

Intraday-Volatilität und Expiration-Day-Effekte bei DAX, IBIS-DAX und DAX-Future

1. Einführung

Seit Mitte der achtziger Jahre haben verschiedene Autoren Regelmäßigkeiten im intraday Kursverlauf aufgezeigt[1]. Untersuchungsgegenstand waren dabei Renditemuster, Umsatzverläufe, Autokorrelationen und Volatilitätsverläufe. Ziel dieser Arbeit ist die Analyse des intraday Verlaufsmusters der Volatilität von Renditen im Parketthandel, Computerhandel und Handel mit dem Terminkontrakt auf den Deutschen Aktienindex.

Die Analyse innertäglicher Muster gibt Aufschlüsse über den Informationsverarbeitungsprozess auf den jeweiligen Marktsegmenten. Bisher durchgeführte Studien dokumentieren einen u-förmigen Verlauf der Intraday-Volatilität. Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen einen solchen Verlauf jedoch nur für den Parketthandel. Ein Ziel dieser

Arbeit ist es, dem praxisorientierten Leser – neben der empirischen Darstellung der intraday Verlaufsmuster – weitere Erklärungsansätze für die Entstehung von Volatilität aufzuzeigen. Das intraday Verlaufsmuster der Volatilität hängt auf den einzelnen Märkten von unterschiedlichen Faktoren ab, wie dem Verfall von Derivaten, der Öffnung der amerikanischen Märkte, den Öffnungszeiten der einzelnen deutschen Teilmärkte oder auch möglicherweise von ganz menschlichen Bedürfnissen, wie dem Mittagessen.

Der Aufbau der Arbeit ist folgendermaßen gegliedert. Zunächst erfolgt eine einführende Beschreibung der Usancen der relevanten Marktsegmente in Deutschland. Nach einem Überblick über die Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen und der Präsentation der Datenbasis dieser Arbeit werden die zeitlichen Verläufe der Intraday-Volatilität von DAX, DAX-Future und IBIS-DAX für die Kalenderjahre 1993 und 1994 vorgestellt. Im Anschluß daran erfolgt eine vergleichende Darstellung der drei Märkte.

Der zweite Teil der empirischen Untersuchung analysiert den Volatilitätsverlauf an Verfallstagen der Deutschen Terminbörse. Dabei werden Tage mit Verfall von Future und Optionen, Tage mit ausschließlichem Verfall von Optionen und Handelstage ohne Verfall miteinander verglichen.

* Der Autor bedankt sich für die Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Die DAX-Werte wurden freundlicherweise von der Deutschen Börse AG zur Verfügung gestellt. Herrn Professor Dr. H. Göppl danke ich für die Beschaffung der Preise des IBIS- und Futures-Handels. Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. H. Zimmermann und einem anonymen Gutachter für hilfreiche Anmerkungen. Klaus Röder, Institut für Statistik und Mathematische Wirtschaftstheorie, Lehrstuhl für Statistik, Universität Augsburg, 86159 Augsburg, Tel.: 0821 - 598 4144, Email: klaus.roeder@wiso.uni-augsburg.de.

2. Usancen auf dem deutschen Markt

2.1 Parketthandel

In Deutschland besteht derzeit die Möglichkeit, Aktien auf dem Kassamarkt oder im IBIS-Handel zu handeln. Der Kassahandel mit den DAX-Aktien an der Frankfurter Wertpapierbörse ist durch drei periodische Auktionen und einen zwischenzeitlich stattfindenden variablen Fließhandel gekennzeichnet. Auf den periodischen Auktionen wird jeweils ein Kurs nach dem Meistumsatzprinzip ermittelt, zu dem alle zugelassenen Aufträge abgewickelt werden. Auktionen finden zu Handelseröffnung, Handelsmitte und Handelsschluß statt. Zur Handelseröffnung und zum Handelsschluß sind nur round lot Orders (je nach Nennwert 50 bzw. 100 Stück oder ein Vielfaches davon) zugelassen. Die Mittagsauktion ist die einzige Möglichkeit zur Abwicklung von odd lot Orders. Zusätzlich kann man den Deutschen Aktienindex (DAX) an der Deutschen Terminbörse auf Termin handeln (DAX-Future).

Der Deutsche Aktienindex ist als kapitalisierungsgewichteter Performance Index konzipiert und basiert auf den Kursnotierungen von 30 deutschen Standardaktien an der Frankfurter Wertpapierbörse. Dividendenzahlungen oder Bezugsrechtsabschlüsse führen zu einer Bereinigung des Indexwertes[2]. Während der Handelszeit von 10.30 Uhr bis 13.30 Uhr wird der DAX minütlich ermittelt[3].

Der Eröffnungswert[4] für den DAX wird veröffentlicht, wenn für mindestens 15 Gesellschaften ein Eröffnungskurs vorliegt und diese mindestens 70 % des dem Index zugrundeliegenden Kapitals repräsentieren[5].

2.2 IBIS-Handel

Am 1. Dezember 1989 wurde der Handel über ein Inter-Banken-Informationssystem (IBIS I) aufgenommen. Dieses System wurde am 5. April 1991 vom Integrierten Börsenhandels- und Informationssystem (IBIS II) abgelöst, das rechtlich der

Frankfurter Wertpapierbörse zugeordnet ist[6]. In IBIS II stellen die Marktteilnehmer verbindliche Geld- und Briefkurse. Der Handel in Renten und Aktien erfolgt börsentäglich von 8.30 Uhr bis 17 Uhr. Dem IBIS II Handel geht eine Orientierungsphase vor 8.30 Uhr voraus. Die erforderliche Mindestangebotsmenge lag ursprünglich bei den DAX-Aktiengesellschaften mit Ausnahme der Allianz Aktie (250 Stück) bei 500 Stück pro Auftrag. Seit Februar 1993 gelten z.T. niedrigere Mindestabschlußmengen von 100 Stück[7]. Der IBIS-Handel war zunächst durch hohe Stückzahlen und der ausschließlichen Teilnahme professioneller Marktteilnehmer gekennzeichnet. Durch die Umstellung einzelner Aktien auf einen Nennwert von 5 DM bei unveränderter Mindestschlußmenge ist es auch zunehmend möglich, Aufträge mit niedrigerem Auftragsvolumen über IBIS zu handeln.

Ein weiterer Unterschied zwischen Kassamarkt und IBIS-Handel besteht in dem vollcomputerisierten IBIS-Handelssystem. Der anhand der IBIS-Preise ermittelte DAX-Index dürfte deshalb auf aktuelleren Preisen basieren als der Parkett-DAX. Hier entstehen im Gegensatz zum Parkett-DAX keine Verzögerungen durch die Eingabe der Angebote und Geschäftsabschlüsse in das Computersystem.

2.3 Deutsche Terminbörse (DTB)

Seit dem 23. November 1990 ist es möglich, an der Deutschen Terminbörse einen Terminkontrakt auf den DAX zu handeln. Der Handel mit dem DAX-Future ist durch eine Eröffnungsauktion und einen anschließenden Fließhandel gekennzeichnet. Der Fälligkeitstermin ist jeweils der 3. Freitag der Monate März, Juni, September und Dezember. Dabei werden jeweils die drei nächstliegenden Verfalltermine gleichzeitig gehandelt.

