

**Neue  
Betriebswirtschaftliche  
Studienbücher**

**Band 39**

Milena E. Tieves

**Informationsmaße und  
Informationsführerschaft  
bei Volatilitätsfindungsprozessen**



**Berliner  
Wissenschafts-Verlag**

# Geleitwort

Wie stark schwanken die Aktienkurse? Neben der einem Blick in die Kristallkugel gleichkommenden Prognose zukünftiger Renditen gehört diese Frage sicherlich zu den am häufigsten diskutierten Themen am Finanzmarkt. Die Schwankungsintensität von Aktienkursen – also ihre Volatilität – ist unter anderem bedeutsam für die Portfoliooptimierung von Anlegern und deren Risikomanagement, als Stimmungsbarometer bis hin zum Krisenindikator für den Gesamtmarkt sowie als wesentliche Einflussgröße für Preise von Aktienoptionen. Letzteren kommt dabei eine besondere Rolle zu, da sich in Marktpreisen von Optionen die Erwartungen der Marktteilnehmer über zukünftige Volatilitäten widerspiegeln.

Wie aber bilden sich die Erwartungen der Marktteilnehmer? Die empirische Forschung hat in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von Erkenntnissen über das Verhalten von Volatilitäten auf Aktienmärkten gewonnen. So gilt es als erwiesen, dass Volatilitäten ihrerseits stochastischen Schwankungen unterworfen sind, wobei sich ein „Clustering“ dahingehend zeigt, dass Phasen hoher und Phasen niedriger Volatilität sich abwechseln. Des Weiteren neigt die Volatilität bei fallenden Aktienkursen zu steigen und vice versa.

Während für die originären Ursachen der Volatilität verschiedene Erklärungsansätze existieren, beschäftigt sich Frau Tieves in der vorliegenden Dissertationsschrift mit einem weiteren, bislang wenig erforschten Themenkreis: Volatilitäten auf verbundenen Märkten. Werden volatilitätssensitive Finanztitel auf unterschiedlichen Märkten gehandelt, so stellt sich die Frage, inwieweit sich diese Märkte in der „Meinungsbildung“ über zukünftige Volatilitäten, also in der Volatilitätsfindung, gegenseitig beeinflussen. Für Preise von Finanztiteln auf verbundenen Märkten – etwa Aktienkurse desselben Unternehmens an verschiedenen Börsen – wird eine solche gegenseitige Beeinflussung seit gut zwei Jahrzehnten in der wissenschaftlichen Literatur ausführlich untersucht. Mit der Übertragung der Ideen aus dem Bereich derartiger Preisfindungsprozesse auf das Gebiet der Volatilitäten betritt die vorliegende Arbeit in weiten Teilen Neuland.

Geleitet von der Frage nach der Bedeutung des Optionsscheinmarktes für die Volatilitätsfindung, leistet Frau Tieves zunächst Pionierarbeit in methodischer Hinsicht. Da die ökonometrischen Ansätze aus der Preisfindungsliteratur nicht unmittelbar auf

Volatilitätszeitreihen angewendet werden können, entwickelt sie ein neuartiges Konzept, das sich als Verallgemeinerung bekannter Methoden auffassen lässt. Allein dieses neuartige Maß ist bereits von beachtlichem wissenschaftlichen Interesse; zusammen mit der empirischen Anwendung auf verschiedene volatilitätssensitive Märkte und den daraus gewonnenen Erkenntnissen liegt ein Werk vor, dessen wissenschaftlicher Gehalt außer Frage steht.

Zu Recht haben die Forschungen von Frau Tieves daher bereits eine hohe Aufmerksamkeit in der Fachwelt auf nationalen wie internationalen Tagungen erfahren. Neben der akademischen Bedeutung ist die vorliegende Arbeit aber noch aus einem weiteren Grund lesenswert, der in vielerlei anderen Werken oftmals vermisst wird: eine äußerst gelungene und fokussierte Darstellung insbesondere der grundlegenden ökonomischen Zusammenhänge. So ist zu vermuten, dass die Arbeit nachfolgenden Generationen von Studenten und Doktoranden eine wertvolle Hilfe beim Einstieg in die mitunter komplexe Thematik der Preis- bzw. Volatilitätsfindungsprozesse sein wird.

Hagen, im Februar 2018

Rainer Baule

# Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Bank- und Finanzwirtschaft der FernUniversität in Hagen entstanden. Im Herbst 2017 wurde sie an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft der FernUniversität als Dissertationsschrift angenommen.

Die finanzwirtschaftliche Größe der Volatilität als Schwankungsbreite eines zugrunde liegenden Basiswertes spielt in vielen Bereichen der Bank- und Finanzwirtschaft eine große Rolle. Wenngleich es viele Modelle zur Entwicklung der Volatilität gibt, ist die Frage nach dem Prozess der Volatilitätsfindung auf Marktmikroebene weitestgehend ungelöst. Hierbei interessiert primär die Frage: Welcher Markt geht in Informationsführerschaft und verarbeitet folglich bewertungsrelevante Informationen für Volatilitäten, relativ zu anderen beteiligten Märkten, schneller und besser? Diese und weitere damit verbundene Fragestellungen versuche ich im Rahmen der vorliegenden Dissertationsschrift zu beantworten und damit dem bis dato vernachlässigten Bereich der Volatilitätsfindung mehr Gewicht zu verleihen.

