist jedoch anzuführen, daß das Cash-Settlement des DAX-Futures-Kontraktes zu den Eröffnungskursen der DAX-Gesellschaften erfolgt. Demgegenüber ist die Ausübung der Aktienoptionen den ganzen Verfalltag über möglich. Ein eindeutiger zeitpunktbezogener Effekt ist somit hier nicht zu erwarten. Deshalb gibt Tabelle (4) die weitere Aufteilung der durchschnittlichen Reversals für Nichtfälligkeitstage des DAX-Futures an.

In diesem Fall ist keine signifikante Abweichung der Reversals der beiden Gruppen an Freitagen feststellbar. Somit ist, zumindest statistisch gesehen, der obige Einwand entschärft.

Eine weitere kritische Anmerkung betrifft das verwendete Datenmaterial. Der DAX Eröffnungswert kann gemäß seiner Gewichtung³³ bis zu

³¹ Siehe Conover (1971), S. 224.

³² Siehe Conover (1971), S. 309 und Hartung (1986), S. 522.

³³ Für den Einfluß von Vortagespreisen auf den DAX-Eröffnungswert ist die kumulierte Gewichtung der Gesellschaften mit Vortageskursen und nicht die Anzahl dieser Gesellschaften verantwortlich.

30 % aus den Schlußkursen des Vortages bestehen. Dies führt tendenziell zu einer betragsmäßigen Verkleinerung der Rendite über Nacht und somit zu betragsmäßig niedrigeren Reversals. Da wir aber hinsichtlich des Veröffentlichungszeitpunktes des DAX-Eröffnungswertes keine Unterschiede zwischen Handelstagen mit Verfall von DAX-Future bzw. Optionen und ohne Verfall feststellen konnten, betrifft dieser Effekt die drei Gruppen im gleichen Ausmaß.

Die Ergebnisse dieses Abschnittes bestätigen nicht einen Preisdruck als Folge der Schlußabrechnung des DAX-Futures. Das Gegenargument, daß bei der Betrachtung der Reversals zur Eröffnung Informationen einfließen, die über Nacht eintreffen, gilt hier ebenfalls. Deshalb wird im folgenden Abschnitt die Intraday-Volatilität an Verfalltagen analysiert.

3. Intraday-Volatilität

a) Vorgehensweise in dieser Arbeit

Bei Zugrundelegung des klassischen Black-Scholes-Rahmens folgt der Kurs der betrachteten Aktie einer geometrischen Brownschen Bewegung. Die Volatilität σ ist dann eine wohldefinierte Konstante, nämlich der Faktor, mit dem der Standard-Wiener-Prozeß multipliziert wird. Die Volatilität ist zwar abhängig von der Länge der gewählten Zeitperiode; so gilt beispielsweise:

$$\sigma_{\text{jährlich}}^2 = 52 \cdot \sigma_{\text{wöchentlich}}^2$$

Derartige Relationen sind auch für die Umrechnung der zugehörigen Schätzfunktionen zu beachten. Ist die Zeitperiode jedoch fixiert, z.B. als ein Tag, so ist die Lage des 24-Stunden-Intervalls für den numerischen Wert von σ völlig irrelevant. D.h., es ist gleichgültig, ob man die Volatilität von Börsenschluß zu Börsenschluß registriert, von der Mitte der täglichen Handelszeit bis zur Mitte des nächsten Börsentages usw. Zur Schätzung von σ^2 wird üblicherweise die Stichprobenvarianz der Renditen benutzt. Als „natürliche“ Schätzfunktion für σ wird meist die Stichprobenstandardabweichung verwendet (obwohl man sich dessen bewußt sein sollte, daß diese weder erwartungstreu noch effizient ist). Ausgeklügeltere Schätzverfahren für σ^2 für den Fall, daß nur gewisse Kursdaten zur Verfügung stehen (etwa Eröffnungskurse, Schlußkurse, maximale und minimale Kurse), sind beispielsweise bei Garman/Klass (1980), Parkinson (1980) oder Wiggins (1992) zu finden.

Will man untersuchen, ob die Volatilität nicht nur von der Länge, sondern auch von der Lage der betrachteten Zeitperiode abhängt, so muß man obige Black-Scholes-Welt verlassen³⁴ und eine geeignete Vielfalt von Intervallen zur Schätzung der Volatilität zulassen.