Für die folgende Untersuchung ist die Schlußabrechnung des DAX-Future von Interesse. Diese erfolgt als Cash Settlement auf der Basis des Schlußabrechnungspreises anhand eines, von der

Tabelle 1: Vergleich der DTB-USancen

Kontrakt (Abwicklung)	letzte Handelsmöglichkeit	Schlußabrechnung /Verfall
DAX-Future (Barausgleich)	dritter Donnerstag im Monat März, Juni, September, Dezember	Eröffnungskurse der DAX-Aktien am dritten Freitag im Monat
Aktioptionen (Lieferung, Ausnahme Allianz)	dritter Freitag im Monat	Börsentag nach dem dritten Freitag im Monat
Option auf den DAX (Barausgleich)	dritter Freitag im Monat bis 13.30 Uhr	Durchschnitt der DAX-Werte am dritten Freitag von 13.21 Uhr bis 13.30Uhr
Option auf den DAX-Future (Barausgleich, Lieferung)	dritter Freitag im Monat, bei Verfall des DAX-Futures: dritter Donnerstag im Monat	Handelstag nach dem dritten Freitag im Monat durch Lieferung oder bei Verfall des DAX-Futures der dritte Freitag im Monat

Deutschen Terminbörse berechneten DAX-Wertes, dem die Eröffnungskurse der 30 DAX-Aktien am Verfalltag (3. Freitag im Monat) zugrunde liegen. Der letzte Handelstag des DAX-Futures ist der Handelstag vor dem Verfalltag[8]. An den internationalen Finanzplätzen ist es für institutionelle Marktteilnehmer möglich, auch außerhalb der offiziellen Handelszeiten Transaktionen zu tätigen. Beispiele für organisierte Märkte sind das NASDAQ-System in den USA, das SEAQ-System in Großbritannien und das CAC-System in Frankreich[9]. Gerade durch den Start der Deutschen Terminbörse mit langen Handelszeiten von 8.30 Uhr bis 16.30 Uhr wuchs

hieraus der Druck, längere Handelszeiten zu ermöglichen. An der deutschen Terminbörse werden auch Optionen auf einzelne Aktien gehandelt[10]. Der letzte Handelstag der Aktioptionen ist, wie beim DAX-Future, der dritte Freitag im Monat. Im Unterschied zum DAX-Future verfallen Aktioptionen monatlich. Alle drei Monate findet somit ein taggleicher Verfall von DAX-Future und der letzte Handelstag von Aktioptionen statt. Verfalltag der Aktioptionen ist der darauffolgende Handelstag. Eine Ausübung der amerikanischen Aktioptionen ist an jedem Handelstag vor dem Verfalltag während der Börsenzeit möglich[11].

Abbildung 1: Zeittafel für Freitage mit Verfall von DTB-Produkten



Abbildung 1 visualisiert ausgewählte Zeitpunkte, die einen Einfluß auf die Intraday-Volatilität vermuten lassen[12]. Dabei wird auch auf die Eröffnung der Börse in New-York hingewiesen.

Zusätzlich wird an der DTB noch eine Option auf den DAX gehandelt. Der letzte Handelstag (Handel nur bis 13.30 Uhr) und der Verfalltag sind identisch mit denen der Aktienoptionen. Da es sich aber um eine Option europäischen Typs handelt, ist eine Ausübung ausschließlich am letzten Handelstag möglich. Schlußabrechnungspreis ist der Durchschnittswert der am letzten Handelstag von 13.21 Uhr bis 13.30 Uhr festgestellten DAX-Berechnungen.

Die Abwicklung der Option auf den DAX-Future hängt davon ab, ob der DAX-Future am Verfalltermin der Option ebenfalls verfällt. Verfällt der DAX-Future, dann entsprechen letzter Handelstag und Verfall dem des DAX-Futures. Die Erfüllung erfolgt durch Barausgleich. Verfällt der zugehörige Futures-Kontrakt nicht, dann ist der letzte Handelstag der dritte Freitag im Monat und der Verfalltag der darauffolgende Börsentag. Die Erfüllung erfolgt in diesem Fall durch Lieferung.

Tabelle 1 vergleicht die Usancen der für diese Untersuchung relevanten DTB Produkte. Die Kontraktsspezifikationen führen zu zeitlich abweichenden Einflüssen auf die Märkte.

3. Überblick über bisherige Untersuchungen

In den ersten Untersuchungen zur Volatilität von Aktienmärkten standen Regelmäßigkeiten im wöchentlichen Rendite-, Umsatz- und Volatilitätsmuster im Vordergrund, die u.a. durch Handelsunterbrechungen bedingt sind[13]. Die Volatilität zwischen zwei Handelstagen und über das Wochenende fällt dabei geringer aus, als man in Abhängigkeit der Zeitspanne erwarten würde.

ADMATI/PFLEIDERER (1988) erklären das Auftreten von Intraday-Mustern durch die Informationsverarbeitung von informierten und uninformierten Marktteilnehmern. Die Marktteilnehmer neigen dazu, zu einem Zeitpunkt mit hohem Handelsvolumen und Volatilität zu handeln, der durch niedrige Kosten einer adversen Selektion gekennzeichnet ist[14]. SUBRAHMANYAM (1991) zeigt, daß die Kosten adverser Selektion

beim Handel mit dem Future niedriger sind als beim (damals)[15] nicht direkt handelbaren Index. Zusätzlich sind die Transaktionskosten auf dem Futuresmarkt deutlich niedriger als auf dem Kassamarkt. Die Anleger reagieren deshalb auf neue Informationen vorzugsweise auf dem Terminmarkt[16].

STOLL/WHALEY (1990b) stellen eine erhöhte Volatilität zur Handelseröffnung an der New York Stock Exchange fest. STOLL/WHALEY begründen diesen Effekt mit der Eröffnungsauktion und der dort vorhandenen Monopolstellung der Specialists. Die Aufträge der Kunden werden über Nacht gesammelt. Möglicherweise auftretende Nachfrageüberhänge gleicht der Specialist aus, versucht aber im Anschluß daran seine Positionen wieder glattzustellen. Demzufolge stellen JAIN/JOH (1988) um 50% erhöhte Aktienumsätze in der ersten Handelsstunde bei den S&P 500 Indexaktien fest.

Eine Bestätigung, daß sich der „return-generating process“ im Tagesablauf systematisch verändert, liefern die Arbeiten von OLDFIELD/ROGALSKI (1980) und WOOD/MCINISH/ORD (1985). Die Autoren kommen in verschiedenen Untersuchungen[17] übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß Handelsvolumen und Intraday-Volatilität einen u-förmigen Verlauf aufweisen.

KELLER/ZIMMERMANN (1994) untersuchen Ausübungs-Preiseffekte auf dem Schweizer Kapitalmarkt für den Zeitraum Januar 1991 bis Februar 1993 (bzw. August 1993). KELLER/ZIMMERMANN (1994) stellen zwar einen signifikanten Anstieg der Handelsaktivität und Volatilität während des Halbstündigen Verfalls von SMI-Optionen und Futures fest, können aber statistisch signifikante Ausübungs-Preiseffekte auf der Basis von Einzelkursen nicht nachweisen.

Für den deutschen Markt untersucht KIRCHNER (1996) das intraday Verhalten von IBIS-DAX und DAX-Future vom 1.7.1995 bis 29.12.1995. Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit sind der Verlauf von Handelsvolumen, Transaktionshäufigkeit, Renditen, Volatilität und bid-ask Spread von IBIS-DAX und DAX-Future innerhalb des

Handelstages. Die Volatilität mißt KIRCHNER auf der Basis von Absolutrenditen bezogen auf 5 Minutenintervalle. Zusätzlich betrachtet KIRCHNER (1996) die intraday Entwicklung der Basis[18] zwischen IBIS-DAX und DAX-Future. Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung von KIRCHNER (1996) sind:

- Die Intraday-Volatilität des DAX-Future weist einen u-förmigen Verlauf auf, während die Intraday-Volatilität des IBIS-DAX nur zu Handelsbeginn (stark) erhöht ist.
- Die Intraday-Volatilität fällt auf beiden Märkten zwischen 13.30 Uhr und 14.30 sprunghaft, um danach überproportional anzusteigen. KIRCHNER bezeichnet dies als Lunch-Effekt[19], der auch beim Handelsvolumen besonders ausgeprägt auftritt.
- Die Volatilität im nachbörslichen Computerhandel, wie auch zur Eröffnung der Präsenzbörse, ist deutlich höher als während der Handelszeit an der Präsenzbörse.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Methodik von RÖDER/BAMBERG (1996) angewandt. Die Autoren ermitteln auf der Basis minütlicher DAX-Werte die Intraday-Volatilität für täglich 12 viertelstündliche Intervalle von 10.30 Uhr bis 13.30 Uhr von 1991 bis 1993. Zur Untersuchung von Expiration-Day-Effekten werden zusätzlich Rendite Reversals ermittelt. Die wesentlichen Ergebnisse von RÖDER/BAMBERG (1996) bezüglich des Intraday-Verlaufs der Volatilität sind:

- Die Intraday-Volatilität ist von 1991 bis 1993 auf kalenderjährlicher Basis an allen Wochentagen gesunken.
- Volatilitätsunterschiede zwischen einzelnen Wochentagen sind nicht signifikant.
- Die Intraday-Volatilität der ersten 3 Viertelstunden des amtlichen Handels liegt signifikant über der Intraday-Volatilität des restlichen Tages. Zum Zeitpunkt der Ermittlung der Kassakurse und zu Handelsende erreicht die Intraday-Volatilität ein lokales Maximum.