Ich möchte mich im Folgenden bei einigen Personen bedanken, die maßgeblich zu dem Erfolg dieses Dissertationsprojektes beigetragen haben: Als erstes möchte ich meinen Doktorvater und Vorgesetzten, Herrn Prof. Dr. Rainer Baule, hervorheben, der mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand und durch dessen fachliche Unterstützung dieses Werk überhaupt möglich war. Nicht immer waren wir einer Meinung, lieber Chef, aber auch ich musste einsehen, dass eine Dissertation eben nicht nur durch Lob und Einklang entsteht, sondern idealerweise auch an kritischer Auseinandersetzung wächst. Als Doktorvater und vor allem als Vorgesetzter hat Herr Prof. Dr. Baule es durch seine ruhige Art immer geschafft, ein sehr angenehmes und entspanntes Arbeitsklima aufrecht zu erhalten, in dem genug Zeit und Muße für Forschung blieb. Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Hermann Singer für die Übernahme des Zweitgutachtens der Dissertationsschrift und bei Herrn Prof. Dr. Stephan Meyering für die Tätigkeit als Drittprüfer bedanken. Darüber bedanke ich mich bei den Herausgebern der Neuen Betriebswirtschaftlichen Studienbücher, welche die Aufnahme der Arbeit in die Schriftenreihe ermöglicht haben. Ebenso gebührt der FernUniversität in Hagen für

die finanzielle Unterstützung bei der Veröffentlichung dieser Dissertationsschrift ein großer Dank.

Ein ganz besonderer Dank geht an alle aktuellen und ehemaligen Mitgliedern des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Bank- und Finanzwirtschaft. Insbesondere möchte ich mich bei Jasmin Mazurek, PD Dr. Karin Niehoff, Sebastian Wessels, Patrick Münchhalfen, Philip Rosenthal, Michael Naumann, Dr. Hannes Wilke, Dr. Philip Blonski, Zsuzsanna Csapó und auch bei den lehrstuhlfremden Kolleginnen Michaela Thulke und Katharina Kühne bedanken. Euer unermüdlicher Humor hat mich immer aufgeheitert, wenn dunkle Forschungswolken aufzogen, Eure hilfsbereite Art hat mir stets einen Lichtschimmer geschickt, wenn die Dunkelheit über die Börsenpraktiken hereinbrach, und durch Eure aufmerksamen und gut durchdachten Kommentare konnte dieses Werk schließlich wachsen und gedeihen. Ich werde unsere intensiven Forschungsgespräche sowie die legendären 20-Cent-Wetten vermissen und ich bin sehr stolz darauf, ein Teil eines so tollen Teams gewesen zu sein. Ein ganz besonderer Dank gilt David Shkel, der diese Arbeit in all ihren Höhen und Tiefen kennengelernt hat und durch dessen kluge Fragen und Kritikpunkte sie schließlich als Dissertationswerk fertig gestellt werden konnte. Twinni, Du bist in den letzten fünf Jahren mein bester Freund geworden und ohne Dich hätte ich es nicht geschafft. In jedweder Hinsicht. PS: Werde bitte schnell fertig!

Ebenso möchte ich meiner Familie danken, welche diese nicht immer leichte Dissertationszeit mitgetragen und mir immer ein Gefühl von Geborgenheit und Zuversicht vermittelt hat. Ein besonderer Dank geht dabei an meine Großmutter, Melanie Agnes Tieves, deren unermüdliche Kochkünste mir immer einen vollen Magen beschert haben und deren hohe Bügelexpertise mir knittrige Blusen erspart hat. Des Weiteren bedanke ich mich bei meinem (Beute-)vater Dr. Jörg Lüer, der sich trotz mehrfacher Intervention eines unsäglichen Kellners nicht beirren ließ, eine nachhaltige und wundervolle Rede anlässlich der Disputation zu halten.

Ein weiteres Dankeschön geht ans andere Ende der Welt: Neuseeland, Auckland University of Technology. *AUT*, you rock my world! Insbesondere möchte ich mich bei meinem weiteren wundervollen Lehrmeister, Herrn Prof. Dr. Bart Frijns, bedanken, der mir beigebracht hat, weniger binär zu denken. Meiner Freundin, Dr. Katrin Gottschalk, danke ich dafür, dass sie mir die Kraft und die Stärke verliehen hat, mich frei in einer anderen Welt der Universitäten zu bewegen.

Ich widme diese Arbeit den Nicht-Brotgelehrten und damit Schillers Ur-Gedanken der Interdisziplinarität. Als reine Mathematikerin fachfremd an einem BWL-Lehrstuhl (ja, wir gehören zur BWL) promoviert zu werden, war sicher nicht der geradlinigste Weg, der vorgezeichnet war. Aber es war definitiv der Weg, auf dem am meisten gesehen werden konnte.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis . . . . .	xv
Tabellenverzeichnis . . . . .	xvii
Abkürzungsverzeichnis . . . . .	xix
Symbolverzeichnis . . . . .	xxi
<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Thematische Einleitung und Zielsetzung . . . . .	1
1.2 Struktur und Aufbau der Dissertation . . . . .	5
<b>2 Ökonometrische Grundlagen von Wertfindungsprozessen</b>	<b>10</b>
2.1 Wertfindungsprozesse . . . . .	10
2.1.1 Definition und Allgemeines . . . . .	10
2.1.2 Informationsmaße und Informationsführerschaft . . . . .	11
2.2 Grundlagen der Zeitreihenanalyse . . . . .	13
2.2.1 Stationarität . . . . .	13
2.2.2 Nichtstationarität und Kointegration . . . . .	15
2.2.3 Grenzstationäre Prozesse und Testverfahren . . . . .	19
2.2.4 Fragilität der Testverfahren . . . . .	23
2.2.5 Vektor-autoregressive Prozesse . . . . .	26
2.2.5.1 Definition und Vektor-Moving-Average-Darstellung	26
2.2.5.2 Fehlerkorrekturmodell . . . . .	32