Ziel dieser Arbeit ist die Schätzung und Analyse von Intraday-Volatilität. Es stehen minütliche Kursreihen des DAX zur Verfügung. Die Volatilität wird mittels der Stichprobenvarianz (als erwartungstreue Schätzfunktion für σ^2) der stetigen minütlichen Intraday-Renditen R_t des DAX-Indexes geschätzt:

$$(11) \quad R_t = 100 \cdot \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right).$$

Zur Schätzung der durchschnittlichen täglichen Volatilität wird pro Handelstag ein Wert der Stichprobenvarianz der minütlichen DAX-Renditen ermittelt. Das arithmetische Mittel über alle Werte an Montagen im Jahr 1991 dient dann beispielsweise als Schätzwert für die Intraday-Volatilität an Montagen im Jahr 1991.

Zur Schätzung des zeitlichen Verlaufs (innerhalb eines Handelstages) der Intraday-Volatilität wird der Handelstag an der Frankfurter Wertpapierbörse in 12 disjunkte identisch lange Zeitintervalle von 10.30 Uhr bis 13.30 Uhr aufgeteilt³⁵. Für jedes dieser Intervalle wird die Stichprobenvarianz der minütlichen Renditen an jedem Handelstag ermittelt. Da der DAX-Index aber in der Regel erst ab 10.33 Uhr zur Verfügung steht, läßt sich ein geringfügig niedrigerer Stichprobenumfang des ersten Zeitintervalls nicht vermeiden. DAX-Werte nach 13.30 Uhr finden keine Berücksichtigung.

Somit wird pro Handelstag und Zeitintervall ein Wert der Stichprobenvarianz ermittelt. Das arithmetische Mittel aller Stichprobenvarianzen des betreffenden Zeitintervalls dient als Schätzwert für die minütliche Volatilität σ^2 des entsprechenden Zeitintervalls. Zur graphischen Präsentation wird dann jedoch die Wurzel aus diesem arithmetischen Mittel herangezogen.

³⁴ Für den hier interessierenden DAX ist die Kursdynamik ohnehin auch dann keine geometrische Brownsche Bewegung, wenn dies für jede einzelne Aktie zutreffen würde.

³⁵ Intervall 1 schließt (jeweils einschließlich) alle DAX-Notierungen von 10.30 Uhr bis 10.45 Uhr, Intervall 2 von 10.46 Uhr bis 11.00, usw. ein. Für jeden Handelstag stehen somit 12 zeitlich disjunkte Schätzintervalle der Intraday-Volatilität zur Verfügung.

b) Intraday-Volatilität im Zeitablauf

Abbildung (7) zeigt die Volatilität der Intraday-Renditen nach Wochentag und Kalenderjahr aufgeteilt. Dazu wird für jeden Handelstag ein Wert der Stichprobenvarianz ermittelt. Beispielsweise wird der Schätzwert der Stichprobenvarianz für den Montag mit Hilfe des arithmetischen Mittels über alle Stichprobenvarianzen an Handelstagen, die auf einen Montag fallen, ermittelt. In Abbildung (7) wird dann die Wurzel aus diesem Wert interpretiert. Die Volatilität ist an allen Wochentagen von 1991 auf 1992 und von 1992 auf 1993 gesunken. Tabelle (5) verdeutlicht, daß die Volatilitätsunterschiede zwischen den einzelnen Wochentagen nicht signifikant sind³⁶.

Ein differenziertes Bild zeigt sich bei der Betrachtung der Volatilität, bezogen auf viertelstündige Intervalle in Abbildung (8). Die Standardabweichung der Intraday-Renditen liegt zur Handelseröffnung am höchsten. Es ist jedoch nur eine geringfügige Erhöhung der Volatilität zum Handelsschluß zu beobachten. Die Standardabweichung in der ersten Viertelstunde nach Handelseröffnung liegt etwa 50 % über der Intraday-Standardabweichung der zweiten Viertelstunde. Die Standardabweichung der zweiten Viertelstunde ist um 20 % größer als die Standardabweichung der dritten Viertelstunde des amtlichen Handels. Danach fällt die Standardabweichung von der dritten zur vierten Viertelstunde erneut durchschnittlich um 12 %.

Abbildung (8) verdeutlicht auch, daß die Intraday-Volatilität von 1991 bis 1993 mit Ausnahme der Intervalle von 11.31 bis 12.00 Uhr und von 12.46 bis 13.15 Uhr fällt. Besonders deutlich hat die Volatilität zu Handelsbeginn abgenommen.