Zum Volatilitätsverlauf an Verfalltagen der Deutschen Terminbörse stellen RÖDER/BAMBERG (1996) fest:

- Der Verfall des DAX-Futures erhöht die Volatilität zu Handelsbeginn.
- Der Verfall von Optionen erhöht die Volatilität zu Handelsschluß.
- Die Erhöhung der Volatilität durch den Optionsverfall zu Handelsschluß ist mehr als doppelt so groß als der Einfluß des Verfalls des DAX-Futures zu Handelsbeginn.

SCHLAG (1996) untersucht auf der Datenbasis der IBIS-Transaktionspreise und Handelsvolumina von 1. September 1991 bis 31. Dezember 1994 den Einfluß des Verfalls von Indexoptionen und DAX-Future. Die Untersuchung berücksichtigt Renditen, Standardabweichung und Handelsvolumen der 30 DAX Aktien. Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit von SCHLAG (1996) sind:

- Das IBIS-Handelsvolumen im Zeitraum vor der Eröffnung des amtlichen Handels fällt signifikant vor dem Verfalltag des DAX-Futures.
- Zur Eröffnung an Verfalltagen ist ein erhöhtes Handelsvolumen feststellbar.
- Eine erhöhte Volatilität zu Handelsbeginn an Verfalltagen wird nicht gemessen.
- In den 10 Minuten von 12.21 Uhr bis 12.30 Uhr, die zur Abwicklung der DAX-Option dienen, ist ein signifikanter Anstieg im Handelsvolumen und in der Intraday-Volatilität festzustellen.
- Renditereversals sind nur signifikant für kleine Aktiengesellschaften.

4. Datenbasis

Die empirische Untersuchung in dieser Arbeit basiert auf den zeitgestempelten Intraday-Daten der Kalenderjahre 1993 und 1994. Zur Verfügung stehen minütlich ermittelte DAX-Werte, die von der Frankfurter Wertpapierbörse veröffentlicht werden, alle Intraday-Transaktionspreise der 30 DAX-Gesellschaften im IBIS-Handel und alle Intraday-Transaktionspreise des DAX-Futures.

Tabelle 2: Beschreibung der Datenbasis

	DAX	IBIS-DAX ^a	DAX-Future ^b
Minütliche Werte ohne Bereinigung	89.609	221.990	178.793
Minütliche Werte mit Bereinigung ^c	93.165	236.471	192.736

^aAuf der Basis von insgesamt 1.348.034 Transaktionspreisen des IBIS-Handels ermittelte minütliche Werte des DAX.

^bMinütliche Transaktionspreise des jeweils nächstfälligen DAX-Futures Kontraktes. Im Originalzustand enthält die Datenbank 1.025.171 Transaktionspreise.

^cLücken in der Zeitreihe mit bis zu 4 Minuten werden mit dem vorausgegangenen Wert aufgefüllt.

Die Werte des Deutschen Aktienindex stehen von 10.30 Uhr bis 13.30 Uhr zur Verfügung. Aufgrund der bereits beschriebenen Eröffnungsusancen stehen die DAX-Werte in der Regel ab 10.33 Uhr zur Verfügung[20]. Da der Deutsche Aktienindex nicht ermittelt wird, wenn keine neuen Kurse vorliegen, enthält die Originalzeitreihe Lücken. Diese Lücken werden in dieser Arbeit durch den vorausgegangenen DAX-Wert ersetzt, falls die Lücke weniger als 5 Minuten umfaßt[21]. Aus den Transaktionspreisen des DAX-Futures werden auf der Basis des jeweils nächstfälligen Kontraktes von 9.30 Uhr bis 16.30 Uhr minütliche Preise ermittelt. Finden keine Transaktionen statt, so werden bis zu 4 nachfolgende Minuten durch den letzten Transaktionspreis als Ersatzwert belegt.

Auf der Basis der vorliegenden zeitgestempelten IBIS-Transaktionspreise werden in dieser Arbeit – den Usancen der Deutschen Börse[22] entsprechend – die minütlichen Werte des IBIS-DAX ermittelt. An Handelstagen mit nachfolgendem Dividenden- oder Bezugsrechtsabschlag erfolgt ab 15.25 Uhr zum Teil ein gleichzeitiger Handel der betreffenden Aktie cum oder ex Kupon. Deshalb wird an diesen Tagen der IBIS-DAX ab diesem Zeitpunkt von der Untersuchung ausgeschlossen[23]. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Datenbasis dieser Untersuchung.

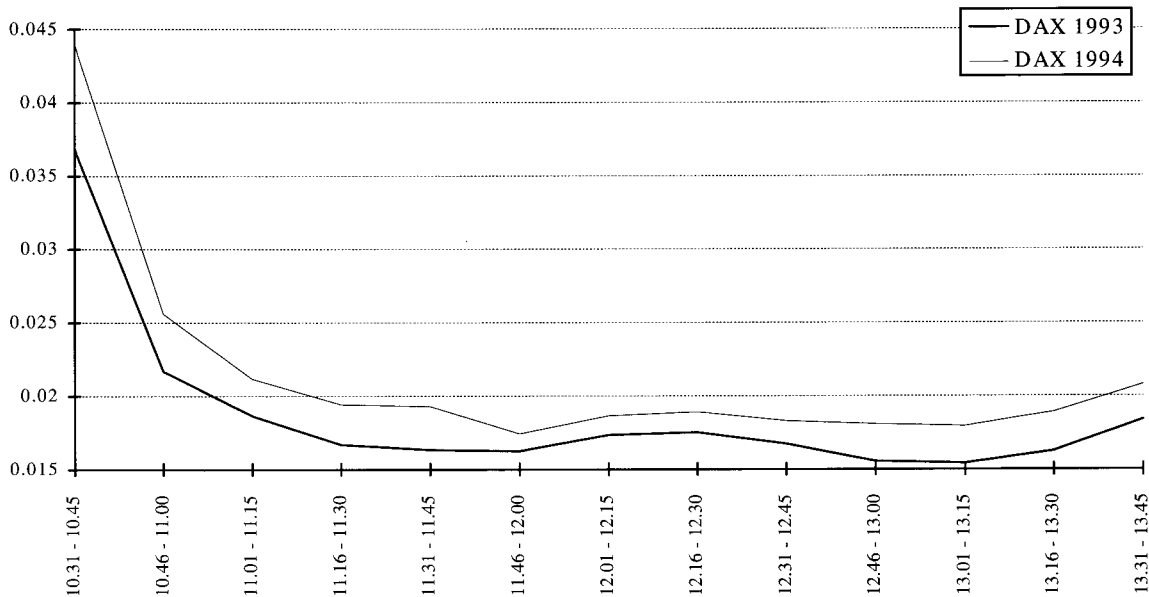
Bei allen drei vorliegenden Zeitreihen werden auf minütlicher Basis stetige Renditen ermittelt[24]. Zur Schätzung des Verlaufs der Intraday-Volatilität wird jeder Handelstag in 34 disjunkte viertelstündliche Intervalle eingeteilt. Das Intervall I beinhaltet dabei minütliche stetige Renditen von 8.31 Uhr bis 8.45 Uhr, usw. Das letzte Intervall enthält Renditen von 16.46 Uhr bis 17.00 Uhr. Jedes Intervall enthält somit bis zu 15 Werte[25]. Für jedes Intervall wird an jedem Handelstag im Untersuchungszeitraum die Stichprobenvarianz der minütlichen Kursveränderungen ermittelt. Das arithmetische Mittel aller Stichprobenvarianzen des jeweils betrachteten Intervalls dient als Schätzwert der Volatilität σ^2 der minütlichen Kursveränderungen in diesem Intervall. Berechnungen in dieser Arbeit erfolgen immer auf der Basis von σ^2 . Die nachfolgende graphische Präsentation der Ergebnisse erfolgt jedoch mit Hilfe der Standardabweichung $\sqrt{\sigma^2}$.