<b>3</b>	<b>Volatilität und Volatilitätszeitreihen</b>	<b>35</b>
3.1	Volatilität als Marktgröße . . . . .	35
3.2	Volatilität und Optionen . . . . .	36
3.3	Volatilitätszeitreihen und ihre Eigenschaften . . . . .	47
3.3.1	Stochastische zeitstetige Volatilitätsmodelle . . . . .	47
3.3.2	Stochastische zeitdiskrete Volatilitätsmodelle . . . . .	54
3.3.3	Ein Vergleich von GARCH-Modell und ARMA-Modell . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Klassische Informationsmaße für nichtstationäre kointegrierte Zeitreihen</b>	<b>64</b>
4.1	Dekompositionsansätze von Zeitreihen . . . . .	65
4.1.1	Zerlegung nach Beveridge und Nelson sowie Stock und Watson . . . . .	65
4.1.2	Common-Trend-Darstellung . . . . .	67
4.1.3	Zerlegung nach Gonzalo und Granger . . . . .	69
4.2	Klassische Informationsmaße . . . . .	71
4.2.1	Common Factor Component Share nach Gonzalo und Granger . . . . .	71
4.2.2	Information Share nach Hasbrouck . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Informationsmaße für stationäre Zeitreihen</b>	<b>77</b>
5.1	Einführung in die Problematik . . . . .	77
5.2	Varianzzerlegung . . . . .	80
5.3	Stationary Information Share . . . . .	83
5.4	Konvergenzverhalten des Stationary Information Share im Grenzprozess . . . . .	86
5.4.1	Mathematische Konvergenz im Allgemeinen . . . . .	86
5.4.2	Mathematisch-technische Konvergenz . . . . .	91
5.4.3	Numerische Konvergenz des Stationary Information Share . . . . .	98
5.5	Spillover-Index . . . . .	112
5.6	Alternatives Informationsmaß für stationäre Prozesse . . . . .	115
5.6.1	Impuls-Antwort-Folgen . . . . .	115
5.6.2	Stationary Component Share . . . . .	117

5.6.3	Konvergenzverhalten des Stationary Component Share im Grenzprozess . . . . .	119
<b>6</b>	<b>Volatilitätsfindung auf globalen Märkten</b>	<b>122</b>
6.1	Literaturübersicht . . . . .	122
6.2	Analyse mithilfe des Stationary Information Share . . . . .	127
6.2.1	Beschreibung der Datengrundlage . . . . .	127
6.2.2	Darstellung und Interpretation der Ergebnisse . . . . .	133
<b>7</b>	<b>Volatilitätsfindung auf klassischem Optionsmarkt und Markt für Optionsscheine</b>	<b>139</b>
7.1	Einführung und Aufbau . . . . .	139
7.2	Literaturübersicht . . . . .	141
7.3	Beschreibung der Märkte – klassischer Optionsmarkt vs. Markt für Optionsscheine . . . . .	145
7.4	Konstruktion der Volatilitätszeitreihen und Datengrundlage . . . . .	148
7.4.1	VDAX-New als modellfreier Repräsentant des klassischen Optionsmarktes . . . . .	148
7.4.2	Emittentenabhängige modellfreie Volatilitätszeitreihen als Repräsentanten des Privatanlegermarktes . . . . .	149
7.4.3	Beschreibung der Datengrundlage . . . . .	151
7.4.4	Sticky-Strike-Effekt und notwendige Modifikationen der Volatilitätszeitreihen . . . . .	153
7.5	Analyse mithilfe des Stationary Information Share . . . . .	164
7.5.1	Volatilitätsfindung und Informationsführerschaft zwischen klassischem Optionsmarkt und Optionsscheinmarkt für Privatanleger . . . . .	164
7.5.2	Informationsführerschaft und Volatilitätsfindung innerhalb des Privatanlegermarktes . . . . .	172
7.6	Analyse der emittentenabhängigen Quotierung der Volatilität . . . . .	177



<b>8 Schlussbetrachtung</b>	<b>185</b>
8.1 Résumé . . . . .	185
8.2 Ausblick . . . . .	188
8.2.1 Multivariates Marktsystem $n > 2$ . . . . .	188
8.2.2 Fraktional kointegrierte Prozesse . . . . .	190
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>196</b>

# 1 Einführung

## 1.1 Thematische Einleitung und Zielsetzung

Die Volatilität als Marktgröße stellt allgemein die Schwankungsbreite eines zugrunde liegenden Basiswertes dar. Während es eine Fülle globaler Erklärungsansätze zur Entwicklung von Volatilität gibt, ist die Frage nach dem Prozess der Volatilitätsfindung auf Marktmikroebene weitestgehend ungelöst. Hierbei interessiert primär die Frage: Welcher Markt geht in Informationsführerschaft und verarbeitet folglich bewertungsrelevante Informationen für Volatilitäten, relativ zu anderen beteiligten Märkten, schneller und besser? Wenngleich diese Frage für Preisprozesse, wie beispielsweise Aktienkursprozesse, in der Literatur oft thematisiert und beantwortet wird, ist sie für Volatilitätsprozesse weitestgehend unbeantwortet. Die vorliegende Arbeit versucht geeignete Maße zur Messung der Informationsführerschaft in der Volatilitätsfindung zu konstruieren und mithilfe dieser Maße Volatilitätsfindungsprozesse in zwei empirischen Studien zu analysieren und interpretieren.