Im Vergleich zu Abbildung (5) wird deutlich, daß ab 10.46 Uhr der Wert des DAX in der Regel auf der Basis von Aktienkursen des aktuel-

³⁶ Da die Zeitreihe der Intraday-Volatilitäten bereits vorliegt, wird in Tabelle (5) eigentlich die Hypothese H_0 : „Der Erwartungswert der minütlichen Volatilität am Tag i entspricht dem Erwartungswert der minütlichen Volatilität am Tag j “ getestet. Da die Stichprobenvarianz im wesentlichen χ^2 verteilt ist, kann bei dem verwendeten Testverfahren nicht von der Normalverteilungsprämisse ausgegangen werden. Siehe *Bamberg/Baur* (1993), S. 144ff.

Die Problematik abweichender Varianzen bei der Gruppenbildung läßt sich auch in den Bereich der Heteroskedastietests einordnen. Siehe *Hübler* (1989) S. 165ff. Ebenso wird hier auf den Test der Hypothese $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_5^2$ verzichtet. Testverfahren hierzu enthält z.B. *Sachs* (1992). Da diese Testverfahren von einer normalverteilten Grundgesamtheit ausgehen, wird von einer Anwendung im Rahmen dieser Arbeit abgesehen.

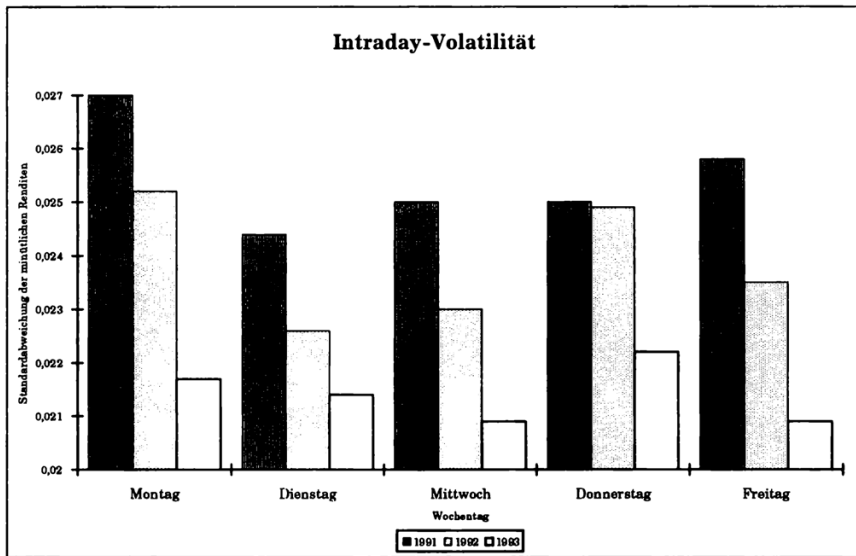


Abbildung 7

Quelle: Eigene Berechnungen

len Handelstages ermittelt wird. Die Werte des ersten Intervalls von 10.30 Uhr bis 10.45 Uhr enthalten somit noch DAX-Werte, die zum Teil auf Vortageskursen basieren.

Abbildung (8) verdeutlicht die Entwicklung der Intraday-Volatilität im Tagesablauf von 1991 bis 1993. Bei gleichbleibendem Volatilitätsmuster hat vor allem die Volatilität bis 11 Uhr von 1991 bis 1993 deutlich abgenommen. Neben dem absoluten Maximum zu Handelsbeginn ist in jedem Untersuchungsjahr ein lokales Volatilitätsmaximum von 12.16 Uhr bis

Tabelle 5

t-Statistik v der Intraday-Volatilität bezüglich $H_0: \sigma_i^2 = \sigma_j^2$

$i \setminus j \rightarrow$	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
Montag	1,20	1,11	0,41	0,71
Dienstag		-0,20	-1,18	-0,61
Mittwoch			-1,07	-0,47
Donnerstag				0,46

Ablehnung der Nullhypothese zu $\alpha = 0,05$ (0,1) bei $|t| > 1,96$ (1,65). Stichprobenumfang jeweils > 146 .