5. Empirische Ergebnisse

5.1 Intraday-Volatilität des DAX

Abbildung 2 verdeutlicht die Entwicklung der Intraday-Volatilität des DAX innerhalb des Handelstages. Generell ist die Intraday-Volatilität von 1993 auf 1994 in allen Intervallen gestiegen[26]. Die Ergebnisse von RÖDER/BAMBERG (1996) werden mit den aktuellen Daten bestätigt:

Abbildung 2: Intraday-Volatilität DAX 1993 und 1994



- Die Intraday-Volatilität zu Handelsbeginn ist mehr als doppelt so hoch wie gegen Ende des Handelstages. Bis ca. 12 Uhr nimmt die Volatilität kontinuierlich ab. Dies ist eine Folge der Handelsunterbrechung über Nacht.
- Danach steigt die Volatilität und etwa um 12.30 Uhr wird ein lokales Maximum erreicht. Diese Erhöhung ist auf die Feststellung der Kassakurse[27] in diesem Zeitraum zurückzuführen.
- Nach der Feststellung der Kassakurse sinkt die Volatilität wieder, um gegen Ende des Handelstages erneut anzusteigen. Dies könnte dadurch begründet sein, daß insbesondere institutionelle Anleger ungern größere Positionen über Nacht halten.

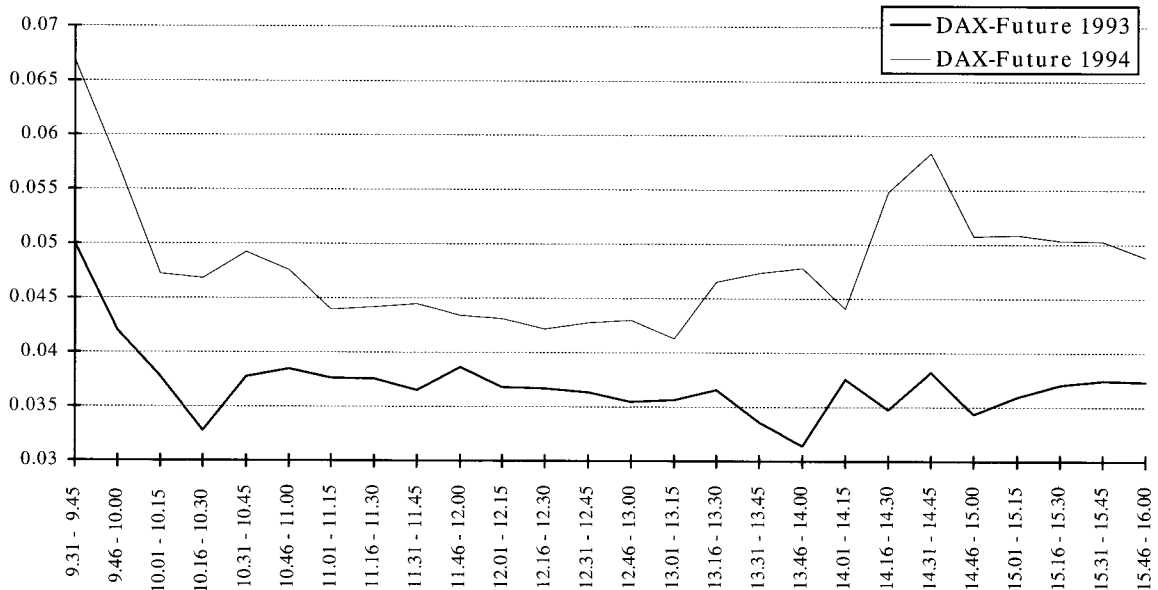
In Abbildung 2 erkennt man die volatilitätssteigernde Wirkung der drei Auktionen (Eröffnung,

Kasse, Schluß). Bei der Interpretation des letzten Intervalls ist jedoch zu berücksichtigen, daß nach 13.30 nur bei Bedarf gehandelt wird. Die Erhöhung der Volatilität nach 13.30 Uhr ist somit zum Teil auf eine gesteigerte Handelsaktivität an den entsprechenden Tagen zurückzuführen.

5.2 Intraday-Volatilität des DAX-Future

Die Intraday-Volatilität des DAX-Futures ist ebenfalls von 1993 auf 1994 in jedem Zeitintervall gestiegen. Der Intraday-Verlauf der Volatilität in Abbildung 3 ist im wesentlichen geprägt durch folgende Aspekte:

- Wie beim DAX ist eine Erhöhung der Volatilität zu Handelsbeginn zu beobachten. Relativ gesehen fällt diese Erhöhung aber geringer aus als beim DAX.

Abbildung 3: Intraday-Volatilität DAX-Future 1993 und 1994

- Nach der Eröffnung fällt die Volatilität, um gegen 10.30 Uhr wieder anzusteigen. Dies ist eine Folge der Eröffnung des Aktienhandels an der Frankfurter Wertpapierbörse zu diesem Zeitpunkt.
- Markant ist der insbesondere 1994 deutliche Anstieg der Volatilität ab etwa 14 Uhr bis 14.45 Uhr. Der Grund dafür könnte in der Unsicherheit im Vorfeld der Eröffnung der U.S. Amerikanischen Börsen liegen. Gerade 1994 war der deutsche Markt durch die Entwicklung in den U.S.A. geprägt.
- Auffällig ist auch, daß die Intraday-Volatilität zu Handelsschluß nicht ansteigt. Dies könnte auch auf das Fehlen einer Schlußauktion auf diesem Markt zurückzuführen sein.

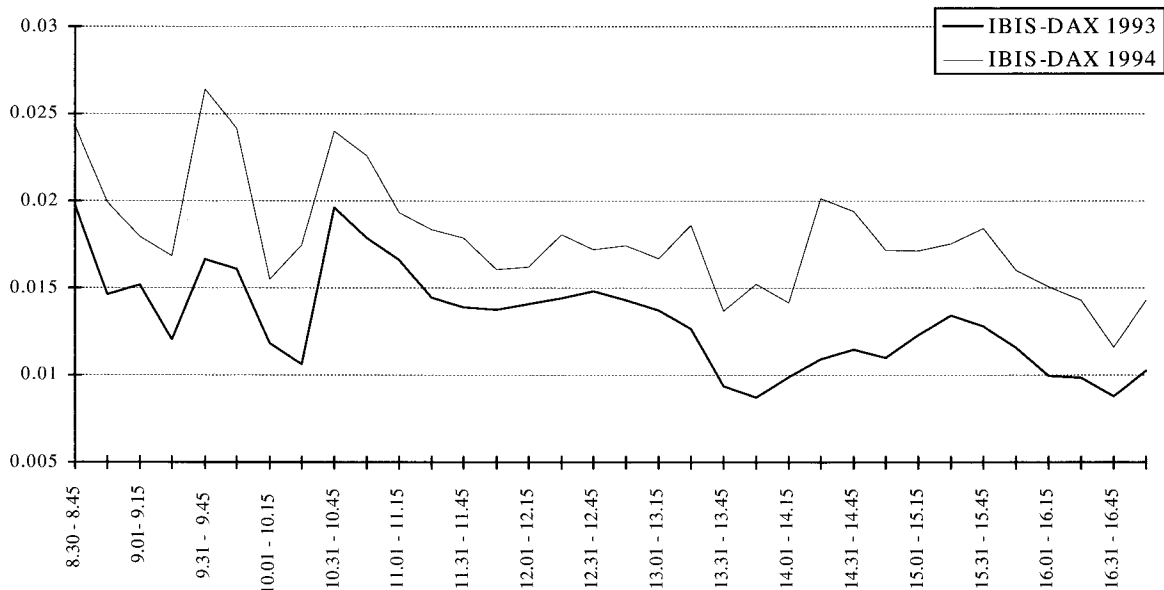
In Vergleich zu der Studie von KIRCHNER (1996) ist hier kein Lunch-Effekt erkennbar.

