

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Hochfrequenzhandel – strategische Analyse und
rechtliche Rahmenbedingungen“

Verfasst von

Florian Johann Glantschnig Bakk. rer. soc. oec.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 915

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Betriebswirtschaft

Betreuer / Betreuerin:

o. Univ.-Prof. Dipl.-Math. Dr. Jörg Finsinger

Vorwort

Die vorliegende Masterthesis entstand im Jahr 2014 und beschäftigt sich mit dem Thema des Hochfrequenzhandels (HFT), dessen aktueller Regulierung in Deutschland sowie der zu erwartenden europaweiten Entwicklung. Die diversen Auswirkungen der geplanten Richtlinien zur Regulierung des hochfrequenten Handels auf den Finanzmarkt werden ebenfalls diskutiert.

Kaum eine andere Branche unterliegt aktuell einem so starken Wandel wie die der Finanzdienstleister, im Speziellen die der Hochfrequenzhändler. Der immer komplexere und schnellere Handel mit Wertpapieren aller Art entwickelte sich in den letzten Jahren, wobei diese Entwicklung, geprägt durch den technischen Fortschritt, immens zugenommen hat.

Neben den technischen Aspekten wird auch auf die aufsichtsrechtliche Regulierung des Hochfrequenzhandels eingegangen und speziell dessen Auswirkung auf Hochfrequenzhändler diskutiert.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1. Definition von Hochfrequenzhandel	7
1.2. Geschichte und Entstehung des HFT	8
2. Hochfrequenzhandel Anwendungsbereich und Abgrenzung zum algorithmischen Handel	18
2.1. Überblick der Anwendungsbereiche.....	18
2.1.1. Market Making	18
2.1.2. Statistische Arbitrage	19
2.2. Abgrenzung zum algorithmischen Trading.....	20
3. Wie funktioniert der Hochfrequenzhandel?	21
3.1. Handelsstrategien	21
3.1.1. Liquiditätsbereitstellung-Strategie (liquidity-providing strategies).....	21
3.1.2. Statistische Arbitrage-Strategien (statistical arbitrage strategies).....	22
3.2. Arten von Handelsplätzen	22
3.3. Latenzzeitminimierung	25
3.3.1. Kollokation	26
3.3.2. Proximity Hosting	27
3.3.3. Direkter Marktzugang.....	27
4. Performance Evaluierung von Hochfrequenzhandelsstrategien	28
4.1. Überblick	28
4.2. Performancemaße	28
4.3. Sharpe Ratio – risikoadjustiertes Performancemaß	29
4.4. Besonderheiten bei der Performanceevaluierung	31
4.4.1. Minstdauer für valide Kennzahlen.....	32
4.5. Post-Trade-Kostenanalyse.....	35
4.5.1. Einführung.....	35
4.5.2. Kostenarten Analyse.....	35
5. Regulatorische Schritte im Zusammenhang mit dem Hochfrequenzhandel.....	43
5.1. Warum HFT regulieren?.....	43

5.2. Hochfrequenzhandelsgesetz in Deutschland	45
5.3. Regulierungs-Outlook auf europäischer Ebene	53
5.4. Praxis Beispiele	56
5.4.1. Trading-Size Analyse Future EuroStoxx 50	56
5.4.2. Handelsvolumen Analyse ausgewählter ATX Unternehmen an der Wiener Börse.....	63
5.4.3. Conclusio	72
Abstract	73
Literaturverzeichnis	76
Anhang.....	80
Anhang 1: Wiener Börse Mitglieder September 2014.....	80
Abkürzungsverzeichnis.....	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Chronologie	12
Abbildung 2: NYSE-Listed Consolidated Average Daily Volume.....	13
Abbildung 3: NYSE Average Speed of Execution	13
Abbildung 4: Aufbau eines fragmentierten Marktes.....	15
Abbildung 5: Fragmentation Efficiency Index (FEI)	16
Abbildung 6: HFT vs. AT	21
Abbildung 7: Maximum Order Value	24
Abbildung 8: Zeithorizont für eine valide Sharpe Ratio	34
Abbildung 9: Rechtliche Grundlage.....	46
Abbildung 10: DOW Jones Flash Crash	51
Abbildung 11: Handelsvolumen Flash Crash	52
Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung Trading-Size Future EuroStoxx 50	57
Abbildung 13: Regressionsanalyse - Zusammenfassung in R	60
Abbildung 14: Anzahl HFT Trades	60
Abbildung 15: Volumen HFT Trades	61
Abbildung 16: Durchschnittliche tägliche Liquidität von Aktien im Zeitverlauf an der Wiener Börse	64
Abbildung 17: Durchschnittlicher täglicher Algo-Umsatz im Zeitverlauf an der Wiener Börse	65
Abbildung 18: Prozentueller Anteil des Algo Trading an der Raiffeisen Bank International AG Aktie	65
Abbildung 19: Prozentueller Anteil von Algo-Trades bei ATX Unternehmen	67
Abbildung 20: Durchschnittliche Gesamt- und Algo-Trading Umsätze pro Jahr	69
Abbildung 21: Gesamt-/Algo-Trading Umsatz pro Jahr für die Vienna Insurance Group AG	71

1. Einleitung

1.1. Definition von Hochfrequenzhandel

Das deutsche Kreditwesengesetz (KWG) definiert den Begriff des Hochfrequenzhandels in §1 Abs 1a Z 4d KWG als Kaufen oder Verkaufen von Finanzinstrumenten für eigene Rechnung als unmittelbarer oder mittelbarer Teilnehmer eines inländischen organisierten Marktes oder multilateralen Handelssystems mittels einer hochfrequenten algorithmischen Handelstechnik, die gekennzeichnet ist durch die Nutzung von Infrastrukturen, die darauf abzielen, Latenzzeiten zu minimieren, durch die Entscheidung des Systems über die Einleitung, das Erzeugen, das Weiterleiten oder die Ausführung eines Auftrags ohne menschliche Intervention für einzelne Geschäfte oder Aufträge und durch ein hohes untertägliches Mitteilungsaufkommen in Form von Aufträgen, Quotes oder Stornierungen, auch ohne Dienstleistung für andere (Eigenhandel).

Eine andere Definition von HFT stammt von der U.S. Securities and Exchange Commission (SEC) und bildet damit die angelsächsische Ansicht von Hochfrequenzhandel ab:

„...professional traders acting in a proprietary capacity that engage in strategies that generate a large number of trades on daily basis.[...] Other characteristics often attributed to proprietary firms engaged in HFT are: (1) the use of extraordinarily high-speed and sophisticated computer programs for generating, routing, and executing orders; (2) use of co-location services and individual data feeds offered by exchanges and others to minimize network and other types of latencies; (3) very short time-frames for establishing and liquidating positions; (4) the submission of numerous orders that are cancelled shortly after submission; and (5) ending the trading day in as close to a flat position as possible (that is, not carrying significant, unhedged positions over-night).“¹

¹ SEC Concept Release on Equity Market Structure, 75 Fed. Reg. 3603, 2010.

Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass der Begriff des Hochfrequenzhandels (eng. High Frequency Trading „HFT“) durch das automatisierte Kaufen und Verkaufen von Wertpapieren innerhalb eines sehr kurzen, oft wenige Millisekunden andauernden, Zeitraumes bestimmt wird, um durch Anwendung verschiedenster Strategien einen Profit zu erwirtschaften. Auf die verschiedenen Ansätze von Strategien wird in Kapitel 3.1 eingegangen.²

1.2. Geschichte und Entstehung des HFT

„A couple of centuries ago, or so the legend goes, Nathan Rothschild sent one of his family’s carrier pigeons from Paris to London. The pigeon carried a message directing Rothschild’s agents to buy a large amount of British consols (essentially government bonds). He had just learned of the Duke of Wellington’s triumph at the Battle of Waterloo on June 18, 1815, and humped to make a killing. He did just that. He had important information earlier than the other London traders, and he acted on it to steal a march on them.“³

Um die Entstehung des Hochfrequenzhandels besser zu verstehen, muss man bei den verschiedenen Aspekten und Ausgangspunkten ansetzen. Hierbei wird auf die technologische, regulatorische und marktspezifische Entwicklung Rücksicht genommen, um die Geschichte des HFT besser beschreiben und verstehen zu können.

Die ständige technologische Entwicklung von computergestützten Systemen resultierte in einer verstärkten Verwendung auf den Finanzmärkten. Durch die immer schneller agierenden Computer wurde es möglich, mehr Informationen in kürzerer Zeit zu verarbeiten.

² Vgl. Durbin, 2010, S. 6 Preface.

³ Bogle, 2014, S. 1.

Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Überblick über die Entwicklung der Computergeschwindigkeit gemessen in MHz. Dazu passend werden die „Instruktionen pro Sekunde“ (in MIPS: million of instructions per second) sowie die jeweiligen Jahreszahlen und wichtige Ereignisse in Bezug auf den Hochfrequenzhandel dargestellt.

2 MHz 0.64 MIPS	1970s:	US/Introduction of the NYSE's „designated order turnaround“ system (DOT) that routed orders electronically to the floor.
16-40 MHz 5 MIPS	1980s: 1986:	Automation of index arbitrage and development of program trading. France/Introduction of the CAC trading system (fully-computerised matching engine).
233 MHz 100 MIPS	1990s: 1992:	US/Introduction of the Electronic Communication Networks. Initiation of the FIX protocol: international real-time exchange of information.
1.3-3.8 GHz 1700 MIPS	2000s: June 2001:	US/Decimalisation of prices. Creation of the Committee of European Securities Regulators (CESR), which will be replaced by ESMA under MiFID II.
2.6-3.6 GHz 9000 MIPS	April 2004: 2005: June 2005:	Adoption of the MiFID directive at the EU level. US/Rules promoting national market system are consolidated into RegNMS. US/BATS Trading is formed.
2.4 GHz 22000 MIPS	Feb. 2006: June 2006: July 2006:	Archipelago becomes NYSE Arca after the NYSE's buyout. NYSE (New York Stock Exchange) and Euronext merge to become NYSE Euronext. Publication of implementing measures for MiFID.
3 GHz	July 2007:	Launch of Chi-X Amsterdam and Chi-X London.