In der Vergangenheit wurden zahlreiche verschiedene Varianten der Volatilität entwickelt: die historische oder realisierte Volatilität, die stochastische Volatilität (Heston (1993) und (G)ARCH-Prozesse nach Engle (1982) und Bollerslev (1986)) oder die lokale Volatilität (Dupire (1994)) stellen einige von ihnen dar. Das Konzept der impliziten Volatilität basiert auf der Optionspreistheorie, welche von Black und Scholes (1973) und von Merton (1973) entwickelt wurde. Sie stellt die Erwartung des Marktes bezüglich der zukünftigen Schwankungsbreite des Basiswertes dar und repräsentiert eine zentrale Größe auf dem Finanzmarkt. Der Erklärungsgehalt impliziter Volatilitäten für zukünftig realisierte Volatilitäten konnte in einer Vielzahl von Studien bestätigt werden.<sup>1</sup> Neben den klassischen impliziten Volatilitäten im Black-Scholes-Merton-Modell haben modellunabhängige implizite Volatilitäten in der Finanzwirtschaft Bestand. Diese modellfreien impliziten Volatilitäten wurden von Britten-Jones und Neuberger

---

<sup>1</sup> Vgl. beispielsweise Day und Lewis (1992), Lamoureux und Lastrapes (1993), Jorion (1995) und Christensen und Prabhala (1998).

(2000) für allgemeine Diffusionsprozesse entwickelt und zeigen ein modellunabhängiges Verfahren zur Ableitung der impliziten Varianz aus einem Kontinuum an realen Optionspreisen mit identischer Fälligkeit auf. Jiang und Tian (2005) zeigen, dass das Verfahren auch unter Einbeziehung von Sprüngen im Aktienkursprozess valide bleibt. Des Weiteren stellen die Autoren dar, dass die modellfreie Volatilität sowohl die Informationen der historischen als auch die Informationen der klassischen impliziten Volatilität beinhaltet und dass sie sich als Vorhersage der realisierten Varianz empirisch als vorteilhafter gegenüber anderen Ansätzen erweist.<sup>2</sup> Für die Analyse des Volatilitätsfindungsprozesses sind modellfreie implizite Volatilitätszeitreihen somit vielversprechende Kandidaten.

Um den Prozess der Volatilitätsfindung, also Informationsführerschaft und Informationsverarbeitung für Volatilitäten, zu untersuchen, erfolgt in dieser Arbeit zunächst eine Orientierung am analogen Preisfindungsprozess auf parallel existierenden Märkten. Hasbrouck (1995) entwickelt in seiner Arbeit ein Informationsmaß – den Information Share –, mit dessen Hilfe er parallel existierenden Märkten einen relativen Informationsanteil im Preisfindungsprozess zuweisen kann. Das ökonometrische Konzept des Information Share stellt auf eine Kointegrationsbeziehung zwischen den parallelen Aktienkursen ab. Die Kointegrationsbeziehung kann über ein vektorielles Fehlerkorrekturmodell mit einem gemeinsamen fundamentalen Wert – dem effizienten Preis – dargestellt werden. Aus Arbitragegründen können die Märkte nur temporär von dem gemeinsamen stochastischen Trend abweichen. Der Information Share misst den relativen Anteil der beteiligten Märkte an der Varianz dieses gemeinsamen stochastischen Trends und gibt somit Aufschluss über relative Informationsanteile. Neben Hasbroucks Information Share wird mit dem Common Factor Component Share ein alternatives Maß für Preisfindungsprozesse von Gonzalo und Granger (1995) und Harris, McInish und Wood (2002b) vorgeschlagen, die zwar die Information der Varianz-Kovarianz-Matrix nicht mehr beinhaltet, aber dennoch auf der Voraussetzung kointegrierter Aktienkurse basiert. Kointegration, welche sowohl für Hasbroucks Information Share als auch für den Common Factor Component Share eine tragende Rolle spielt, impliziert allerdings Nichtstationarität. Wenngleich diese Voraussetzung für Aktienkurse durchaus plausibel ist, werden Volatilitätszeitreihen oft als stationäre Zeitreihen betrachtet, wodurch die etablierten Standardmaße der Preisfindung nicht anwendbar sind.

Um stationäre Zeitreihen im Wertfindungsprozess zu untersuchen, haben beispielsweise Maße wie der von Diebold und Yilmaz (2009) entwickelte Spillover-Index, ein Maß für Übertragungseffekte, Bestand. Ein Großteil dieser bestehenden Maße für stationäre Zeitreihen weist allerdings den Nachteil auf, dass er keine relativen Informationsanteile ausweisen kann. In dieser Arbeit wird daher ein relatives Informationsmaß im Volatilitätsfindungsprozess für stationäre Zeitreihen – der Stationary Information Share – in Anlehnung an Hasbroucks Information Share entwickelt. Ebenso wird das Konzept des Common Factor Component Share auf stationäre Zeitreihen übertragen. Die stationären

---

<sup>2</sup> Vgl. Jiang und Tian (2005), S. 1307.