5.3 Intraday-Volatilität des IBIS-DAX

Die Intraday-Volatilität des IBIS-DAX ist ebenfalls von 1993 bis 1994 gestiegen. Abbildung 4 verdeutlicht, daß der IBIS-DAX eine deutlich geringere Schwankungsbreite der Intraday-Volatilität im Tagesablauf aufweist. Die Erhöhungen der Volatilität zu Handelsbeginn im Computerhandel IBIS, Eröffnung DAX-Future, Eröffnung DAX und im Vorfeld der Eröffnung U.S. Amerikanischer Börsen sind zwar zu erkennen, fallen aber deutlich geringer aus als bei DAX und DAX-Future.

Nach dem Handelssende an der Frankfurter Wertpapierbörse sinkt die Volatilität des IBIS-DAX erheblich. Dies deutet auch auf eine gesunkene Handelsaktivität (Lunch-Effekt) hin. Die Erhöhung der Intraday-Volatilität zu Handelsschluß fällt äußerst gering aus. Auch diese Tatsache, wie

Abbildung 4: Intraday-Volatilität IBIS-DAX 1993 und 1994



die vom Umfang her niedrigere Erhöhung der Volatilität zu Handelsbeginn, könnte eine Folge einer fehlenden Eröffnungs- bzw. Schlußauktion auf diesem Markt sein.

5.4 Intraday-Volatilität von DAX, DAX-Future und IBIS-DAX im Vergleich

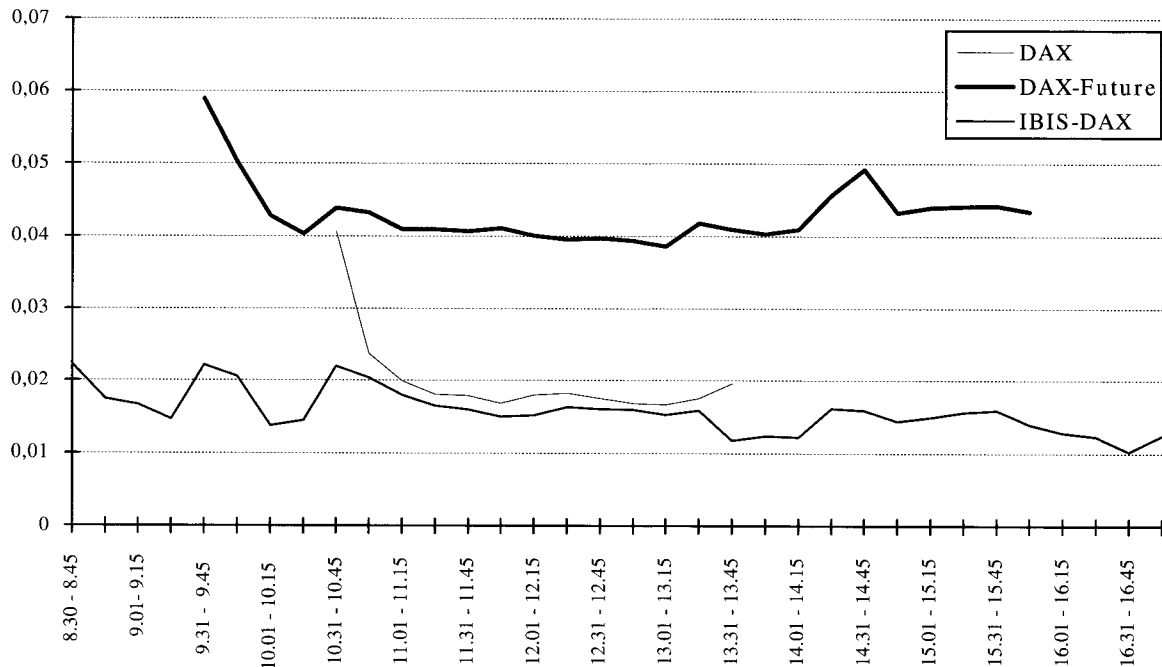
Abbildung 5 vergleicht die Intraday-Volatilität der drei Zeitreihen. Dabei liegen die Daten des gesamten Untersuchungszeitraumes zugrunde. Die Standardabweichung des DAX-Futures liegt deutlich über der Standardabweichung der beiden Zeitreihen, die auf Indexwerten basieren.

Dieses Phänomen wird in der Literatur durch die niedrigeren Transaktionskosten und geringere Kosten adverser Selektion auf dem Futuresmarkt begründet[28]. Deshalb reagieren Anleger bei neu-

en Informationen eher über den Futuresmarkt als über den teureren Weg einer Transaktion auf dem Aktienmarkt[29]. Abbildung 5 verdeutlicht folgende Zusammenhänge:

- Bis auf Handelseröffnung und Handelsschluß liegt die Standardabweichung des IBIS-DAX nur geringfügig unter der Standardabweichung des DAX. Der Anstieg der Standardabweichung zu Handelsbeginn an der Frankfurter Wertpapierbörse fällt bei der DAX Zeitreihe am deutlichsten aus, er ist aber auch bei den anderen Zeitreihen zu erkennen.
- Auffällig ist auch, daß die Volatilität der IBIS-DAX Renditen zu Handelsschluß der Frankfurter Wertpapierbörse sinkt.
- Abbildung 5 verdeutlicht auch einen Anstieg der Volatilität des IBIS-DAX zur Eröffnung des DAX-Futures.

Abbildung 5: Intraday-Volatilität 1993-1994



- Eine wesentlich erhöhte Eröffnungsvolatilität ist beim IBIS-DAX nicht zu erkennen.
- Sowohl beim DAX Future als auch beim IBIS-DAX sind Auswirkungen durch die Eröffnung der Börsen in U.S.A. zu erkennen. Der Effekt ist jedoch beim DAX-Future stärker ausgeprägt. Offensichtlich neigen die Anleger zu diesem Zeitpunkt eher dazu, Reaktionen auf den amerikanischen Markt auf die Terminbörse zu verlagern.

Abbildung 5 verdeutlicht den Effekt der Eröffnungsauktionen auf dem Kassa- und dem Futuresmarkt. Demgegenüber steigt die Volatilität zu Handelseröffnung des Computerhandels, die ohne Auktion erfolgt, kaum. Dies unterstützt die Argumentation von STOLL/WHALEY (1990b), daß eine erhöhte Volatilität zu Handelseröffnung hauptsächlich durch die Eröffnungsauktion begründet wird.

In Abbildung 5 ist deutlich zu erkennen, daß der Lunch-Effekt von 13.30 bis 14.15 ausschließlich auf dem IBIS-Markt zu beobachten ist. Dabei beginnt dieser Effekt bereits mit der Schlußauktion auf der Frankfurter Wertpapierbörse.

5.5 Expiration-Day-Effekte

In diesem Abschnitt soll untersucht werden, ob die Verfalltermine an der Deutschen Terminbörse einen Einfluß auf die Intraday-Volatilität der drei Zeitreihen ausüben. Der Intraday-Volatilitätsverlauf an Freitagen ohne Verfall in Abbildung 6 entspricht im wesentlichen dem durchschnittlichen Verlauf an allen Tagen im Untersuchungszeitraum in Abbildung 5.