2*22000 MIPS	Nov. 2007:	Deadline for the industry to apply the directive. Launch of Chi-X Paris.
3.2 GHz 2*24000 MIPS	Aug. 2008: Oct. 2008: Nov. 2008:	Launch of Turquoise in Europe. US/Knight Link is the No. 1 Dark Pool in share volume. Launch of BATS Trading Europe and Xetra Mid-Point.
2.93 GHz 76383 MIPS	March 2009: May 2009: June 2009: July 2009: Aug. 2009: Oct. 2009: Nov. 2009:	Market-making agreements on Turquoise expire. Its market share drops. Launch of Nasdaq OMX Europe. Tick war: BATS and Turquoise activate a gradual reduction in tick sizes, leading to a tacit agreement between exchanges under the FESE. A former Goldman Sachs programmer is arrested by the FBI with a USB key containing algorithmic trading codes. US/Flash orders appear on the Nasdaq Stock Exchange. Launch of NYSE ARCA Europe. Launch of Knight Link, first Systematic Internaliser in Europe.
3.33 GHz 147600 MIPS	Jan. 2010: April 2010: May 2010: July 2010: Sept. 2010: Dec. 2010:	Turquoise offers futures and options on Norwegian stocks and an index on Turquoise derivatives. US/The SEC sends a request for comments on market microstructure. The CESR also sends questions to participants on market microstructure. May 6th: Flash Crash. Closure of Nasdaq OMX Europe. Findings on the May 6th events are reported by the CFTC and the SEC. The European Commission launches a public

		consultation for the revision of MiFID (MiFID II). BATS Global and Chi-X Europe enter exclusive merger talks.
3.33 GHz 147600 MIPS	Feb. 2011: May 2011: June 2011: Aug. 2011: Sept. 2011: Oct. 2011: Nov. 2011: April 2012: May 2012: July 2012:	End of the EC consultation. Regulatory change in Spain for Chi-X to get clearing and settlement. Feb. 18th: London Stock Exchange and Turquoise merge. Deutsche Börse and NYSE Euronext confirm advanced merger discussions. Feb. 22nd: Outage on the Italian Stock Exchange. Feb. 25th: Outage on the London Stock Exchange. Markus Ferber appointed as rapporteur for MiFID II. His conclusions are to be presented to the ECON (European Parliament's Economic and Monetary Affairs Committee). June 13th and 15th: Outages on Chi-X. June 20th, 21st and 27th: Outages on NYSE Euronext. India/first regulatory approval for Smart Order Routing. Turquoise offers futures and options on the FTSE 100 index. Proposal for MiFID II is unveiled by the European Commission. It contains one directive, and one regulation. Final decision on the BATS-Chi-X merger from the UK Competition Commission. BATS Global and Chi-X Europe successfully closed their deal. ESMA guidelines issued for MiFID II. Both BATS and Chi-X Europe to launch fully interoperable clearing. Amendment deadline for MiFID II. ECON committee vote on MiFID II.

	End of 2012:	Trilogue process to reach agreement on MiFID II.
	Jan. 2013:	Inter Continental Exchange (ICE) offer to buy Nyse-Euronext.
	Jan. 2014:	Earliest indicated implementation of MiFID II.

⁴

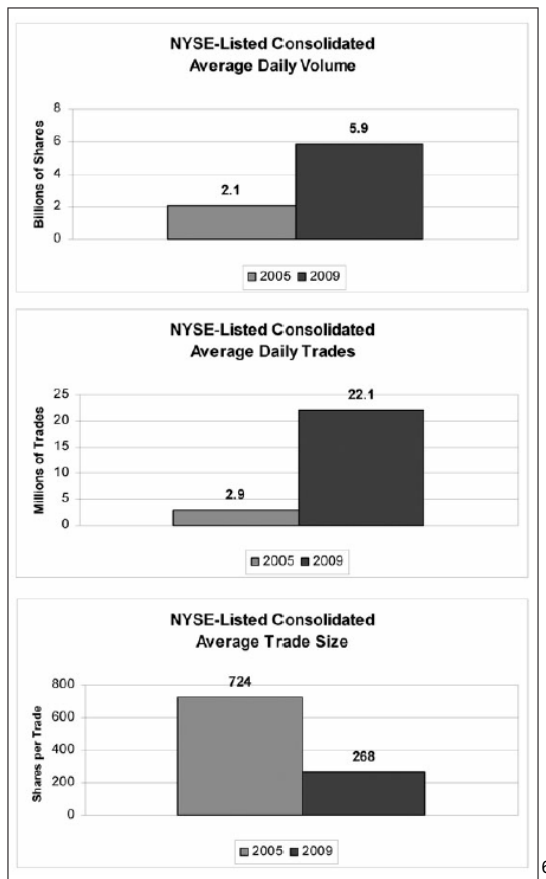
Abbildung 1: Chronologie

Der Finanzmarkt selbst weist deutliche Zeichen auf, dass es in den vergangenen Jahren vermehrt zu Trades mit höheren Geschwindigkeiten gekommen ist, da das Handelsvolumina rapide angestiegen ist. Mit dem doch sehr allgemein gefassten Wort der Geschwindigkeit ist in diesem Fall jene Zeit gemeint, die benötigt wird, um einen Trade, sprich einen Auftrag, auszuführen. Das Handelsvolumen beschreibt hierbei die in einem bestimmten Zeitraum gehandelten Wertpapiere.

Betrachtet man die nachfolgenden Grafiken ist deutlich erkennbar, dass es in dem Betrachtungszeitraum von 2005 bis 2009 an der New-Yorker Börse (NYSE) zu einem rasanten Anstieg des durchschnittlichen täglichen Handelsvolumens von rund 181% gekommen ist. Damit konsistent nahmen auch die durchschnittlichen täglichen Trades um ein Vielfaches (662%) zu. Dies könnte man durch das generelle Wirtschaftswachstum und das steigende Interesse am Finanzmarkt begründen. Es ist jedoch zu beobachten, dass es im selben Zeitraum zu einem drastischen Abfall der durchschnittlichen Größe eines Trades kam. So sank diese um rund 63%.⁵

⁴ Vgl. Abbildung aus: Lehalle/Laruelle, 2013, S. 9-12.

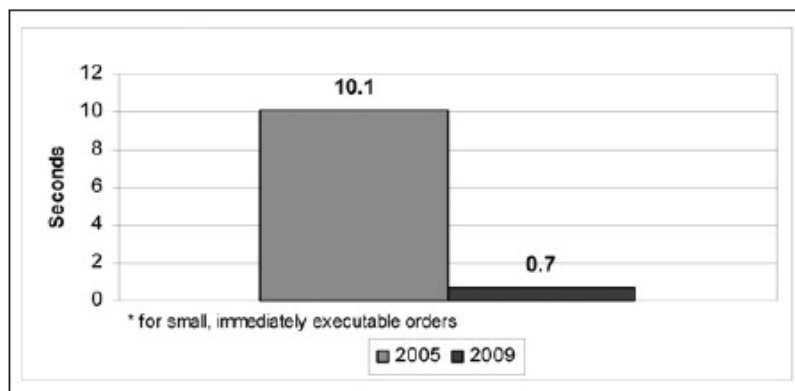
⁵ Vgl. Durbin, 2010, S. 5-8 Preface.



6

Abbildung 2: NYSE-Listed Consolidated Average Daily Volume

Dies sind Indikatoren für den immer größer werdenden Anteil an computergestützten Handelsmechanismen. Der wohl bedeutendste Beweis in Bezug auf den wachsenden Anteil an Hochfrequenzhändlern findet sich in Abbildung 3.



7

Abbildung 3: NYSE Average Speed of Execution

⁶ Abbildung entnommen aus: Durbin, 2010, S. 7 Preface.

⁷ Abbildung entnommen aus: Durbin, 2010, S. 9 Preface.