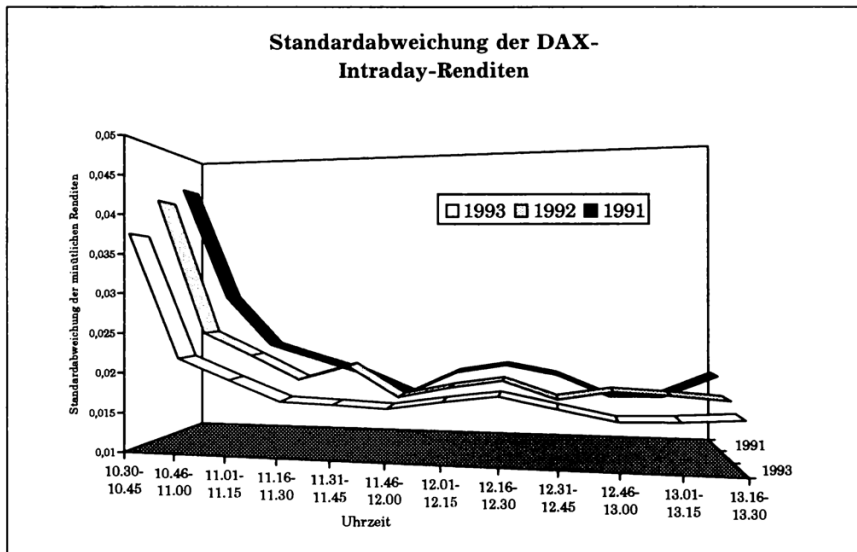


Abbildung 8

Quelle: Eigene Berechnungen

12.30 Uhr zu beobachten. Dies ist in etwa die Uhrzeit der börsentäglichen Feststellung der Kassakurse.

Zusätzlich zu den obigen visuellen Beschreibungen des Intraday-Volatilitätsmusters gibt Tabelle (6) die Ergebnisse des approximativen Gauß-tests an. Die Ausprägungen der t -Statistik in Tabelle (6) belegen:

- Die Volatilität der ersten Viertelstunde liegt signifikant über allen anderen Zeitintervallen.
- Die Volatilität der zweiten Viertelstunde des Aktienhandels ist signifikant größer als die Volatilität aller späteren Zeitintervalle.
- Die Volatilität der dritten Viertelstunde ist ebenfalls signifikant größer als die Volatilität aller späteren Zeitintervalle.
- Die minimale Volatilität wird zwischen 11.46 Uhr und 12.00 Uhr registriert. Danach steigt die Volatilität wieder an, bis ein lokales Maximum zwischen 12.16 und 12.30 erreicht wird.
- Nach 12.30 Uhr sinkt die Volatilität erneut, um dann zum Handelsende wieder anzusteigen. Dieser Anstieg ist jedoch nicht signifikant.

Als mögliche Ursachen für oder gegen die erhöhte Volatilität zu Handelsbeginn könnten gelten:

Tabelle 6

 t -Statistik der Intraday-Volatilität bezüglich $H_0 : \sigma_i^2 = \sigma_j^2$

$J \Rightarrow$ $i \Downarrow$	10.46- 11.00	11.01- 11.15	11.16- 11.30	11.31- 11.45	11.46- 12.00	12.01- 12.15	12.16- 12.30	12.31- 12.45	12.46- 13.00	13.01- 13.15	13.16- 13.30
10.30-10.45	9,17**	13,26**	14,32**	14,19**	15,44**	14,45**	14,20**	14,57**	15,33**	15,28**	14,54**
10.46-11.00		2,51**	3,79**	3,75**	5,01**	4,02**	3,61**	4,25**	4,88**	4,86**	4,25**
11.01-11.15			2,90**	2,73**	6,30**	3,35**	2,51**	3,77**	5,91**	5,71**	3,73**
11.16-11.30				0,06	3,05**	0,61	-0,45	1,18	2,69**	2,60**	1,18
11.31-11.45					2,63**	0,50	-0,47	1,04	2,32**	2,26*	1,04
11.46-12.00						-2,12**	-3,64**	-1,30	-0,40	-0,36	-1,26
12.01-12.15							-1,04	0,57	1,80*	1,75*	0,58
12.16-12.30								1,59	3,26**	3,14**	1,58
12.31-12.45									1,01	0,99	0,02
12.46-13.00										0,01	-0,97
13.01-13.15											-0,95

** Ablehnung der Nullhypothese zu $\alpha = 0,05$ (beidseitiger Test).* Ablehnung der Nullhypothese zu $\alpha = 0,1$ (beidseitiger Test).

Quelle: Eigene Berechnungen, der Stichprobenumfang ist jeweils größer als 728.