Abbildung 6: Freitage ohne Verfall

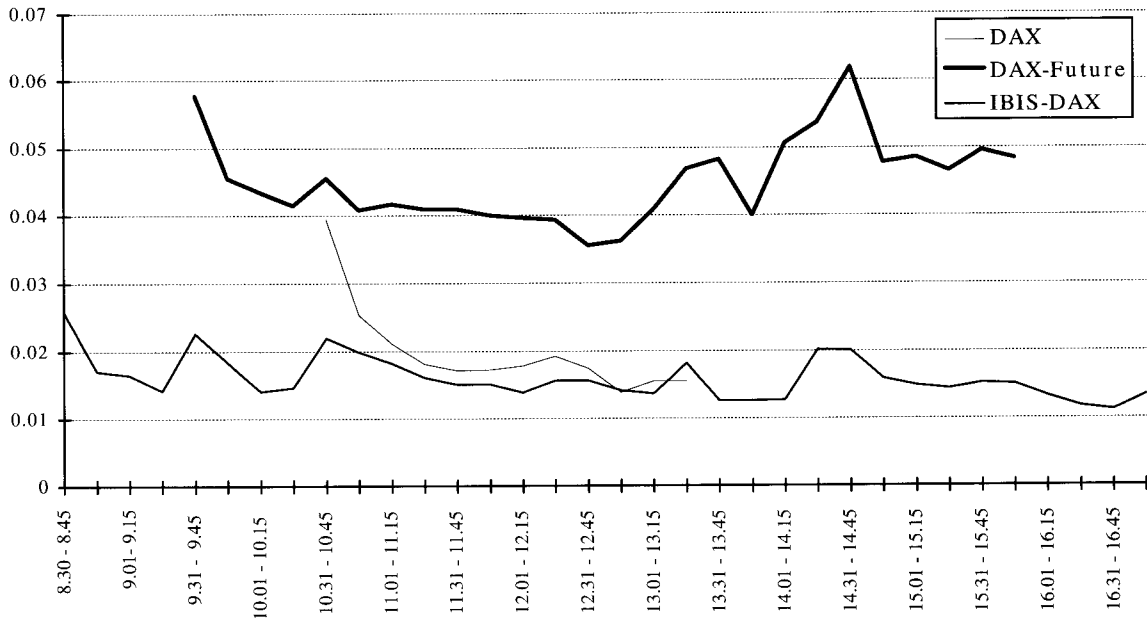


Abbildung 7: Freitage mit Verfall des DAX-Future

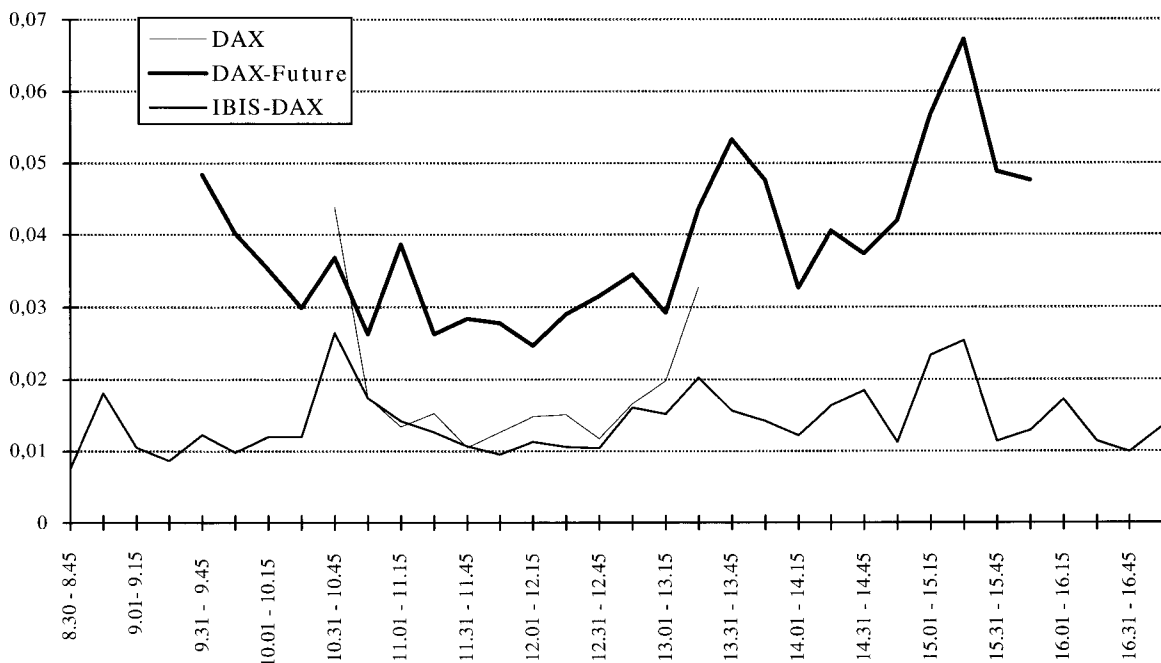


Abbildung 7 verdeutlicht den Verlauf der Standardabweichung an Freitagen mit Verfall des DAX-Futures Kontraktes. Die Volatilität des DAX-Futures wird anhand der Renditen des nachfolgenden Verfalltermins gemessen. Bei der Analyse der Zeitreihen ist aber zu berücksichtigen, daß die durchschnittliche Volatilität auf der Basis von jeweils 8 Beobachtungswerten ermittelt wird[30].

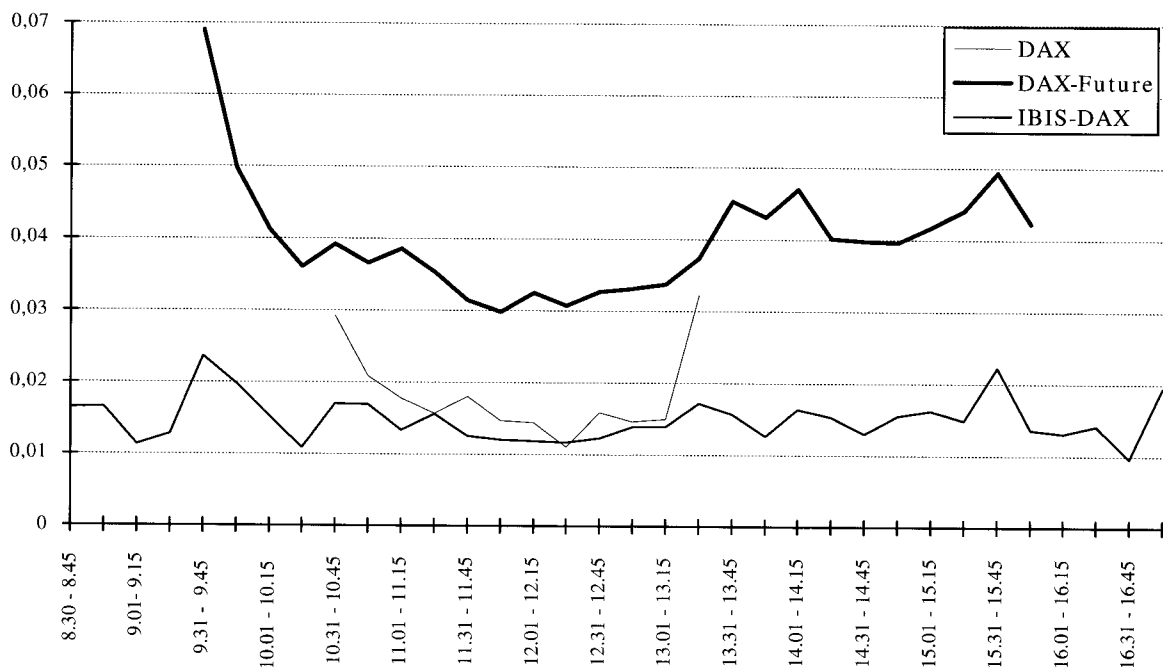
Abbildung 7 verdeutlicht einen erheblichen Anstieg der Volatilität zu Handelsbeginn auf dem Kassamarkt und dem IBIS-Markt bei Verfall des DAX-Futures an diesem Tag. Die Standardabweichung des DAX zur Eröffnung übersteigt sogar die des DAX-Futures Kontraktes. Die Auswirkungen des Final Cash Settlements des Vorgängerkontraktes haben einen geringen Einfluß auf die Volatilität des DAX-Futures Kontraktes.

Die deutlich größere Volatilität zur Handelseröffnung beim Parkett-DAX in Abbildung 6 ist letzt-

endlich dadurch begründet, daß der DAX-Future auf der Basis der Eröffnungskurse des Parkett-handels und nicht auf der Basis der Preise des Computerhandels in IBIS ermittelt wird. Der Einfluß des Verfalltermins auf die Volatilität des IBIS-DAX ist in Abbildung 7 aber auch deutlich zu erkennen. Zu Handelsbeginn und Handels-schluß auf dem Kassamarkt kann sich der IBIS-Handel dem Sog des Kassamarktes nicht entziehen.