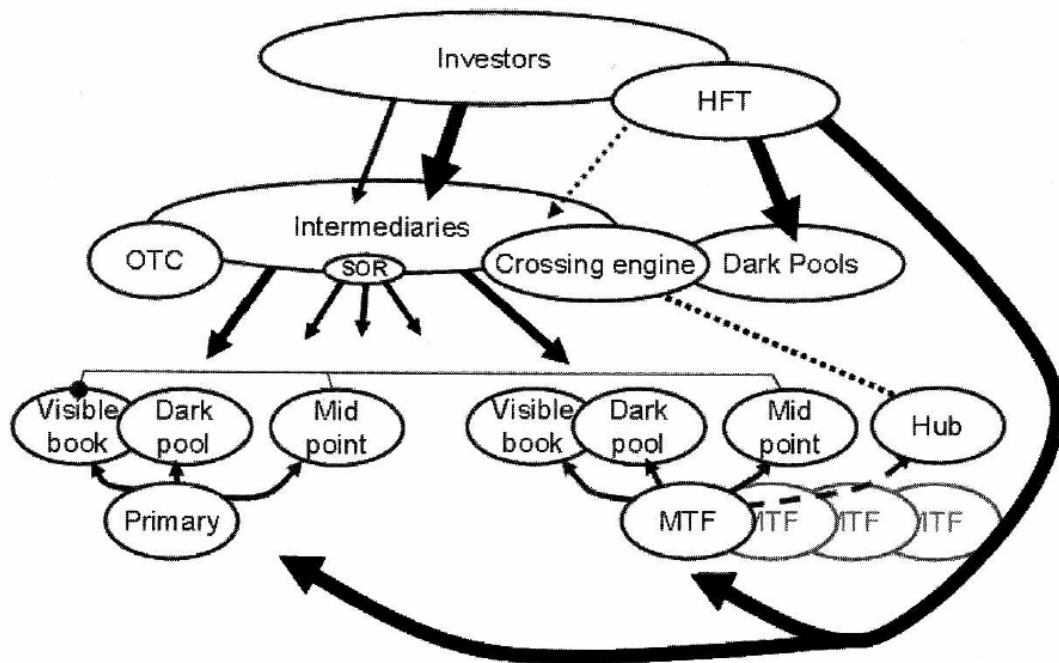
In dieser Abbildung ist sehr gut erkennbar, dass sich die Geschwindigkeit, die benötigt wird, um einen Auftrag auszuführen, innerhalb von 4 Jahren von rund 10 Sekunden auf lediglich 0,7 Sekunden minimiert hat. Diese Geschwindigkeiten sind nicht mehr durch Menschenhand möglich und geben daher Rückschluss auf automatischen Handel – auf den Hochfrequenzhandel.⁸

Seit 2005 gab es in Europa und Amerika tiefgreifende Veränderungen in der Marktstruktur, dem Aufbau der Märkte und den Marktteilnehmern. Der Preisbildungsprozess wurde durch die Regulierung der Fragmentierung, angestoßen durch verschiedenste Regulatoren, beeinflusst.

Eine neue Art von Handelsteilnehmer, der sogenannte Hochfrequenzhändler (HFT), entstand. Dieser agiert – in den meisten Fällen ohne dazugehörige Berechtigung – als Market Maker. Unbestreitbar ist jedoch, dass Hochfrequenzhandel und die damit verbundene Vernetzung von verschiedenen Handelsplätzen der Preis ist, den man für Fragmentierung bezahlen muss. Es ist nicht möglich Trading Venues (Handelsplätze) in den gegenseitigen Wettbewerb zu setzen ohne dass intelligente hochfrequente „Brücken“ zwischen den Handelsplätzen gebildet werden. Im Allgemeinen erwarten die Regulatoren und Politiker Informationen über das Marktverhalten der einzelnen Teilnehmer. Des Weiteren soll deren Verhalten auch aufgezeichnet und gespeichert werden, da dies der nachträglichen Kontrolle dient und die Nachverfolgbarkeit von Transaktionen ermöglicht. Diese Einstellung führte dazu, dass sich das komplette Marktumfeld bzw. Marktdesign auf wettbewerbsfähige und kompetitive elektronische Märkte ausgerichtet hat. Es wurde zunehmend mehr Reporting gefordert, was jedoch nicht nur das Melden der Transaktionen, sondern auch die Verbreitung der vollen Tiefe des Orderbuches vor dem Auftrag (pre-trade) beinhaltet. In der Realität führten die Informationen zu einem transparenten Preis-Formationsprozess und das Verlangen von kompetitiven Handelsplätzen für Bereitsteller von Liquidität. Dies öffnete die Türen für Liquiditätsarbitrageure, welche aus als Hochfrequenz-Trader bekannt sind.⁹

⁸ Vgl. Durbin, 2010, S. 7-11 Preface.

⁹ Vgl. Lehalle/Laruelle, 2013, S. 6-8.



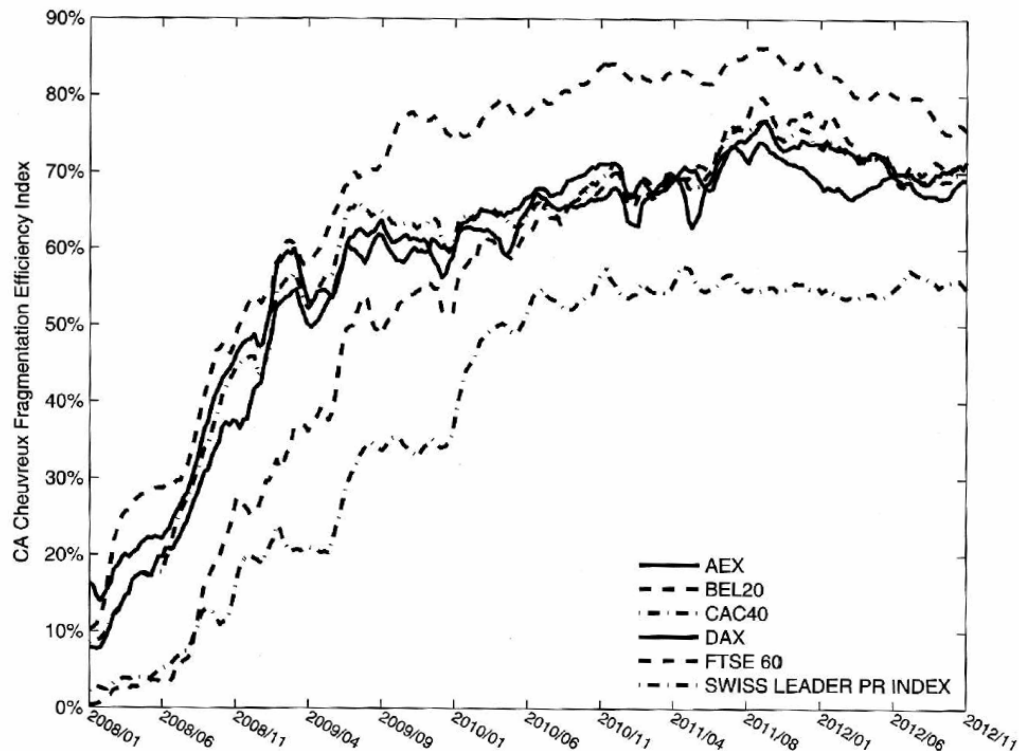
10

Abbildung 4: Aufbau eines fragmentierten Marktes

Diese sogenannten „Liquiditätsbrücken“ wurden gegründet, um die zwischen den einzelnen Handelsplätzen verfügbaren Kurse auf einem Niveau zu halten. Das bedeutet, dass es nicht zu unterschiedlichen Kauf- bzw. Verkaufskursen kommt, sodass der Arbitrageur die Differenz zwischen zwei Preisen heranzieht und diesen „verbessert“, wodurch ein Arbitrage-Gewinn erzielt wird. Dadurch wird auch die Information der anderen Marktteilnehmer, welche keinen Zugriff auf alle Handelsplätze haben, verbessert. Daraus lässt sich ableiten, dass es umso einfacher ist überall (an jedem beliebigen Handelsplatz) den fairen Preis (iSd. Preisbildungsprozesses) zu bezahlen, je weniger Cross-Trading-Arbitrage zwischen den einzelnen Handelsplätzen besteht. Das bedeutet, dass man von der Annahme ausgeht, dass die Hochfrequenzhändler dem klassischen Marktteilnehmer den Part der Informationsbeschaffung abnehmen und diese Art der Informationsbeschaffung auch bezahlt wird. Hierbei erfolgt die Bezahlung der hochfrequenten Händler mit deren Einnahmen aus der Angleichung von unterschiedlichen Kursen an verschiedenen Handelsplätzen.

¹⁰ Abbildung entnommen aus: Lehalle/ Laruelle, 2013, S. 5.

Es gibt auch einen speziellen Index, den sogenannten Fragmentation Efficiency Index (FEI), welcher angibt wie heterogen eine Umgebung ist. Je höher der Indexstand (Maximum von 100%), desto „bedenkenloser“ kann man eine Order zum selben Preis an jedem beliebigen Handelsplatz ausführen. Im Umkehrschluss gibt ein niedriger Indexstand an, dass es an verschiedenen Handelsplätzen zu unterschiedlichen Preisen kommen kann.¹¹



12

Abbildung 5: Fragmentation Efficiency Index (FEI)

Diese Struktur der Märkte wird durch die agierenden Marktteilnehmer und deren Aufgaben und Verantwortungen definiert, welche wiederum durch die von den Regulatoren festgelegten Regeln bestimmt werden. Unter diesen Regulierungen versucht jeder Marktteilnehmer seinen eigenen Nutzen zu maximieren.

¹¹ Vgl. Lehalle/Laruelle, 2013, S. 6-8.

¹² Abbildung entnommen aus: Lehalle/ Laruelle, 2013, S. 8.

Die im November 2007 eingeführte europäische Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID = eng. „Markets in Financial Instruments Directive“) umfasst tiefgreifende Veränderungen der Regelungen in Bezug auf die Regulierung des Finanzmarkts. Das Pendant zur europäischen MiFID in den USA ist die Regulation National Market System (Reg NMS).¹³¹⁴

Die zwei bedeutendsten Änderungen der MiFID waren einerseits die Liberalisierung der Ausführungsplätze, wodurch die Etablierung von alternativen Handelsplätzen möglich wurde und andererseits das Konzept der bestmöglichen Durchführung („best execution“).¹⁵

Unter dem Begriff der „Best Execution“ versteht sich die Vorgabe, dass Aufträge so auszuführen sind, dass diese stets das bestmögliche Ergebnis erzielen. Das bedeutet, dass jene Handelsplätze auszuwählen sind, die das beste gleichbleibende Ergebnis hinsichtlich des Preises, der Kosten, der Ausführungswahrscheinlichkeit und der Schnelligkeit erzielen.¹⁶

Die dadurch entstandenen Dark Pools (OTC-Geschäft, MTF) trugen maßgeblich zu der Entwicklung des Hochfrequenzhandels bei. In den fragmentierten Ausführungsplätzen spielt der hochfrequente Handel eine wichtige Rolle. Dadurch werden Arbitrage-Möglichkeiten aufgezeigt und ausgeglichen und es wird verhindert, dass es zu unterschiedlichen Preisen an unterschiedlichen Handelsplätzen kommt.¹⁷

¹³ URL: <https://www.sec.gov/rules/final/34-51808.pdf> [18.03.2014].