- Als Folge der Handelsunterbrechung über Nacht sind überdurchschnittlich viele neue kursrelevante Informationen eingetroffen.
- Als eine weitere Folge der Handelsunterbrechung werden alle variablen Orders, die über Nacht eingetroffen sind, zum Eröffnungskurs abgewickelt. Dadurch entsteht ein Preisdruck, der sich erst abbauen muß.
- Die von 1991 bis 1993 sinkende Volatilität zu Handelsbeginn läßt sich durch die erfolgreiche Einführung des IBIS-Handelssystems erklären. Größere Kauf- oder Verkaufsaufträge ab 200 Stück können dort bereits ab 8.30 Uhr abgewickelt werden. Dadurch wird möglicherweise der Preisdruck vom Kassamarkt auf den IBIS-Markt verschoben. Der Einfluß kursrelevanter Informationen bleibt aber weiterhin bestehen.
- Gegen eine erhöhte Volatilität spricht die Tatsache, daß frühe DAX-Werte zum Teil noch die Schlußkurse vom Vortag enthalten und somit tendenziell gegen eine Veränderung der DAX-Werte wirken.

Die erhöhte Volatilität um die Mittagszeit ist möglicherweise auf die in diesem Zeitraum stattfindende Feststellung der Kassakurse zurückzuführen.

c) Intraday-Volatilität an Verfallstagen

In diesem Abschnitt wird der zeitliche Verlauf der Intraday-Volatilität an Donnerstagen und Freitagen mit Verfall des DAX-Futures, der Optio-

nen und an Tagen ohne Verfall untersucht. Wegen des geringen Stichprobenumfangs erfolgt eine Beschränkung auf die deskriptive Analyse.

Abbildung (9) vergleicht den Verlauf der Intraday-Volatilität an Donnerstagen ohne Verfall, mit anschließendem Verfall des DAX-Futures und mit anschließendem Verfall der Aktienoptionen. Obwohl der Donnerstag vor dem Verfall des DAX-Futures die letzte Möglichkeit bietet, offene Futures-Positionen durch ein Gegengeschäft glattzustellen, weisen die drei Verlaufsmuster in Abbildung (9) keine erkennbaren Unterschiede auf.

Ein differenziertes Bild zeichnet Abbildung (10). Die Intraday-Volatilität an Verfallstagen des DAX-Futures liegt bis 11.30 Uhr über der Volatilität an den restlichen Freitagen. Dies ist durch die Abrechnungsmodalitäten des DAX-Futures zu erklären³⁷.

Sowohl an Freitagen mit Verfall des DAX-Futures als auch an Freitagen mit Verfall der Aktienoptionen verdoppelt sich die Volatilität zum Handelsschluß im Vergleich zu den Freitagen ohne Verfall. Da bis auf eine Ausnahme³⁸ die Erfüllung der Aktienoptionen durch physische Lieferung erfolgt, die Optionen an diesem Tag noch gehandelt werden und die Ausübung noch erfolgen kann, haben die Marktteilnehmer zu Handelsschluß letztmalig die Möglichkeit zu handeln.

Der nahezu identische Verlauf der Intraday-Volatilität an Freitagen mit Verfall des DAX-Futures und an Freitagen mit Verfall der Aktienoptionen läßt sich dadurch erklären, daß an Tagen mit Verfall des DAX-Futures stets auch der Verfall der Aktienoptionen verbunden ist. Insbesondere fällt der Einfluß des Verfalls von Optionen zu Handelsschluß wesentlich intensiver aus als der Einfluß des Verfalls des Futures-Kontraktes zu Handelsbeginn. Ein Grund dafür könnte in den deutlich höheren Werten für Open Interest und Umsatz bei Aktienoptionen und der Option auf den DAX im Vergleich zum DAX-Future liegen.

Abbildung (10) verdeutlicht somit den Einfluß des Verfalls des DAX-Futures-Kontraktes zu Handelsbeginn und den Einfluß des Verfalls von Optionen auf die Volatilität zu Handelsschluß.

³⁷ Der Final Settlement-Price wird auf der Basis der Freitagseröffnungskurse ermittelt.

³⁸ Die Abrechnung der Aktienoptionen auf die Aktien der Allianz AG erfolgen durch Barausgleich.