Informationsmaße basieren auf bekannten ökonometrischen Standardmethoden wie der Impuls-Antwort-Analyse und der Analyse der Prognosefehlervarianz. In dieser Arbeit wird primär auf den Stationary Information Share abgestellt, der für die empirischen Studien verwendet wird. Der Stationary Information Share basiert auf der Zerlegung der Prognosevarianz und gibt im Einklang zu Hasbroucks Information Share relative Varianzanteile der konkurrierenden Märkte wieder. Beide entwickelten Maße weisen im grenzstationären Prozess ein Konvergenzverhalten zu ihren Analoga der nichtstationären Welt auf, was zeigt, dass sie sich konsistent in die bestehenden Verfahren einfügen. Damit sind adäquate Maße zur Analyse des Volatilitätsfindungsprozesses gefunden. Der Stationary Information Share beinhaltet Hasbroucks Information Share als Spezialfall und kann damit als ein übergeordnetes Maß angesehen werden. Des Weiteren stellt er über die Ähnlichkeit zum Spillover-Index ein wichtiges Verbindungsglied zwischen Hasbroucks Information Share und dem Spillover-Index dar. Während im ersten Teil der Arbeit also auf Basis mit modelltheoretischen ökonometrischen Methoden das gesuchte Maß für einen Volatilitätsfindungsprozess entwickelt wird, werden im zweiten Teil der Arbeit zwei empirische Studien durchgeführt.

In der ersten empirischen Anwendung wird Volatilitätsfindung zwischen transkontinentalen Märkten analysiert. Zahlreiche Studien in der Literatur untersuchen Übertragungseffekte (Spillover-Effekte) zwischen verschiedenen Ländern und Regionen. Die meisten von ihnen stellen jedoch auf realisierte anstatt auf implizite Volatilitäten ab. Realisierte Volatilitäten als historische Schätzer weisen allerdings oft wenig Validität für zukünftig erwartete Schwankungsbreiten auf.<sup>3</sup> Die hier gezeigte Anwendung verwendet daher modellfreie implizite Volatilitätszeitreihen. Auf Basis modellfreier impliziter Volatilitätszeitreihen und mithilfe des entwickelten Stationary Information Share wird die Leitstruktur zwischen drei globalen Märkten – US-Markt, deutscher Markt, japanischer Markt – auf Tagesdatenbasis untersucht. Hierbei interessiert auch die Frage, ob Änderungen in der Informationsführerschaft des transkontinentalen Volatilitätsfindungsprozesses während des 20-jährigen Beobachtungszeitraums erkennbar sind und wie diese ökonomisch erklärt werden können.

Die zweite Studie ist von der Frage geprägt, wie die Verarbeitung volatilitätsrelevanter Informationen für ein bivariates Marktsystem im Intraday-Bereich auf Minutenbasis erfolgt. Volatilitätsfindung auf hochfrequenter Basis hat bis zum heutigen Zeitpunkt wenig Beachtung in der Forschung gefunden. Ein möglicher Grund hierfür könnte in einer mangelnden Datenbasis vorliegen, da für einen zugrunde liegenden Basiswert häufig nur ein einziger Optionsmarkt existiert. Im Falle des DAX (deutscher Aktienindex) als Basiswert stellt die EUREX (European Exchange) als eine der weltweit größten Terminbörsen den prädestinierten klassischen Optionsmarkt dar. Durch den in den letzten Jahren gewachsenen Markt für Retail-Produkte, also Produkte für Privatanleger, hat sich das Marktumfeld stark geändert, sodass nun ein zu der EUREX parallel existierender Markt – die EUWAX (European Warrant Exchange) – als weltweit größ-

---

<sup>3</sup> Vgl. Poon und Granger (2003), S. 506.

ter Optionsscheinmarkt vorliegt. Auf diesem Markt bieten insbesondere Banken u. a. Optionsscheine an, deren Wert analog zu Optionen von der (impliziten) Volatilität des Basiswertes abhängt und die ein analoges Auszahlungsprofil zu einer klassischen Option aufweisen. Die Banken verpflichten sich dabei als Market-Maker<sup>4</sup>, Geld- und Brief-Kurse auf hochfrequenter Basis zu stellen. Aus diesen Kursen lassen sich die, vom Emittenten eingepreisten, (modellfreien) impliziten Volatilitäten – d. h. emittentenspezifische Volatilitätszeitreihen – bestimmen, wodurch dieses Marktsegment der Retail-Produkte zur Erforschung der Volatilitätsfindung gegenüber dem klassischen Optionsmarkt prädestiniert ist. Wenngleich der klassische Optionsmarkt häufig als Hauptreferenzmarkt für die Untersuchung verbriefter Derivate herangezogen wird, ist es dennoch fraglich, inwieweit auf Marktmikroebene die implizite Volatilität verbriefter Derivate tatsächlich der impliziten Volatilität auf dem klassischen Optionsmarkt folgt. So weist der klassische Optionsmarkt beispielsweise höhere Geld-Brief-Spannen als der Optionsscheinmarkt auf,<sup>5</sup> was als Indiz gewertet werden kann, dass der Markt Informationen langsamer verarbeitet. Gleichzeitig sind die Emittenten der Optionsscheine transkontinental agierende Banken, welche volatilitätsrelevante Informationen tendenziell schnell erhalten und verarbeiten können. Daraus ergibt sich die Frage, ob die auf dem Optionsscheinmarkt agierenden Emittenten der an dem klassischen Optionsmarkt vorliegenden impliziten Volatilität „blind“ folgen oder einen nennenswerten eigenen Anteil am Volatilitätsfindungsprozess haben.

Die folgende Tabelle verdeutlicht die drei thematischen Leitfragen dieser Dissertation.