Auch gegen Mitte des Parketthandels steigt die Intraday-Volatilität des DAX deutlich stärker als der entsprechende IBIS-DAX. Die Entwicklung an Freitagen ohne Verfall ist zum Vergleich aus Abbildung 6 zu ersehen. Die Entwicklung in Abbildung 7 ist auf die Abrechnung der DAX-Option in den Zeitraum zwischen 12.21 und 12.30 Uhr auf der Basis des Kassa-DAX zurückzuführen. Potentielle Manipulationen sind somit nicht an der Entwicklung der IBIS-Preise interessiert[31].

Abbildung 8: Freitag mit Verfall der Optionen



Zu Handelsende verzeichnet der Parkett-DAX erneut eine deutliche Steigerung der Volatilität, die auch mit geringerer Intensität beim Computerhandel zu beobachten ist. Auffällig ist auch, daß die Standardabweichung des DAX-Futures in Abbildung 7 im Anschluß an den Parketthandel deutlich zunimmt. Ein Grund darin könnte in dem Verfall der Optionen auf einzelne Aktien zu Handelsende sein^[32], wengleich die Marktteilnehmer Transaktionen auch weiterhin über den Computerhandel abwickeln können.

Abbildung 8 verdeutlicht den Verlauf der Standardabweichung an Freitagen mit Verfall der Optionen. Insgesamt werden 15 Verfalltermine^[33] der Jahre 1993 und 1994 einbezogen. In Abbildung 8 sind dabei die Verfalltermine des DAX-Futures nicht eingeschlossen.

Die Eröffnungsvolatilität am Kassamarkt in Abbildung 8 liegt deutlich unter der Volatilität zu Handelseröffnung an Freitagen mit Verfall des DAX-Futures und auch unterhalb der Volatilität an Freitagen ohne Verfall.

In Abbildung 8 ist auch die deutliche Volatilitätssteigerung zu Handelsschluß am Kassamarkt zu erkennen. Wie RÖDER/BAMBERG (1996) bemerken, ist diese Steigerung auf den Verfall der Aktienoptionen zurückzuführen^[34]. Auffällig ist, daß die Volatilität des Parkett-DAX im Zeitraum, der die Endabrechnung der DAX-Option beinhaltet, sinkt.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Intraday-Volatilitätsverlauf vom Parkett-DAX, einem auf der Basis der IBIS-Transaktionspreise berechneten IBIS-DAX und dem jeweils nächstfälligen DAX-Future an normalen Handelstagen und an Verfalltagen der Deutschen Terminbörse untersucht. Dabei wurde der Handelstag in 34 viertelstündliche Intervalle eingeteilt. Die Intraday-Volatilität wurde anhand der Stichprobenstandardabweichung der minütlichen Renditen gemessen. Die wesentlichen Ergebnisse sind:

- Die Intraday-Volatilität hat auf allen drei Märkten von 1993 bis 1994 zugenommen.
- Die Intraday-Volatilität des Parkett-DAX ist zu Handelsbeginn maximal. Zum Zeitpunkt der Ermittlung der Kassakurse und zu Handelsschluß sind weitere lokale Maximalwerte der Volatilität zu beobachten. Der Parketthandel ist der einzige der hier betrachteten Märkte, auf dem ein u-förmiger Verlauf der Intraday-Volatilität festzustellen ist.
- Die Intraday-Volatilität des DAX-Futures ist ebenfalls durch einen Anstieg zu Handelsbeginn geprägt. Die Verunsicherung des deutschen Marktes im Vorfeld der Eröffnung der U.S. Börsen ist deutlich zu erkennen. Eine erhöhte Volatilität zu Handelsschluß tritt beim DAX-Future nicht auf.
- Der Intraday-Volatilitätsverlauf des IBIS-DAX ist geprägt durch lokale Maximalstellen zu Handelseröffnung von DAX-Future und Parketthandel. Der Einfluß der amerikanischen Börsen ist weniger deutlich zu erkennen als beim DAX-Future. Eine geringfügig erhöhte Volatilität zu Handelsschluß ist ebenfalls festzustellen.
- Die Intraday-Volatilität des IBIS-DAX ist stets kleiner als die Intraday-Volatilität des Parkett-DAX.
- Auktionen (insbesondere zur Eröffnung) haben einen volatilitätssteigernden Einfluß.

Expiration-Day-Effekte sind hauptsächlich beim Parkett-DAX zu beobachten. Der Verfall des DAX-Future erhöht vorwiegend die Volatilität des Kassahandels zu Handelsbeginn, während der Verfall der Aktienoptionen den Kassa-DAX zu Handelsschluß beeinflusst. Der Einfluß der Abrechnung der DAX-Option zur Handelsmitte des Verfalltages ist dabei am geringsten.

Fussnoten

- [1] Siehe z.B. WOOD/MCINISH/ORD (1985), HARRIS (1986), JAIN/JOH (1988), MCINISH/WOOD (1990) oder Voster/VISWANATHAN (1993).
- [2] Siehe dazu JANßEN/RUDOLPH (1992) oder BAMBERG/RÖDER (1994).
- [3] Auch Transaktionen nach 13.30 Uhr sind möglich und gehen dann in die weitere Berechnung des DAX ein.
- [4] Unter Eröffnungswert wird in dieser Arbeit der erste veröffentlichte DAX-Wert zu Handelsbeginn verstanden.
- [5] Siehe auch JANßEN/RUDOLPH (1992), S. 6ff.
- [6] Zur Beschreibung von IBIS siehe z.B. KÜMPEL (1991) oder GOTTSCHALK (1991).
- [7] Siehe Deutsche Börse (1993), S.12. Die Mindestabschlußmengen betragen entweder 100 (z.B. Allianz, Lufthansa) oder 500 (z.B. BASF, Daimler) Stück.
- [8] Dies ist in der Regel somit ein Donnerstag.
- [9] NASDAQ: National Association of Securities Dealers Automated Quotations; SEAO: Stock Exchange Automated Quotations; CAC: Cotation Assisée en Continu.
- [10] 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, Thyssen, Veba und VW.
- [11] Die Ausübung der Aktienoptionen erfolgt durch physische Lieferung. Eine Ausnahme stellt jedoch die Option auf die Aktie der Allianz AG dar. Hier erfolgt aus rechtlichen Gründen ein Barausgleich.
- [12] Die Handelszeiten des DAX-Future wurden seit 1990 mehrfach verlängert. Siehe dazu auch BAMBERG/RÖDER (1994).
- [13] Siehe z.B. HARRIS 1986), FRENCH/ROLL (1986), STOLL/WHALEY (1990a, 1990b, 1990c, 1990d) oder FOSTER/VISWANATHAN (1993).
- [14] Asymetrische Informationsverteilung kann dadurch im schlimmsten Fall zu Marktversagen führen. Da der uninformierte Anleger den genauen Wert einer Aktie nicht kennt, ist er nur bereit, einen durchschnittlichen Preis zu bezahlen (z. B. Branchen KGV). Der informierte Verkäufer wird seine Aktie aber nur zu diesem Preis verkaufen, wenn Sie weniger Wert ist als dieser Durchschnittspreis. Als Folge werden nur Aktien gehandelt, deren fairer Wert unter dem Durchschnittspreis liegt. Die Differenz zwischen fairem Wert und gehandeltem Durchschnittspreis sind die Kosten der „adverse selection“. Siehe dazu auch AKERLOF (1970).
- [15] Heute ist der Erwerb von Indexzertifikaten auf internationale Indizes auch für Kleinanleger möglich.
- [16] Siehe dazu KEMPF/KORN (1996). Die Preisführerschaft des Futuresmarktes gegenüber dem Kassamarkt beträgt bis zu 30 Minuten.
- [17] LOCKWOOD/LINN (1990). Für den deutschen Markt konnten RÖDER/BAMBERG (1996) keinen signifikanten Volatilitätsanstieg des DAX zu Handelsschluß bestätigen.
- [18] Die Basis wird in der Arbeit von KIRCHNER (1996) als Preisdifferenz zwischen DAX-Future und IBIS-DAX definiert.
- [19] Ob dieser Effekt durch rein menschliche Bedürfnisse begründet werden kann ist nicht gesichert.
- [20] Siehe RÖDER/BAMBERG (1996).
- [21] Umfaßt die Lücke mehr als 5 Minuten, so wird das zugehörige viertelstündliche Intervall von der Untersuchung ausgeschlossen.
- [22] Siehe JANßEN/RUDOLPH (1992). Zeitpunkte ohne Indexveränderung werden entsprechend der Vorgehensweise beim Parkett-DAX berücksichtigt.
- [23] Siehe Deutsche Börse (1993), S. 25.
- [24] Näheres zu dieser Vorgehensweise ist bei RÖDER/BAMBERG (1996) nachzulesen.
- [25] Zur Handelseröffnung liegen in der Regel weniger als 15 Werte im ersten Intervall vor, weil beispielsweise DAX-Werte in der Regel erst ab 10.33 Uhr zur Verfügung stehen.
- [26] RÖDER/BAMBERG (1996) zeigen, daß die Intraday-Volatilität von 1991 bis 1993 kontinuierlich gefallen ist.
- [27] Zu diesem Einheitskurs werden alle Aufträge abgewickelt, deren Anzahl nicht durch 50 (Nennwert 50 DM) oder 100 (Nennwert 5 DM) teilbar ist.
- [28] Siehe z.B. KAWALLER/KOCH/KOCH (1987), STOLL/WHALEY (1990a) oder KEMPF/KORN (1996).
- [29] Zur Begründung siehe auch SUBRAHMANYAM (1991) und ADMATI/PFLEIDERER (1988).
- [30] Es handelt sich um die 8 Verfalltermine des DAX-Futures Kontraktes, die in den Untersuchungszeitraum fallen. Der Intraday-Volatilitätsverlauf des DAX-Futures in Abbildung 6 wird auf der Basis des in drei Monaten fälligen Kontraktes ermittelt.
- [31] Siehe dazu auch BAMBERG/RÖDER (1995).
- [32] An Handelstagen mit Verfall des DAX-Futures verfallen auch die Aktienoptionen an der DTB.
- [33] Der 21.5.1993 wird von der Untersuchung ausgeschlossen, da der vorausgegangene Donnerstag, der 20.5.1993, ein Feiertag ist.
- [34] Da die Erfüllung der Aktienoptionen durch physische Lieferung erfolgt (Ausnahme ist die Option auf die Allianz AG), besteht bis zum Handelsende die letztmalige Möglichkeit zur Eindeckung bzw. Glattstellung und gleichzeitiger Ausübung der Option.