¹⁴ Vgl. Lehalle/Laruelle, 2013, S.13.

¹⁵ Vgl. Lehalle/Laruelle, 2013, S.13.

¹⁶ Vgl. Österreichische Finanzmarktaufsicht FMA, Leitfaden für Kunden zur Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente („MiFID“), März 2008.

¹⁷ Vgl. Lehalle/Laruelle, 2013, S. 144.

2. Hochfrequenzhandel Anwendungsbereich und Abgrenzung zum algorithmischen Handel

2.1. Überblick der Anwendungsbereiche

Der Begriff des Hochfrequenzhandels wird zusehends mit Hedge Fonds in Verbindung gebracht, kann jedoch Teil verschiedenster finanzmarkttechnischer Aktivitäten und Akteure sein. Zuerst wird kurz auf zwei Anwendungsbereiche des hochfrequenten Handels eingegangen. Anschließend werden die Akteure beschrieben, die sich diesen zu Nutze machen.

2.1.1. Market Making

Der Market Maker ist ein Handelsteilnehmer, welcher dafür verantwortlich ist, durchgehend verbindliche An- und Verkaufsangebote zu stellen, um dadurch eine ausreichende Liquidität am Markt sicherzustellen. Durch die technologische Entwicklung ist es möglich geworden Prozesse des Market Making zu automatisieren, um dadurch höhere Transaktionsvolumina, höhere Geschwindigkeiten bei der Ausführung und geringere Spreads zu erzielen. Das Risiko eines Market Makers besteht darin, dass sich der Markt nach einem abgegebenen Preis gegen ihn dreht und er einen Verlust hinnehmen muss. Daher ist es von enormer Bedeutung eine möglichst geringe Latenzzeit zu haben, um dadurch eventuelle Gegenbewegungen im Markt zeitnah durch ein Aktualisieren des Preises auszugleichen. Für Market Maker ist es essentiell möglichst schnell agieren und reagieren zu können, was durch den Hochfrequenzhandel ermöglicht wird.¹⁸

¹⁸ Vgl. Rijper/Sprekeler/Kip, High Frequency Trading, in Optiver 2010, S. 5.

Es lässt sich sagen, dass HFT eine wichtige Rolle im Bereich des Market Making einnimmt und die Rolle des Hochfrequenzhändlers der eines Market Makers sehr ähnlich ist, da beide für Liquidität am Markt sorgen. Aus diesem Grund sollten Hochfrequenzhändler die jeweiligen Spreads zwischen An- und Verkaufskursen erhalten.¹⁹

2.1.2. Statistische Arbitrage

Ein anderer Anwendungsbereich des HFT betrifft die statistische Arbitrage. Das Grundkonzept der Arbitrage kann definiert werden als:

*„the simultaneous purchase and sale of the same, or essentially similar, security in two different markets for advantageously different prices“.*²⁰

Das bedeutet per Definition, dass ein Ausnützen von Arbitrage auch als risikoloser Gewinn bezeichnet werden kann.

Diese Art von Trading-Strategie zielt auf legale Weise darauf ab, ineffiziente Preise von Finanzinstrumenten zu entdecken und diese auszunützen, um risikolose Gewinne zu erzielen. Dies wird erreicht indem Wertpapiere gekauft und andere verkauft werden, bei denen eine Arbitrage-Strategie umsetzbar ist. Die Abhängigkeiten von Wertpapieren werden mittels stochastischer Modelle prognostiziert. Hierbei kann es sein, dass eine Aktion (Kauf oder Verkauf von Wertpapieren) mit hoher Wahrscheinlichkeit profitabel ist, wobei dies auch unter dem Begriff der statistischen Arbitrage bekannt ist. Genauso wie im Bereich des Market Makings ist der Gewinn je Trade sehr gering, weshalb versucht wird sehr hohe Volumina zu erzielen, um den Profit zu steigern. Dafür eignet sich besonders der Hochfrequenzhandel, da hier innerhalb kürzester Zeit sehr viele Aufträge ausgeführt werden und damit sehr große Volumina rasch abgearbeitet werden können. Auch hier spielt die Geschwindigkeit eine sehr bedeutende Rolle, denn Arbitragemöglichkeiten, dessen Ausnützen zur Effizienz des Marktes beiträgt, bestehen meistens nur sehr kurz.^{21 22}

¹⁹ Vgl. Chacko/Jurek/Stafford, 2008, S. 1253-1290.

²⁰ Shleifer/Vishny, 1995, S. 1.

²¹ Vgl. Rijper/Sprekeler/Kip, High Frequency Trading, in Optiver 2010, S. 5.

„A market in which prices always ‚fully reflect‘ available information is called efficient.“²³

2.2. Abgrenzung zum algorithmischen Trading

In der Literatur wird der Begriff des algorithmischen Handels, auch „Algo-Trading“ genannt, oft als Synonym für den Hochfrequenzhandel verwendet. Wie bereits oben in Punkt 1.2 beschrieben, kam es auf den Finanzmärkten verstärkt zu einer Automatisierung durch den Einsatz von Computern. Der elektronische Handel wird durch die Möglichkeit des elektronischen Transfers von Kauf- und Verkauforders bestimmt. Als Gegenpart kann der klassische Handel mittels Telefon, Brief oder persönlich (face-to-face) angesehen werden.

Nimmt man den elektronischen Handel als Ausgangspunkt, kann man den algorithmischen Handel als eine komplexere Art des elektronischen Handels betrachten. Der algorithmische Handel wird durch Parameter, welche strikt nach einem gewissen Muster, also vordefinierten Regeln, ablaufen, bestimmt. So handelt es sich beim Hochfrequenzhandel lediglich um ein Teilgebiet des algorithmischen Tradings. Der algorithmische Handel stellt damit einen Überbegriff dar und beinhaltet den hochfrequenten Handel, muss aber nicht hochfrequent ausgeführt werden.²⁴

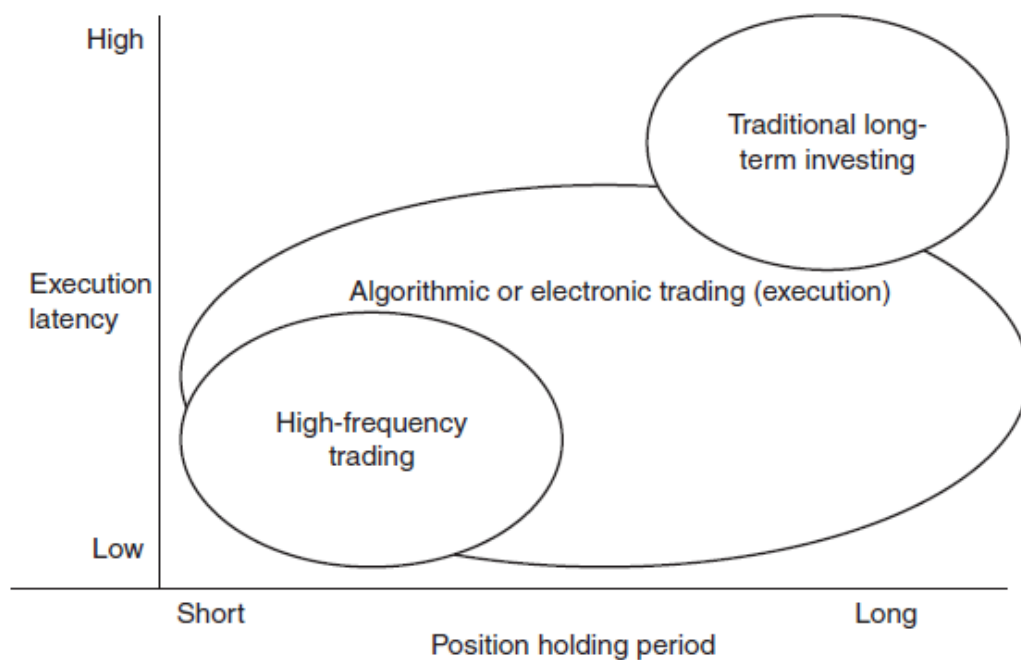
Eine grafische Darstellung zur Orientierung befindet sich in Abbildung 7.

²²URL:

<http://www.itwm.fraunhofer.de/abteilungen/finanzmathematik/projekte/arbitragehandel-auf-finanzmaerkten.html> [04.06.2014].

²³ Fama, 1970.

²⁴ Vgl. Chlistalla: High Frequency Trading, in Deutsche Bank Research, 07.02.2011, S. 3.



²⁵ Abbildung 6: HFT vs. AT

3. Wie funktioniert der Hochfrequenzhandel?

3.1. Handelsstrategien

Der Hochfrequenzhandel per se ist noch keine eigene Handelsstrategie, stellt jedoch eine komplexe Durchführung bzw. Implementierung einer Strategie dar. Das Ziel von HFT-Strategien besteht in der Entdeckung von Ungleichgewichten und Preisineffizienzen, um daraus Profit zu generieren.