Was sind geeignete Informationsmaße, um Volatilitätsfindung zu untersuchen, und wie hängen diese mit den klassischen Informationsmaßen zusammen?	?
Welcher Markt geht in Bezug auf transkontinentale Volatilitätsfindung in Informationsführerschaft und wie lässt sich dies erklären?	?
Weist der Markt für Optionsscheine gegenüber dem klassischen Optionsmarkt einen signifikanten Informationsanteil an der Volatilitätsfindung auf?	?

**Tabelle 1.1.** Graphische Darstellung der Leitfragen der Dissertation.

<sup>4</sup> Market-Maker sind allgemein Marktteilnehmer auf dem Kapitalmarkt, die sich für gewisse Finanzinstrumente verpflichten, verbindliche Geld- und Briefkurse zu stellen. Diese verbindlichen Kurse bilden die Basis, zu denen sie mit anderen Marktteilnehmern bereit sind, Kontrakte einzugehen.

<sup>5</sup> Vgl. Bartram, Fehle und Shriver (2008).

## 1.2 Struktur und Aufbau der Dissertation

Die Dissertation besteht neben dieser Einführung aus sechs weiteren Kapiteln und einer Schlussbetrachtung, die inhaltlich teilweise aufeinander aufbauen.

### Ökonometrische Grundlagen von Wertfindungsprozessen

Das zweite Kapitel stellt primär auf die modelltheoretische Grundlage der Informationsmaße ab. Es wird zunächst der grundlegende Begriff des Wertfindungsprozesses als übergeordnetes Konzept für Preisfindungs- und Volatilitätsfindungsprozesse definiert. Darauf aufbauend folgt die Definition der Informationsmaße und der Informationsführerschaft, welche anhand eines Beispiels für den Aktienmarkt erläutert werden. Da die erste Leitfrage dieser Dissertation sehr methodisch geprägt ist, wird im Folgenden ausführlich auf ökonometrische Grundlagenkonzepte der Zeitreihenanalyse eingegangen. Die in dieser Arbeit hauptsächlich relevanten Volatilitätszeitreihen gelten als stationär. Daher werden zunächst das Konzept der Stationarität und ebenso das konträre Konzept der Nichtstationarität und der darauf aufbauenden Kointegration als logische Einstiegspunkte gewählt. Da einige Studien Volatilitätszeitreihen als nichtstationäre Zeitreihen in kurzen Beobachtungszeiträumen deklarieren, werden zwei Testverfahren auf Stationarität bzw. Nichtstationarität vorgestellt und erklärt. Die Fragilität dieser Testverfahren wird anhand einer Simulationsstudie aufgezeigt. Während sich diese Überlegungen primär auf univariate Zeitreihen beziehen, können mit einem vektor-autoregressiven Modell, einer Vektor-Moving-Average-Darstellung oder einem Fehlerkorrekturmodell multivariate Systeme von Zeitreihen betrachtet werden. Diese verschiedenen Modelltypen bilden die Basis für die später zu untersuchenden Informationsmaße der Preis- und Volatilitätsfindung.

### Volatilität und Volatilitätszeitreihen

Demgegenüber ist das dritte Kapitel der Dissertation auf die der Zeitreihen zugrunde liegende Größe – die Volatilität – gerichtet. Die Volatilität wird zunächst als Marktgröße vorgestellt und als Risikomaß für die Unsicherheit der mit einer Aktie oder einem Aktienindex verbundenen Renditen definiert. Sie stellt demgemäß ein Maß zur Bestimmung von Preisschwankungen des zugrunde liegenden Basiswertes dar. Im Laufe der Zeit haben sich viele Konzepte der Volatilität herausgebildet: Die (klassische) implizite Volatilität erlangte als ein wichtiger Bestandteil des, mit dem Nobelpreis ausgezeichneten, Optionspreismodells von Black und Scholes (1973) und Merton (1973) große Bekanntheit. Zudem wird die lokale Volatilität als Konzept der deterministischen Volatilitätsklasse vorgestellt, welche im Vergleich zur impliziten Volatilität von Basiswert und Zeit abhängt. Darauf aufbauend wird schließlich die modellfreie implizite Volatilität eingeführt. Dieser kommt im empirischen Teil dieser Arbeit besondere Bedeutung zu. Abschließend wird noch die Klasse der stochastischen Volatilitätsprozesse exemplarisch anhand des gut etablierten Heston-Modells sowie mithilfe der G(ARCH)-Prozesse dargestellt. Wenngleich in beiden Modellen die Varianz als stationäre Größe und damit

ökonomisch sinnvoll definiert ist, wird dem GARCH-Modell darüber hinaus bei Beschreibung der Volatilitätszeitreihen durch Einbezug von Heteroskedastizität und Leptokurtosis eine besondere Bedeutung beigemessen. Diese Verteilungseigenschaften sind speziell für einen Mehr-Tages-Zeitraum wichtig, wohingegen in dieser Dissertation primär Intra-Tages-Volatilitäten betrachtet werden. Daher kommt in dieser Arbeit ein multivariates autoregressives Verfahren zum Einsatz. Dieses Verfahren weist neben der ökonomischen Begründung in einer Simulationsstudie signifikant bessere Werte aus als das GARCH-Modell.