Literatur

- ADMATI, A. und P. PFLEIDERER (1988): „A Theorie of Intraday Trading Patterns: Volume and Price Variability“, *Review of Financial Studies* 1, No. 1, pp. 3–40.
- AKERLOF, G. (1970): „The Market for ‚Lemons‘: Qualitative Uncertainty and the Market Mechanism“, *Quarterly Journal of Economics* 84, pp. 588–500.
- BAMBERG, G. und K. RÖDER (1994): „Arbitrage institutioneller Anleger am DAX-Futures Markt unter Berücksichtigung von Körperschaftsteuern und Dividenden“, *Zeitschrift für Betriebswirtschaftslehre* 64, 1533–1566.
- BAMBERG, G. und K. RÖDER (1995): „Strategien eines finanzkräftigen Manipulators am Termin- und Aktienmarkt, Arbeitspapiere zur Mathematischen Wirtschaftsforschung“, Universität Augsburg, Heft 127/1995.
- DEUTSCHE BÖRSE AG (1993): „Integriertes Börsenhandels- und Informations-System IBIS“, Informationsbrochure.
- FOSTER, D. and S. VISWANATHAN (1993): „Variations in Trading Volume, Return Volatility, and Trading Costs: Evidence on Recent Price Formation Models“, *Journal of Finance* 48, 187–211.
- FRENCH, K. and R. ROLL (1986): „Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders“, *Journal of Financial Economics* 17, 5–26.
- GOTTSCHALK, U. (1991): „IBIS – Inter-Banken-Informations-System“, *Zeitschrift für Bankrecht und Bankwirtschaft* 3, 23–27.
- HARRIS, L. (1986): „A Transaction Data Study of Weekly and Intradaily Patterns in Stock Returns“, *Journal of Financial Economics* 16, pp. 99–117.
- JAIN, P. and G. JOH (1988): „The Dependence between Hourly Prices and Trading Volume“, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 23, No.3, pp. 269–283.
- JANßEN, B. and B. RUDOLPH (1992): „Der Deutsche Aktienindex DAX, Konstruktion und Anwendungsmöglichkeiten“, Knapp Verlag, Frankfurt a.M.
- KAWALLER, I., P. KOCH and T. KOCH (1987): „The temporal price relationship between S&P 500 Futures and the S&P 500 Index“, *The Journal of Finance* 42, pp. 1309–1329.
- KELLER, S. und H. ZIMMERMANN (1994): „Ausübungseffekte schweizerischer Aktien- und Indexderivate an der Soffex“, *Finanzmarkt und Portfolio Management* 8, pp. 77–87.
- KEMPF, A. und O. KORN (1996): „Preisführerschaft und imperfekte Arbitrage“, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 66, pp. 837–859.
- KIRCHNER, T. (1996): „Eine Intraday-Analyse von IBIS-DAX und DAX-Future, Arbeitspapier“, Institut für Entscheidungstheorie und Unternehmensforschung, Universität Karlsruhe (TH).
- KÜMPEL, S. (1991): „Zur Aufnahme des elektronischen Handels an der Frankfurter Wertpapierbörse“, *Wertpapiermitteilungen Zeitschrift für Wirtschafts- und Bankrecht; Sonderbeilage Nr. 4 zu Nr. 22 vom 1. Juni 1991*; 3–24.
- LOCKWOOD, L. and S. LINN (1990): „An Examination of Stock Market Return Volatility During Overnight and Intraday Periods, 1964–1989“, *Journal of Finance* 45, pp. 591–601.
- MCINISH, T. and R. WOOD (1990): „A Transactions Data Analysis of the Variability of Common Stock Returns during 1980–1984“, *Journal of Banking and Finance* 14, pp. 99–112.
- OLDFIELD, G. and R. ROGALSKI (1980): „A Theory of Common Stock Returns Over Trading and Non-Trading Periods“, *Journal of Finance* 35, pp. 729–751.
- RÖDER, K. und G. BAMBERG (1996): „Intraday-Volatilität und Expiration-Day-Effekte am deutschen Aktienmarkt“, *Kredit und Kapital* 29, pp. 244–276.
- SCHLAG, C. (1996): „Expiration day effects of stock index derivatives in Germany“, *European Financial Management* 1, No. 1, 69–95.
- STEINER, M. und C. BRUNS (1995): „Wertpapiermanagement“, 4. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.
- STOLL, H. and R. WHALEY (1990a): „The Dynamics of Stock Index and Stock Index Futures Returns“, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 25, pp. 441–468.
- STOLL, H. and R. WHALEY (1990b): „Stock Market Structure and Volatility“, *Review of Financial Studies* 3, pp. 37–71.
- STOLL, H. and R. WHALEY (1990c): „Program Trading and Individual Stock Returns: Ingredients of the Triple-Whitching Brew“, *Journal of Business* 63, pp. 165–192.
- STOLL, H. and R. WHALEY (1990d): „Expiration-Day-Effects: What has Changed?“ Working Paper.
- SUBRAHMANYAM, A. (1991): „Theorie of Trading in Stock Index Futures“ *Review of Financial Studies* 4, No. 1, pp. 17–51.
- WOOD, R., T. MCINISH and J. ORD (1985): „An Investigation of Transactions Data for NYSE Stocks“, *Journal of Finance* 40, pp. 723–739.