3.1.1. Liquiditätbereitstellung-Strategie (liquidity-providing strategies)

Die Liquiditätsstrategie bezeichnet jene Handelsstrategie, bei der die Hochfrequenzhändler darauf abzielen, die Rolle des Market Maker nachzubilden. Das bedeutet, dass durch die Spanne zwischen Geld- und Briefkurs der nötige Gewinn erzielt wird.

²⁵ Abbildung Entnommen aus: Aldridge, 2010, S. 17.

Der Geldkurs (eng.: bid) stellt jenen Höchstkurs dar, zu dem ein Marktteilnehmer bereit ist ein Wertpapier zu kaufen. Er repräsentiert somit den Kaufkurs. Daraus ergibt sich, dass der Briefkurs (eng.: ask) jenen Kurs darstellt, zu dem ein Teilnehmer bereit ist sein Asset zu verkaufen.²⁶

Ein wichtiger Unterschied zu dem Market Maker ist, dass Hochfrequenzhändler nicht unter der Verpflichtung stehen Angebote (eng.: quotes) in rückläufigen Marktphasen abzugeben. Dies zeigte sich besonders bei dem berühmten „Flash Crash“ am 6 Mai 2010 an der New Yorker Börse, wo es innerhalb von wenigen Minuten zu einem immensen Absturz des Dow Jones Industrial Average (amerikanischer Leitindex) kam. Größtenteils ist dies den Hochfrequenzhändlern zuzuschreiben, da diese blitzartig den Markt verließen, um sich selbst vor weiteren Verlusten zu schützen.²⁷

3.1.2. Statistische Arbitrage-Strategien (statistical arbitrage strategies)

Eine andere Art von Handelsstrategie durch den Hochfrequenzhandel stellen sogenannte statistische Arbitrage-Strategien dar. Dabei wird anhand von korrelierenden Preisen versucht zwischen Wertpapieren Gewinn zu erzielen, indem Ungleichgewichte in diesen Korrelationen ausglich werden. Statistische Arbitrage kann jedoch auch durch die Ausnützung der Ineffizienz der Preisgestaltung auf verschiedenen Handelsplätzen generiert werden.²⁸

3.2. Arten von Handelsplätzen

Die folgende Aufzählung enthält nur einen Ausschnitt der für diese Arbeit relevanten Handelsplätze und erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

²⁶ Vgl. Chlistalla: High Frequency Trading, in Deutsche Bank Research, 07.02.2011, S. 3.

²⁷ Vgl. Schmidutz: Computer auf Speed, in Euro am Sonntag, 10.09.2011, Nr. 37-19, S. 3.

²⁸ Vgl. Chlistalla: High Frequency Trading, in Deutsche Bank Research, 07.02.2011, S. 3.

Neben dem klassischen regulierten Markt, auf welchem es eine Preisfindungsstelle gibt, die alle ausgeführten Orders in einem öffentlichen Orderbuch veröffentlicht, finden sich ebenso Multilateral Trading Facilities (MTF), Systematic Internalizers (SI) oder die Variante des Over The Counter (OTC).

Bei Multilateralen Handelssystemen (MTF) handelt es sich um ein börsenähnliches multilaterales Netzwerk mit dem Ziel Käufer und Verkäufer zusammenzuführen. Oft wird auch die Bezeichnung Alternative Handelssysteme (ATS) verwendet. Die Großen Multilateral Trading Facilities sind Chi-X, BATS, Turquoise und NASDAQ-OMX.²⁹ Durch die Markets in Financial Instrument Directive (MiFID) der Europäischen Union, wurde die Gründung solcher MTF forciert. Die Richtlinien sollten zu mehr Wettbewerb innerhalb der EU führen. Basierend auf der MiFID kam es beispielsweise zur Gründung der Chi-X und Turquoise als multilaterale Handelsplätze, welche den klassischen Börsen in punkto Handelsvolumen deutlich zusetzten.³⁰

Anhand des Beispiels Turquoise wird versucht die Thematik MTF näher zu spezifizieren und den Aufbau und täglichen Ablauf eines solchen multilateralen Systems zu beschreiben.

Bei Turquoise handelt es sich, wie bereits erwähnt, um ein multilaterales Handelssystem, welches von den neun großen Investmentbanken Citigroup, Deutsche Bank, Goldman Sachs, Merrill Lynch, Morgan Stanley, UBS, Société Générale, BNP Paribas und Credit Suisse im Jahr 2008 gegründet wurde. Der signifikante Wettbewerbsvorteil bestand darin, dass alleine diese Banken mit ihrer Handelsaktivität über die neue Plattform sehr viel Volumen und damit Liquidität generieren konnten. So wurde bereits von Anfang an mit Wertpapieren von 14 verschiedenen EU Börsen gehandelt. Diese beiden Komponenten stellten weitgehend sicher, dass sich Turquoise als multilaterale Handelsplattform beständig zeigen würde.³¹

²⁹ Vgl. Lehalle/Laruelle, 2013, S. 96.

³⁰ Vgl. Hengelbrock/Theissen, 2009, S. 2, 5.

³¹ Vgl. Hengelbrock/Theissen, 2009, S. 2-3.

Innerhalb des multilateralen Handelssystems Turquoise gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Orderbücher. So unterscheidet man zwischen dem integrierten und dem Dark Orderbuch. Diese differenzieren sich durch unterschiedliche Transparenzbedingungen und Eigenschaften. Bei dem integrierten Orderbuch ist es sowohl möglich vor (pre-trade) als auch nach (post-trade) der Durchführung eines Auftrages Einsicht in das Buch zu nehmen. Im Gegensatz dazu ist eine Einsicht beim Dark Orderbuch nur nach dem Trade möglich (post-trade). Diese Unterscheidung ist dahingehend von Bedeutung, dass es bei Market und Limit Orders einen Maximum-Orderwert gibt.³²

CCY	Max (Local Currency)	Order	Value	Approx Max Order Value in Euro (€)	
	Integrated Book	Dark Book	Mid-Point	Integrated Book	Dark Mid-Point Book
CHF	25,000,000	60,000,000		20,000,000	49,000,000
CZK	200,000,000	500,000,000		8,000,000	20,000,000
DKK	150,000,000	400,000,000		20,000,000	54,000,000
EUR	20,000,000	50,000,000		20,000,000	50,000,000
GBX	2,000,000,000	5,000,000,000		23,000,000	58,000,000
HUF	2,000,000,000	5,000,000,000		6,000,000	16,000,000
NOK	150,000,000	400,000,000		19,000,000	52,000,000
SEK	200,000,000	500,000,000		22,000,000	56,000,000
USD	25,000,000	60,000,000		18,000,000	43,000,000

Abbildung 7: Maximum Order Value

³³

Betrachtet man die in Euro angegebenen Werte, so ist ein enormer Unterschied in Bezug auf die maximale Ordergröße zwischen dem integrierten-(transparenten) sowie dem Dark-Orderbuch erkennbar.

³² Vgl. Turquoise, Turquoise (MTF) equities trading service description, 2013, S. 14-21.

³³ Abbildung entnommen aus: Turquoise, Turquoise (MTF) equities trading service description, 2013, S. 24.

Der tägliche Handel an der Turquoise läuft genauso ab wie an „echten“ Börsen. Auch die jeweiligen Börsentage, wobei es sich hierbei um jene Tage handelt, an denen die lokalen Börsen geöffnet haben, werden durch Turquoise auf diesem Weg abgebildet. Das bedeutet, dass beispielsweise eine Schließung des ATX am 24ten in Wien mit einer Nichtverfügbarkeit des österreichischen Handels auf Turquoise einhergeht.³⁴

3.3. Latenzzeitminimierung

Das wohl wichtigste Element des Hochfrequenzhandels ist die Geschwindigkeit. Es gibt viele verschiedene Strategien, die teilweise relativ unbekannt sind. Trotz vieler Unterschiede verfolgen all diese Strategien das Ziel, ihre Orders mit hoher Geschwindigkeit durchzuführen.

Der Begriff der Latenz beschreibt die Zeit vom Auftauchen eines Reizes bis zum Beginn der darauf folgenden Reaktion. Umgelegt auf den Wertpapierhandel entspricht dies jener Zeit, die benötigt wird, um beispielsweise einen Auftrag an die jeweiligen Rechnersysteme der Börse zu senden. Daher ist es für Hochfrequenzhändler von enormer Bedeutung eine möglichst geringe Latenz zu erzielen. Zu beachten gilt, dass eine möglichst kurze Reaktionszeit (Latenzzeit) für zwei wesentliche Aufgaben essentiell ist. Zum einen benötigen HF-Händler möglichst aktuelle Marktdaten und zum anderen Orderdaten. Aktuellste Marktdaten liefern Informationen über Änderungen im Orderbuch sowie neue Kauf- bzw. Verkaufsaufträge.^{35 36}

Es werden drei Arten der Latenzzeitminimierung analysiert und beschrieben. Diese sind die sogenannte Kollokation, Proximity Hosting und der direkte elektronische Zugang zu den Handelsplätzen.

³⁴ Vgl. Turquoise, Turquoise (MTF) Equities trading service description, 2013, S. 35.

³⁵ Vgl. Durbin, 2010, S. 119.

³⁶ Vgl. FAQ Hochfrequenzhandelsgesetz BaFin, 2013.

3.3.1. Kollokation

Das Streben nach Schnelligkeit resultiert im Wunsch einer Latenzzeitminimierung, welche durch die Umsetzung verschiedener Methoden garantiert werden soll. Die technisch einfachste Lösung ist eine Platzierung der Server von Hochfrequenzhändlern direkt neben jenen der Börsen bzw. Handelsplätze. Das bedeutet, dass sich Hochfrequenzhändler in die Datencenter der Börsen einzumieten versuchen. Durch die geografische Kollokation sollen möglichst geringe Latenzzeiten generiert werden.