### **Klassische Informationsmaße für nichtstationäre kointegrierte Zeitreihen**

Im vierten Kapitel werden die klassischen Informationsmaße für nichtstationäre kointegrierte Zeitreihen vorgestellt. Die in der Literatur gut etablierte Preisfindung (Price Discovery) geht im Vergleich mit der Volatilitätsfindung nicht mit stationären, sondern mit nichtstationären kointegrierten Zeitreihen einher. Um Informationsverarbeitung zwischen parallel existierenden Märkten zu quantifizieren, sind Ende des letzten Jahrtausends diverse Informationsmaße für den Preisfindungsprozess entwickelt worden. Diese zielen darauf ab, Leitstrukturen verschiedener Märkte, verschiedener Marktsegmente oder verschiedener Marktteilnehmer herauszuarbeiten. Für Volatilitätszeitreihen ist die wichtige Voraussetzung der Nichtstationarität nicht erfüllt.<sup>6</sup> Dennoch sollen die Informationsmaße für Volatilitätsfindung in enger Anlehnung an die vorhandenen Informationsmaße der Preiszeitreihenanalyse konstruiert werden und bedürfen daher genauerer Analyse. Zwei der wichtigsten Informationsmaße für nichtstationäre kointegrierte (Preis-)Zeitreihen gehen auf Hasbrouck (1995) (Information Share) und auf Gonzalo und Granger (1995) zurück, deren grundlegende Dekompositionsidee von Harris, McNish und Wood (2002b) weiterentwickelt wird (Common Factor Component Share). Sowohl hinter dem Information Share als auch hinter dem Common Factor Component Share steht ein Dekompositionsansatz der zu betrachtenden Preiszeitreihen, der darauf basiert, die Preiszeitreihen in eine nichtstationäre permanente und in eine stationäre transitorische Komponente zu zerlegen. Mit der Zerlegung nach Beveridge und Nelson (1981) sowie Stock und Watson (1988a), der Common-Trend-Darstellung und der Zerlegung nach Gonzalo und Granger werden teilweise aufeinander aufbauende Ansätze dargestellt, um ein System von Zeitreihen in eine permanente und in eine transitorische Komponente zu unterteilen. Beide Informationsmaße – Information Share und Common Factor Component Share – fokussieren dabei auf die permanente Komponente, also auf einen langfristigen Einfluss von Innovationstermen auf das Marktsystem.

---

<sup>6</sup> Wengleich Nichtstationarität Problematiken wie z. B. Scheinkorrelationen induzieren kann und daher oft als prekärer im Vergleich zu Stationarität angesehen wird, ist die Voraussetzung der Nichtstationarität für die Informationsmaße der Preisfindung zwingend notwendig.

## **Informationsmaße für stationäre Zeitreihen**

Im fünften Kapitel erfolgt schließlich die Konstruktion geeigneter Informationsmaße im Volatilitätsfindungsprozess und folglich die Beantwortung der ersten Leitfrage der vorliegenden Dissertation. Da die klassischen Informationsmaße für nichtstationäre kointegrierte Prozesse bereits gut etablierte Bestandteile der Literatur sind, wird versucht, die Informationsmaße für Volatilitätszeitreihen und damit für stationäre Zeitreihen in enger Anlehnung an diese Analoga der nichtstationären Welt zu konstruieren. Wie im vierten Kapitel aufgezeigt, basieren die klassischen Informationsmaße auf einem langfristigen Einfluss von Innovationstermen. Bei stationären Zeitreihen hingegen kann per Definition dieser langfristige Einfluss von Innovationstermen nicht existieren. Die Kernidee für nichtstationäre kointegrierte Zeitreihen schlägt folglich bei stationären Zeitreihen fehl. Um trotz der fehlenden Zuordnungsmöglichkeit der Varianz eines langfristigen Einflusses einer Innovation auf die entsprechenden Märkte eine gewisse Analogie zu den klassischen Informationsmaßen zu sichern, bietet es sich an, auf gegenseitige Markteinflüsse der Varianz des Prozesses abzustellen. Dafür wird in diesem Kapitel zunächst die Analyse der (Prognosefehler-)Varianzzerlegung vorgestellt und darauf aufbauend der Stationary Information Share für (insbesondere) stationäre Prozesse als Analogon zu Hasbroucks Information Share entwickelt. Um die Konsistenz dieses neu konstruierten Informationsmaßes für stationäre Prozesse zu sichern, wird des Weiteren gezeigt, dass der Stationary Information Share im grenzstationären Fall – wenn also der Prozess von stationär zu nichtstationär wechselt – gegen Hasbroucks Informationsmaß konvergiert. Hierbei wird sowohl die mathematische als auch die numerische Konvergenz, also das Konvergenzverhalten sowie die Konvergenzgeschwindigkeit, untersucht. Im Anschluss wird der Spillover-Index, ein mit dem Stationary Information Share eng verwandtes Maß, vorgestellt und es werden dessen Vor- und Nachteile gegenüber dem Stationary Information Share erörtert. Der Stationary Information Share stellt ein allgemeines, übergeordnetes Maß dar, welches Hasbroucks Information Share im Grenzfall beinhaltet und bildet damit insbesondere eine Verbindung zwischen dem Spillover-Index und Hasbroucks Information Share. Als weiteres (alternatives) Informationsmaß für stationäre Zeitreihen wird schließlich die Methodik des Common Factor Component Share auf stationäre Zeitreihen übertragen. Hierzu wird zunächst das Konzept der Impuls-Antwort-Folgen dargestellt und darauf aufbauend der Stationary Component Share entwickelt. Abschließend wird auch für dieses Maß die Konvergenz zu seinem nichtstationären Analogon im Grenzfall gezeigt.