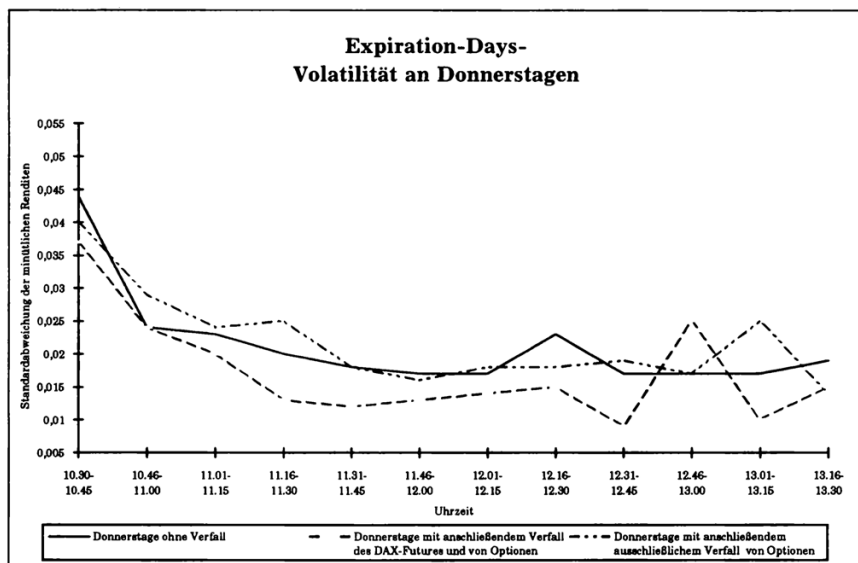


Abbildung 9

Quelle: Eigene Berechnungen

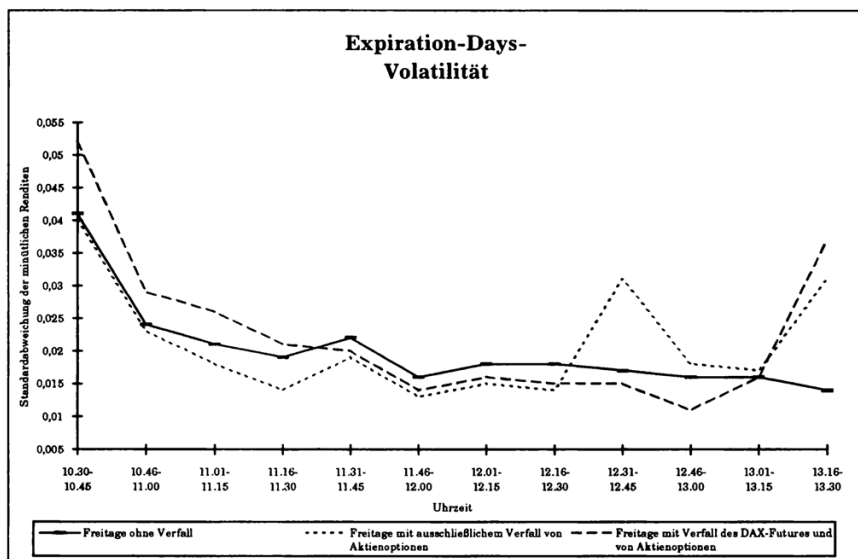


Abbildung 10

Quelle: Eigene Berechnungen

IV. Zusammenfassung

Diese Arbeit hatte die Untersuchung der zeitlichen Struktur der Intraday-Volatilität des DAX zum Ziel. Die empirische Untersuchung in dieser Arbeit basiert auf den von 1991 bis 1993 während der Handelszeit an der Frankfurter Wertpapierbörse minütlich ermittelten Werten des Deutschen Aktienindex. Die Intraday-Volatilität wird in dieser Arbeit in viertelstündlichen Intervallen durch die Stichprobenvarianz der Intraday-Renditen des DAX gemessen. Die empirische Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Auf der Basis von DAX-Werten läßt sich ein Preisdruck, der entweder durch den Verfall des DAX-Futures oder durch den Verfall von Aktienoptionen bedingt ist, nicht nachweisen.
- Die Intraday-Volatilität des DAX hat von 1991 bis 1993 deutlich abgenommen.
- Ein signifikanter Volatilitätsunterschied zwischen den Wochentagen läßt sich nicht feststellen.
- Die Intraday-Volatilität in den ersten 45 Handelsminuten liegt signifikant über der Volatilität des restlichen Handelstages.
- Zum Zeitpunkt der Ermittlung der Kassakurse ist ein signifikanter und zum Handelsschluß ist ein geringfügiger Anstieg der Volatilität zu beobachten.
- An Donnerstagen vor dem Verfall von Futures-Kontrakten und Aktienoptionen sind keine auffälligen Volatilitätsmuster zu beobachten.
- Der Verfall des DAX-Futures erhöht die Volatilität des DAX zu Handelsbeginn.
- Deutlicher fällt der Einfluß des Verfalls von Aktienoptionen zu Handelsschluß aus. Die Volatilität an Verfallstagen beträgt mehr als das Zweifache der Volatilität an Freitagen ohne Verfall.