Alle Börsen besitzen eine Hauptmatching-Maschine, die Angebot und Nachfrage zusammenführt. Diese Matching-Server stehen in Datencentern, in welche sich Hochfrequenzhändler einkaufen, um eine direkte Verbindung (Cross Connect) zum Börsen-Matching-Server aufzubauen. Anhand des folgenden sehr trivialen Beispiels soll die Bedeutung und die vereinfachte Funktion der Kollokation erklärt werden.³⁷

Angenommen es gibt zwei Investmentbanken A und B. Beide wollen die Aktie X auf einem Handelsplatz in New York (USA) kaufen. Die Matching Engine der Börse steht in einem Datencenter im Zentrum von New York. Die Investmentbank A befindet sich direkt in New York bzw. Umgebung, wohingegen Investmentbank B ihren Sitz in Chicago hat. Wichtig ist, dass die Betrachtung der geografischen Lage auf die jeweiligen Server der Teilnehmer verweist. Angenommen auf der besagten Börse notiert ein Wertpapier zum Kaufkurs von USD 20. Beide Investmentbanken wollen aber erst zu USD 19.90 kaufen. Sollte der Kurs nun auf USD 19.90 fallen, würden beide die Information gleichzeitig erhalten und genau im selben Moment (automatisiert) den Kaufauftrag per Computersystem versenden. Die Order von A würde innerhalb von rund 300-500 Mikrosekunden (10^{-6}) am Matching-Server der Börse ankommen. Investmentbank B bräuchte in etwa 12-15 Millisekunden, um den Trade an die Matching Engine zu versenden. Da die verwendeten Angaben aus dem Jahre 2010 sind, kann man aufgrund des technischen Fortschritts davon ausgehen, dass es heutzutage noch schneller möglich ist, seine Aufträge auszuführen.^{38 39}

³⁷ Vgl. Durbin, 2010, S. 123.

³⁸ Vgl. Durbin, 2010, S. 124.

3.3.2. Proximity Hosting

Die Definition von Proximity Hosting klingt ähnlich dem der Kollokation, unterscheidet sich jedoch im Detail. Der Begriff des Proximity Hostings beschreibt die Bereitstellung von Computersystemen in direkter Umgebung der Matching-Maschine einer Börse durch externe Anbieter. Das bedeutet, dass die Server von einem externen Provider angeboten und an Hochfrequenzhändler vermietet werden. Dies stellt auch die Differenzierung zu der vorher genannten Kollokation dar.^{40 41}

3.3.3. Direkter Marktzugang

Der direkte Marktzugang erfolgt über elektronische Hochgeschwindigkeitsverbindungen. Die meisten Wertpapierbörsen erlauben einen direkten Marktzugang, wodurch es den Hochfrequenzhändlern möglich ist von vielen verschiedenen Handelsplätzen direkt die Marktdaten zu erhalten, an denen sie handeln. Dies hat den Vorteil, dass kein Intermediär zwischengeschaltet ist, weshalb die benötigten Daten schneller bei den Hochfrequenzhändlern ankommen. Dadurch kann ein gewisser Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Marktteilnehmern ohne direkten Marktzugang generiert werden, da diese die Daten erst über mindestens eine weitere Schnittstelle erhalten. Hierbei stellt sich die Frage warum nicht alle Marktteilnehmer direkten Zugang zu den Handelsplätzen besitzen. Gewisse Hochfrequenzhändler haben für jeden Handelsplatz einen direkten Marktzugang und müssen damit mehrere Leitungen bzw. Verbindungen bezahlen und warten lassen. Dies verursacht höhere Kosten als eine konsolidierte Verbindung von einem Intermediär. Das bedeutet, dass Hochfrequenzhändler entscheiden müssen, ob sie die Mehrkosten für die verschiedenen Leitungen auf sich nehmen möchten. Dafür würden sie den schnellst möglichen Zugriff auf alle Daten bekommen.

³⁹ Vgl. Aitken/Cumming/Zhan, 2014.

⁴⁰ Vgl. Aitken/Cumming/Zhan, 2014.

⁴¹ Vgl. FAQ Hochfrequenzhandelsgesetz BaFin, 2013.

Die alternative, kostengünstigere Variante wäre der Erhalt leicht verzögerter Daten in konsolidierter Form von mehreren Handelsplätzen.⁴²

4. Performance Evaluierung von Hochfrequenzhandelsstrategien

4.1. Überblick

Um zu verstehen, wodurch auf dem Gebiet des Hochfrequenzhandels Profit erwirtschaftet werden kann, ist eine adäquate Performanceevaluierung essentiell. Dies ermöglicht ebenso ein besseres Verständnis der Motive und Haupttreiber der Hochfrequenzhändler.⁴³

4.2. Performancemaße

Will man verschiedene Strategien miteinander vergleichen und diese evaluieren, erlangt man die Erkenntnis, dass der Gewinn (eng.: return) die Hauptgröße darstellt. Dies scheint auf den ersten Blick recht eindeutig und wird als gegeben hingenommen. Betrachtet man jedoch den Gewinn etwas genauer, kann dieser pro Jahr, pro Monat oder pro Stunde angegeben werden. Daher verlangt die Angabe von Return-Zahlen immer eine Zeitangabe, um diese vergleichbar zu machen.

⁴² Vgl. Durbin, 2010, S. 121.

⁴³ Vgl. Carrio, 2013, S. 3.

Generell geht man davon aus, dass eine höhere Performance besser ist als eine niedrige. Es gilt jedoch zu beachten, dass im Zuge des Vergleichs unterschiedlicher Strategien durchschnittliche Returns herangezogen werden. Dies enthält noch keine Aussage über die eventuelle Varianz der einzelnen Returns gegenüber dem durchschnittlichen Return. So kann es beispielsweise zu einer sehr hohen Volatilität (Standardabweichung) kommen, bei der die durchschnittliche Performance marginal höher ist als bei einer Strategie, die eine sehr geringe Volatilität aufweist. In diesem Fall entscheidet das Risikoprofil des Investors welche Strategie in seinen Augen die bessere Variante darstellt.⁴⁴

Um ein besseres Verständnis über das Verhältnis Varianz zu Volatilität zu erhalten, ist der Zusammenhang in folgender Formel dargestellt, wobei „ r_j “ die Rendite und „ σ “ die Volatilität angibt.⁴⁵

Formel 1: Zusammenhang Varianz zu Volatilität

$$\sigma(r_j) = \sqrt{\text{Var}(r_j)}$$

Neben der Volatilität zur Betrachtung des Risikos einer Strategie, wird oft auch der sogenannte Maximum Drawdown herangezogen. Diese Kennzahl beschreibt den prozentuellen maximalen Verlust ausgehend von dem im Betrachtungszeitraum erzielten Maximumwert eines Wertpapiers. Geht man davon aus, dass der im Betrachtungszeitraum erreichte Höchststand 110 war und der tiefste Wert bei 90 lag, so ergibt sich daraus ein Drawdown von rund -18,2%.

4.3. Sharpe Ratio – risikoadjustiertes Performancemaß

Zusätzlich zu den bereits genannten Kennzahlen wurden weitere entwickelt, um die Vergleichbarkeit zwischen mehreren Handelsstrategien zu vereinfachen. Diese basieren meist auf den bereits vorgestellten „Basis“-Kennzahlen, sind jedoch um spezifische Komponenten erweitert.

⁴⁴ Vgl. Aldridge, 2010, S. 49.

⁴⁵ Vgl. Fischer, 2002, S. 36.

Es gibt eine Vielzahl an verschiedenen Verhältniskennzahlen (Ratios), wobei in der vorliegenden Arbeit auf die Sharpe Ratio eingegangen wird.

Die Sharpe Ratio wurde 1966 von William Sharpe entwickelt und stellt eine der wichtigsten Kennzahlen im Vergleich von Handelsstrategien dar.

Formel 2: Sharpe Ratio

$$SR = \frac{E(r) - r_f}{\sigma(r)}$$

Formel 3: Erwartungswert

$$E(r) = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_T}{T}$$

Formel 4: Standardabweichung

$$\sigma(r) = \sqrt{\frac{(r_1 - E(r))^2 + (r_2 - E(r))^2 + \dots + (r_T - E(r))^2}{T - 1}}$$

$E(r)$ stellt den annualisierten durchschnittlichen Ertrag, σ_R die annualisierte Standardabweichung und r_f den risikolosen Zinssatz dar. Wie man in Formel 3 erkennen kann, besteht der durchschnittlich erwartete Ertrag aus den einzelnen Erträgen der jeweiligen Perioden dividiert durch die Anzahl der Perioden (T). Auch die Formel zur Standardabweichung (Formel 4) stellt eine Grundformel der Finanzmathematik dar.

Der risikolose Zinssatz soll die Opportunitätskosten, welche jedoch bei der Bewertung von Hochfrequenzhandelsstrategien nicht herangezogen werden, abbilden. Das bedeutet, dass die adaptierte Sharpe Ratio für Hochfrequenzstrategien keine Opportunitätskosten, bewertet mit dem risikolosen Zinssatz, enthält.⁴⁶

Formel 5: Sharpe Ratio

$$SR = \frac{E(r)}{\sigma(r)}$$

⁴⁶ Vgl. Aldridge, 2010, S. 50.

4.4. Besonderheiten bei der Performanceevaluierung

Neben den bereits genannten Varianten der Performanceevaluierung sind auch Faktoren wie die Kapazität, sprich das Volumen, die Strategie oder die Länge der Bewertungsmethode für Hochfrequenzhandelsstrategien von erheblicher Bedeutung.