## **Volatilitätsfindung auf globalen Märkten**

Im sechsten Kapitel soll eine erste empirische Anwendung des in dieser Arbeit vorgestellten Informationsmaßes für stationäre Prozesse, des Stationary Information Share, präsentiert werden. Um die zweite Leitfrage dieser Dissertation zu beantworten und folglich transkontinentale Informationsführerschaft zu untersuchen, werden drei verschiedene implizite Volatilitätsindizes betrachtet: VIX, VDAX-New und NikkeiVI, welche jeweils die Länder USA, Deutschland und Japan repräsentieren. Die Studie wird über einen Beobachtungszeitraum von circa 20 Jahren mit Daten auf Tages-



basis durchgeführt. Mithilfe des Stationary Information Share wird die Kernfrage nach einer (stabilen) Informationsführerschaft bezüglich des Volatilitätsfindungsprozesses beantwortet. Die Interpretation der Ergebnisse liefert schließlich eine Erklärung, wie sich eine verändernde Informationsführerschaft in Volatilitätsfindungsprozessen ökonomisch begründen lässt. Aufgrund der Anzahl von Forschungsstudien, welche Übertragungseffekte im Bereich von Volatilitäten untersuchen, wird zunächst ein Literaturüberblick mit diversen Studien sowie deren Resultate vorgestellt. Im Anschluss wird die Datengrundlage der empirischen Studie dargelegt. Es folgen die Resultate der Analyse des Volatilitätsfindungsprozesses und deren Interpretation.

### **Volatilitätsfindung auf klassischem Optionsmarkt und Markt für Optionsscheine**

Im siebten Kapitel wird das in dieser Arbeit entwickelte Informationsmaß für stationäre Prozesse, der Stationary Information Share, auf hochfrequenter Datenbasis in einem Beobachtungszeitraum von dreieinhalb Jahren innerhalb einer zweiten empirischen Anwendung eingesetzt. Dazu werden einerseits Volatilitätszeitreihen betrachtet, welche den klassischen deutschen Optionsmarkt über einen modellfreien Volatilitätsindex (VDAX-New) darstellen, und andererseits emittentenspezifische Volatilitätszeitreihen (ESV), die aus dem Markt für Optionsscheine als modellfreie implizite Volatilitäten extrahiert werden können. Da der Einfluss von Märkten für derivative Finanzprodukte gerade im Bereich der Preisfindung vielfach untersucht wurde, wird zunächst eine Literaturübersicht über Studien, die sich mit Preis-, aber auch mit Volatilitätsfindungsprozessen auf Optionsmärkten befasst haben, vorgestellt. Zusätzlich werden ökonomische Gründe für Änderungen von Volatilitäten beschrieben. Im Anschluss werden die beiden zu betrachtenden Märkte – klassischer Optionsmarkt EUREX und Optionsscheinmarkt EUWAX – analysiert und deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgestellt. Es folgt die Konstruktion der emittentenspezifischen Volatilitätszeitreihen, welche auf dem modellfreien Volatilitätskonzept basieren, und die Beschreibung der Datengrundlage, welche Optionsscheinpreise auf den DAX, DAX-Kurse und VDAX-New-Zeitreihen inkludiert. Da, wie in der Literatur häufig belegt, (implizite) Volatilitätsänderungen einer starken negativen Korrelation mit den Basiswertänderungen unterworfen sind, werden sich DAX-getriebene Bewegungen in den ESV ergeben, die durch den sogenannten Sticky-Strike-Effekt erklärt werden können. Demnach „kleben“ die Emittenten des Optionsscheinmarktes für einen kurzen Zeitabschnitt an der quotierten Volatilitätsoberfläche, wodurch die im Fokus stehenden Volatilitätsinnovationen von DAX-Änderungen überlagert werden. Daher wird eine Modifikation für die Volatilitätszeitreihen vorgestellt, welche die treibende DAX-Komponente zu eliminieren vermag. Hiernach verbleiben nur noch die originären, für die Analyse wichtigen Volatilitätsinnovationen. Mittels des Stationary Information Share werden daraufhin die modifizierten Volatilitätszeitreihen des klassischen Optionsmarktes und des Optionsscheinmarktes in einem bivariaten Marktsystem untersucht, wobei der Markt für Optionsscheine zunächst jeweils eine emittierende Bank darstellt. Danach wird der verdichtete kumulierte Einfluss des Optionsscheinmarktes im bivariaten Marktsystem auf den klassischen Optionsmarkt im Volatilitätsfindungsprozess analysiert. Die Resultate dieser Analysen

stellen die Antwort auf die dritte Leitfrage dieser Dissertation dar. Anschließend wird die Informationsführerschaft im Volatilitätsfindungsprozess innerhalb des Optionsscheinmarktes in jeweils bivariaten Emittentensystemen überprüft. Abschließend wird das durchschnittliche Quotierungsverhalten, also die durchschnittliche Festsetzung der Volatilität durch die Emittenten auf dem Optionsscheinmarkt, im Vergleich mit dem Verhalten des klassischen Optionsmarktes untersucht.

### **Schlussbetrachtung**

In der Schlussbetrachtung wird zunächst eine Zusammenfassung der Antworten auf die dieser Dissertation zugrundeliegenden Leitfragen präsentiert, in welcher die Resultate kritisch gewürdigt werden. In einem zweigeteilten Ausblick werden im ersten Unterabschnitt sowohl Hasbroucks Information Share als auch der Stationary Information Share auf multivariate Marktsysteme mit mehr als zwei Parteien modelltheoretisch ausgeweitet und deren Vor- und Nachteile erläutert. Im zweiten Unterabschnitt des Ausblicks wird ein weiteres Modell zur Modellierung multivariater Marktsysteme – das Modell der fraktionalen Kointegration – vorgestellt und dessen Zusammenhang zu Hasbroucks Information Share beschrieben.