Generell ist festzustellen, daß die Intraday-Volatilität seit der Einführung der Deutschen Terminbörse nahezu stetig gesunken ist.

Literatur

- Bamberg, G./Baur, F. (1993): Statistik, Oldenbourg, 8. Auflage, 1993. – Bamberg, G./Röder, K. (1993): Arbitrage am DAX-Futures Markt unter Berücksichtigung von Einkommensteuern, Kredit und Kapital, Heft 4, 1993, S. 575 - 607. – Bamberg, G./Röder, K. (1994): Arbitrage institutioneller Anleger am DAX-Futu-

res Markt unter Berücksichtigung von Körperschaftsteuern und Dividenden, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Nr. 64, S. 1533 - 1566, 1994. – Black, F./Scholes, M. (1973): The Pricing of Options and Corporate Liabilities, Journal of Political Economy, Vol. 81, S. 637 - 659, 1973. – Conover, W. (1971): Practical Nonparametric Statistics, John Wiley & Sons, New York, 1971. – Cox, J./Rubinstein, I. (1985): Options Markets, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985. – DTB (diverse Jahrgänge): DTB Dialog, Deutsche Terminbörse, diverse Jahrgänge. – Foster, D./Viswanathan, S. (1993): Variations in Trading Volume, Return Volatility, and Trading Costs: Evidence on Recent Price Formation Models, Journal of Finance, Vol. 48, S. 187 - 211, 1993. – French, K./Roll, R. (1986): Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders, Journal of Financial Economics, Vol. 17, S. 5 - 26, 1986. – Garman, M./Klass, M. (1980): On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data, Journal of Business, Vol. 53, S. 67 - 78, 1980. – Hartung, J. (1986): Statistik, 5. Auflage, Oldenbourg, München, 1986. – Herbst, A./Marberly, E. (1990): Stock Index Futures, Expiration-Day Volatility, and the Special Friday Opening: A Note, Journal of Futures Markets, Vol. 10, No. 3, S. 323 - 327, 1990. – Hübler, O. (1989): Ökonometrie, Gustav Fischer, 1989. – Jain, P./Joh, G. (1988): The Dependence between Hourly Prices and Trading Volume, Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 23, No. 3, S. 269 - 283, 1988. – Janßen, B./Rudolph, B. (1992): Der Deutsche Aktienindex DAX, Konstruktion und Anwendungsmöglichkeiten, Frankfurter Wertpapierbörse AG, Frankfurt, 1992. – Kumar, P./Seppi, D. (1992): Futures Manipulation with Cash-Settlement, Journal of Finance, Vol. 47, No. 4, S. 1485 - 1502, 1992. – Loistl, O./Kobinger, M. (1992): Index – Arbitrage insbesondere mit DAX-Futures, Deutsche Vereinigung für Finanzanalyse und Anlageberatung (DVFA), Beiträge zur Wertpapieranalyse Nr. 28, 1992. – Oldfield, G./Rogalski, R. (1980): A Theory of Common Stock Returns Over Trading and Non-Trading Periods, Journal of Finance, Vol. 35, No. 3, S. 729 - 751, 1980. – Parkinson, M. (1980): The Extreme Value Method for Estimating the Variance of the Rate of Return, Journal of Business, Vol. 53, S. 61 - 65, 1980. – Röder, K. (1994): Der DAX-Future – Bewertung und empirische Analyse, Eul Verlag, Bergisch Gladbach, 1994. – Sachs, L. (1992): Angewandte Statistik, 7. Auflage, Springer-Verlag, Berlin. – 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 (1986 - 3), 1986. – Stoll, H./Whaley, R. (1990a): The Dynamics of Stock Index and Stock Index Futures Returns, Journal of Financial and Quantitative Analysis, Januar, S. 441 - 468, 1990. – Stoll, H./Whaley, R. (1990b): Stock Market Structure and Volatility, Review of Financial Studies, Januar, S. 37 - 71, 1990. – Stoll, H./Whaley, R. (1990c): Program Trading and Individual Stock Returns: Ingredients of the Triple-Whitching Brew, Journal of Business, Vol. 63, No. 1, S. 165 - 192, 1990. – Stoll, H./Whaley, R. (1990d): Expiration-Day-Effects: What Has Changed?, Working Paper, 1990. – Wiggins, J. (1992): Estimating the Volatility of S&P 500 Futures Prices Using the Extreme-Value Method, Journal of Futures Markets, Vol. 12, S. 265 - 274, 1992. – Wood, R./McInish, T./Ord, J. (1985): An Investigation of Transactions Data for NYSE Stocks, Journal of Finance, Februar, S. 723 - 739, 1985.