Die Performance von Strategien kann mit dem enthaltenen Volumen variieren, wobei sich ein zu großes Volumen sogar zum Nachteil auswirken kann. Große Volumina oder Positionen brauchen mehr Liquidität und können dadurch den Preis am Markt in eine nicht gewünschte Richtung lenken, wodurch es wiederum zu Performanceeinbußen kommt. Durch zu große Volumina beim Kauf oder Verkauf von Assets kommt es zu einer Beeinflussung des Marktes, welche sich entweder in steigenden oder sinkenden Kursen widerspiegelt.

Die Erkenntnis einer Studie zur Performancemessung über Hedge Fonds von Ding (2008) kann in folgendem Zitat zusammengefasst werden.

*Thus, when the fund size is lower than its capacity, the fund performance may be positively related to its size. However, when the fund size goes above its capacity, the fund performance may become worse with increased asset size.*⁴⁷

Sollte eine Strategie, gleichgültig ob Hedge Fonds oder Hochfrequenzhandel, an ihre maximale Kapazität oder darüber hinaus gelangen, hat dies eine negative Auswirkung auf die Performance. Daran erkennt man, dass die Miteinbeziehung der Kapazität einer Strategie eine Auswirkung auf die zu erzielende Performance haben kann.

⁴⁷ Ding/Shawky/Tian, 2008, S. 7.

4.4.1. Mindestdauer für valide Kennzahlen

Ein weiterer wichtiger Punkt, den es zu beachten gilt, ist die Dauer in der eine Evaluierung einer Strategie vorgenommen wird. Damit ist die Fragestellung gemeint, ob man Hochfrequenzhandelsstrategien anhand ihrer Jahres-, Zweijahres-, Fünfjahres- oder doch Monatsperformance beurteilen soll. Statistisch gesehen ist die Dauer des Track Records egal. Wichtig ist jedoch die passende Anwendung der Evaluierungskennzahlen (z.B.: Sharpe Ratio), um einen validen Vergleich zwischen zwei oder mehreren Strategien zu erhalten.

Um sicherzustellen, dass die Sharpe Ratio valide ist, kann, sofern der Wert der Sharpe Ratio höher ist, selbst der Evaluierungszeitraum geringer sein. Was gering und hoch in diesem Zusammenhang bedeutet ist in der von Jobson und Korkie (1981) entwickelten Idee beschrieben. Geht man davon aus, dass die Erträge normalverteilt sind, dann ist auch die Sharpe Ratio um den Nullpunkt normalverteilt. Die Standardabweichung (Volatilität) berechnet sich dabei wie folgt:

Formel 6: Volatilität

$$s = \sqrt{\frac{1}{T} * (1 + 0,5 * SR^2)}$$

s=Standardabweichung; T=Zeit; SR=Sharpe Ratio

Betrachtet man das 90%ige Konfidenzniveau, dann sollte die Sharpe Ratio mindestens 1,645-mal größer sein als die Standardabweichung der Fehler. Daraus ergibt sich die minimale Anzahl der Bewertungsperioden, um eine valide Sharpe Ratio zu erhalten durch folgende Formel:

Formel 7: Minimale Anzahl an Bewertungsperioden

$$T_{min} = \left(\frac{1,645^2}{SR^2} \right) * (1 + 0,5 * SR^2)$$

Bei der in der Formel enthaltenen Sharpe Ratio (SR) ist es wichtig zu beachten, auf welchen Betrachtungszeitraum sich diese bezieht. Angenommen die jährliche Sharpe Ratio ist 3 und die Berechnung basiert auf monatlichen Daten, so muss diese auf einen monatlichen Wert heruntergerechnet werden. Dies passiert indem man durch die Wurzel von 12 dividiert.

Formel 8: Jährliche Sharpe Ratio in monatliche umwandeln

$$SR_{p.m.} = \frac{SR_{p.a.}}{\sqrt{12}}$$

Dadurch ergibt sich für die Sharpe Ratio auf monatlicher Basis ein Wert von rund 0,866. Diese Formel ist für alle möglichen Zeithorizonte geeignet und muss nur geringfügig adaptiert werden. Die Berechnung der Sharpe Ratio auf Tagesbasis erfolgt indem man, ausgehend von 250 Handelstagen, durch die Wurzel von 250 dividiert.⁴⁸

Diese Berechnung wurde für verschiedene Sharpe Ratios durchgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 1 dargestellt sind.

Tabelle 1: Minimale Zeit der benötigten Monate für eine valide Sharpe Ratio

geforderte Sharpe Ratio annualisiert (p.a.)	Anzahl der benötigten Monate	
	Monatliche Daten	Tägliche Daten
0,5	131,24	129,95
1	33,83	32,54
1,5	15,79	14,50
2	9,47	8,18
2,5	6,55	5,26
3	4,96	3,67
3,5	4,00	2,72
4	3,38	2,09

49

⁴⁸ Vgl. Aldridge, 2010, S. 59.

⁴⁹ Vgl. Aldridge, 2010, S. 60.

Für eine geforderte Sharpe Ratio von $SR=1$ bedarf es, unter der Annahme des 90% Konfidenzintervalls, basierend auf monatlichen Daten, rund 34 Monate, um gültige Ergebnisse zu erhalten. Wie bereits oben beschrieben, kann man anhand der vorliegenden Tabelle erkennen, dass unabhängig davon, ob man auf monatliche oder tägliche Daten zurückgreift, eine höhere Sharpe Ratio zu einer geringen Anzahl an benötigten Perioden zu einer validen Aussage führt. Daher beträgt die Anzahl der Monate (monatliche Daten) bis zum Erreichen einer gewünschten Sharpe Ratio von $SR=3,5$ ungefähr 4 Monate.⁵⁰

Um die Entwicklung und Abhängigkeit besser ersichtlich zu machen, ist der Verlauf in der Abbildung 8 dargestellt.

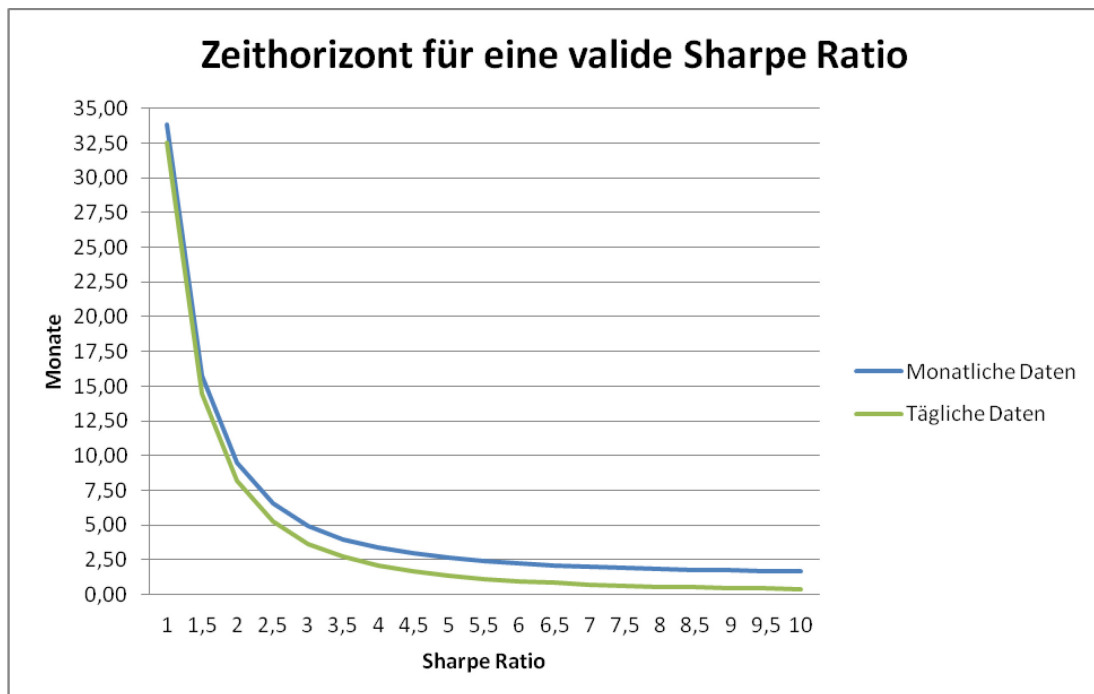


Abbildung 8: Zeithorizont für eine valide Sharpe Ratio

Anhand obenstehender Grafik ist erkennbar, dass mit der Zunahme der Sharpe Ratio die dafür geforderten Monate sinken und sich immer mehr an Null annähern.

⁵⁰ Vgl. Aldridge, 2010, S. 60.

Abschließend lässt sich sagen, dass mit Hilfe von statistischen Werkzeugen eine Evaluierung von Hochfrequenzhandelsstrategien erleichtert bzw. erst ermöglicht wird. Durch das eben genannte Verfahren ist es möglich, die minimal notwendige Zeit zu kennen, um die vorliegenden Sharpe Ratio Kennzahlen zu verifizieren und diese als valide einschätzen zu können.

4.5. Post-Trade-Kostenanalyse

4.5.1. Einführung

Ein wichtiger Teil des Erfolges einer hochfrequenten Handelsstrategie besteht in der Analyse des bereits durchgeführten Trades und deren tatsächlichen Kosten. Diese Kosten bestehen aus verschiedenen Teilen und betreffen unterschiedliche Aspekte der Strategie, welche auf den nächsten Seiten genauer beschrieben werden.