Zusammenfassung

Intraday-Volatilität und Expiration-Day-Effekte am deutschen Aktienmarkt

Diese Arbeit hat die Ermittlung des täglichen Verlaufs der Intraday-Volatilität zum Ziel. Die Intraday-Volatilität wird dabei mit Hilfe der Stichprobenvarianz der minutlichen DAX-Renditen in viertelstündlichen Intervallen gemessen. Zusätzlich wird der Einfluß des Verfalls von Optionen und des DAX-Futures an der DTB auf die Kursentwicklung des Spotmarkts an der Frankfurter Wertpapierbörse untersucht.

Die Intraday-Volatilität ist von 1991 bis 1993 auf kalenderjährlicher Basis an allen Wochentagen gesunken. Betrachtet man viertelstündliche Intervalle, so ist festzustellen, daß die Intraday-Volatilität bis auf zwei Ausnahmeintervalle von 1991 bis 1993 fällt.

Die Intraday-Volatilität der ersten 3 Viertelstunden des amtlichen Handels liegt signifikant über der Intraday-Volatilität des restlichen Tages. Im Intervall von 12.16 bis 12.30 erreicht die Volatilität – zum Zeitpunkt der Ermittlung der Kassakurse – ein lokales Maximum. Gegen Handelsende steigt die Volatilität erneut geringfügig an.

Der Verfall des DAX-Futures erhöht die Volatilität zu Handelsbeginn. Die Erhöhung der Volatilität zu Handelsschluß, die durch den Verfall von Optionen bedingt wird, beträgt mehr als das Doppelte des Einflusses des Verfalls des Futures-Kontraktes zu Handelsbeginn.

Summary

Intraday-Volatility and Expiration Day Effects on the German Stock Market

This paper is aimed at ascertaining intraday volatility trends on a daily basis. To this end, intraday volatility is measured with the help of the sampling variance of the minutely DAX-yield ascertained at 15-minute intervals. In addition, this paper analyses the influence of the expiration days of the options and DAX futures traded at the DTB (German Futures Exchange) on the spot price trends recorded at the Frankfurt Securities Exchange.

On a calendar-year basis, the 1991 to 1993 intraday volatility decreased on all week-days. It is to be noted that, with 15-minute analysing intervals, the intraday volatility declined between 1991 and 1993 save two exceptional intervals.

The intraday volatility recorded for the first three 15-minute analysing intervals of official trading is significantly above the intraday volatility of the remaining day. Between 12.16 and 12.30 hours – i.e. the time of the spot price determination – the volatility reaches a local maximum. At the close of official trading, the volatility rises again slightly.

The expiration dates of the DAX futures result in increased volatility at the opening of trading. The increase in volatility at the close of trading caused by option due-dates is more than twice as large as the influence of the due-dates of futures contracts at the opening of trading.

Résumé

Volatilité intra-journalière et effets du jour d'échéance sur la bourse des valeurs allemande

Cet article vise à déterminer l'évolution quotidienne de la volatilité intra-journalière. Celle-ci est mesurée tous les quarts d'heure à l'aide de la variance d'échantillonnage des rendements par minute sur indice DAX. En outre, ce travail analyse l'influence de l'échéance d'options et d'opérations à terme sur DAX à la bourse à terme allemande (Deutsche Terminbörse) sur l'évolution des cours du marché au comptant à la bourse des titres et des valeurs mobilières de Francfort.

La volatilité intra-journalière a baissé tous les jours de la semaine de 1991 à 1993 sur base de l'année civile. Si l'on considère un intervalle d'un quart d'heure, on constate que, sauf pour deux intervalles, la volatilité intra-journalière diminue de 1991 à 1993.

La volatilité intra-journalière des trois premiers quarts d'heure des transactions officielles est nettement supérieure à celle du reste de la journée. Entre 12 h 16 et 12 h 30, la volatilité atteint – au moment de la détermination des cours au comptant – un maximum local. Vers la fin des transactions commerciales, elle remonte légèrement.

L'échéance des opérations à terme sur indice DAX augmente la volatilité au début des transactions commerciales. L'augmentation de la volatilité à la fin des transactions, qui est due à l'échéance d'options, est de plus du double de l'influence de l'échéance du contrat à terme au début des transactions commerciales.