Bei der Performanceevaluierung betrachtet man die durch die Strategie erwirtschaftete bzw. erwartete Performance. Einen wesentlichen Bestandteil und eventuell sogar „deal-breaker“ stellen die Handelskosten dar. Diese entscheiden, ob eine Strategie profitabel ist oder nicht. Speziell in Bezug auf den Hochfrequenzhandel sollte man den Handelskosten ein besonderes Augenmerk schenken. Durch die Vielzahl an ausgeführten Trades nehmen die Kosten einen beträchtlichen Anteil ein. Diese wären bei Nicht-Hochfrequenzstrategien vernachlässigbar.⁵¹

4.5.2. Kostenarten Analyse

Um eine Hochfrequenzhandelsstrategie erfolgreich zu machen, spielt die Analyse der Kosten in Hinblick auf deren Aufgliederung und Werttreiber eine wichtige Rolle.

⁵¹ Vgl. Aldridge, 2010, S. 283.

Die Ausführungskosten sind jene Kosten, die während bzw. nach einem Trade insgesamt anfallen. Essentiell ist daher zu wissen, wie sich diese Kosten zusammensetzen und wie sich diese auf einen einzelnen Trade oder auf die gesamte Strategie auswirken. Oft wird fälschlicherweise angenommen, dass die Ausführungskosten nur aus den Transaktionskosten und den Broker-Gebühren bestehen. In der Realität zeigt sich jedoch, dass es ungefähr neun verschiedene Kostenarten gibt, die bei einem Trade zustande kommen. Natürlich sind nicht alle Kosten direkt als solche ersichtlich.⁵²

Wichtig ist die Unterscheidung in transparente bzw. direkte Kosten, welche der Handelsaktivität zugeordnet werden können und implizite bzw. indirekte Kosten. Die direkten Kosten sind in ihrer Höhe meist bekannt und bestimmbar, wohingegen die indirekten Kosten in ihrer Höhe nur geschätzt werden können. Diese Schätzungen basieren auf historischen Daten und werden von diesen abgeleitet. Als transparente (direkte) Kosten gelten beispielsweise die Broker-Gebühren (fixer + variabler Bestandteil), Wechselgebühren und allfällige Steuern. Unter den Begriff der latenten (indirekten) Kosten fallen beispielsweise Opportunitätskosten, die Geld-Brief-Spanne oder auch der Markteinfluss durch große gehandelte Volumina. Der Vollständigkeit halber sind alle relevanten Kostenarten in Tabelle 2 aufgelistet.⁵³

Tabelle 2: Kostenarten

Transparente Kosten	Intransparente Kosten
Steuern	Geld-Brief-Spanne
Broker-Gebühren	Opportunitätskosten
Wechselgebühren	Markteinfluss
Depot-/Lagergebühren	Timing Risiko
	Preiserhöhung
	Latenzkosten

⁵² Vgl. Aldridge, 2010, S. 284.

⁵³ Vgl. Kissell/Glantz, 2003.

4.5.3. Transparente Kosten

Broker-Gebühren

Die Broker-Gebühren lassen sich wie bereits erwähnt in fixe und variable Bestandteile unterteilen. Der fixe Anteil kann dabei eine fixe Zahlung pro Monat oder aber auch pro Trade sein, wohingegen die variablen Kosten proportional von der gehandelten Menge abhängen. Das bedeutet, dass mit höheren gehandelten Volumina die durchschnittlichen fixen Kosten pro Anteil verringert werden können. Es ist wichtig die verschiedensten Broker-Kostenstrukturen zu kennen, um eine Hochfrequenzhandelsstrategie möglichst günstig umsetzen zu können und damit zur Optimierung beizutragen.⁵⁴

Börsengebühren (Handelsplatzgebühren)

Börsen sind jener Platz, an dem sich Angebot und Nachfragen treffen und wo es zum Austausch von Aufträgen (Ordern) kommt. Für jegliche Art der positiven Ausführung von Ordern durch verschiedene Broker oder durch elektronische Netzwerke (ECN) verlangen die Börsen bzw. Handelsplätze Gebühren.

Wie bereits erwähnt ist der Handelsplatz ein „Ort“, an dem es Kauf- und Verkaufsinteresse gibt. Dies stellt auch gleichzeitig den wichtigsten Teil dar, da Händler nur dort handeln wo genügend Nachfrage bzw. Angebot herrscht. Die Handelsplätze versuchen die Liquidität mittels Gebühren zu steuern und diese zu erhöhen. So fallen bei Transaktionen, welche liquiditätskonsumierend sind, höhere Gebühren an als bei jenen, die einen Zuwachs der Liquidität bringen. Es geht teilweise auch soweit, dass es zu Zahlungen der Börse an die Händler kommt, sofern diese Liquidität bereitstellen.^{55 56}

⁵⁴ Vgl. Aldridge, 2010, S. 284.

⁵⁵ Vgl. Aldridge, 2010, S. 301.

⁵⁶ Vgl. Menkveld, 2013.

Steuern

Steuern verschiedenster Art müssen bei der Performanceberechnung und Evaluierung stets berücksichtigt werden. In der vorliegenden Arbeit wird jedoch nicht weiter auf die unterschiedlichen Aspekte des Steuerrechts eingegangen.⁵⁷

4.5.4. Latente/indirekte Kosten

Geld-Brief-Spanne (Bid-Ask Spread)

Als Geld-Brief-Spanne, auch Bid-Ask Spread genannt, versteht man jene Preisdifferenz zwischen dem aktuell höchsten Preis, den ein Marktteilnehmer bereits ist für ein Asset zu zahlen und dem niedrigsten Preis, zu dem ein anderer Marktteilnehmer bereit ist das gleiche Asset zu verkaufen. Man geht daher davon aus, dass ein geringer Bid-Ask Spread ein Anzeichen für hohe Liquidität ist und daher auch von den meisten Investoren gewünscht ist.⁵⁸

Dies stellt indirekte Kosten dar, welche nicht direkt messbar sind, da die Ausweitung der Spanne von dem gehandelten Volumen und der aktuellen Liquidität am Markt abhängt. Daher versucht man, basierend auf Vergangenheitswerten, mittels statistischer Verfahren, die Auswirkung bei einer möglichen Platzierung eines Trades auf die Geld-Brief-Spanne vorauszusehen. Speziell unter dem Gesichtspunkt des Hochfrequenzhandels, bei dem innerhalb kürzester Zeit immense Volumina umgesetzt werden, kann es zu einer signifikanten Ausweitung des Spreads kommen, wodurch nicht einkalkulierte Kosten entstehen. Diese führen wiederum dazu, dass die komplette HFT-Strategie nicht mehr so profitabel arbeitet wie sie sollte. Die Kosten können kaum zu 100% vorhergesagt werden und sind daher auch als indirekte bzw. latente Kosten zu klassifizieren.^{59 60}

⁵⁷ Vgl. Aldridge, 2010, S. 288.

⁵⁸ Vgl. Lattemann, 2012, S. 93-98.

⁵⁹ Vgl. Lattemann, 2012, S. 95.

⁶⁰ Vgl. Aldridge, 2010, S. 302.

Latenzkosten

Unter dem Begriff der Latenzkosten können jene Kosten verstanden werden, die zwischen der Investmententscheidung und der tatsächlichen Ausführung liegen. Das heißt, ändert sich der Marktpreis der gewünschten Assets in der Zeit zwischen Entscheidung und endgültiger Ausführung, entstehen die indirekten Latenzkosten. Natürlich kann man gerade bei HF-Handelsstrategien argumentieren, dass es eigentlich aufgrund der Schnelligkeit per se zu keinen bzw. kaum Latenzkosten kommen sollte.

Aufgrund fehlerhafter Netzwerkverbindungen bzw. fehlerhafter Datenübertragung kommt es jedoch auch bei hochfrequenten Strategien zu Latenzkosten.⁶¹

Teilausführungskosten

Unter dem Begriff der Teilausführungskosten versteht man jene Kosten, die auftreten können, wenn es bei einer großen Order zu unterschiedlichen Teilausführungen kommt. Wird eine großvolumige Order, egal ob Kauf oder Verkauf, auf den Markt geschickt, kann es vorkommen, dass es aufgrund der Größe (in Bezug auf das Volumen) zu Teilausführungen mit unterschiedlichen Kursen kommt. Ist dies der Fall, kann es aufgrund der normalen Marktbewegungen zu einem höheren oder niedrigeren Kurs kommen, wodurch zusätzliche indirekte Kosten entstehen können. Dieser Effekt darf jedoch nicht mit den Kosten, die durch die Beeinflussung des Marktes entstehen können, gleichgesetzt werden.

Um diesen Effekt zu veranschaulichen, soll im Folgenden ein Beispiel anhand des Orderbuchs XETRA für die deutsche adidas AG vom 11.04.2014 gezeigt werden. Es wird untersucht wie hoch die Teilausführungskosten bei einer fiktiven Kauf-Order mit einem Volumen von 1000 Stück gewesen wären. Dieses Beispiel betrachtet nur diesen Aspekt und berücksichtigt absichtlich keine Marktbeeinflussung oder sonstige Faktoren, welche zu einer Veränderung des Preises führen könnten.

⁶¹ Vgl. Aldridge, 2010, S. 289.

Tabelle 3: Orderbuch XETRA adidas AG

adidas AG - Xetra - 11.04.2014				
Bid	Bid Vol	Ask Vol	Ask	
77,95	290	397	78,01	
77,94	183	177	78,02	
77,93	752	738	78,03	
77,92	762	933	78,04	
77,91	481	1145	78,05	
77,9	710	1256	78,06	
77,89	1763	999	78,07	
77,88	925	906	78,08	
77,87	1081	574	78,09	
77,86	1495	1515	78,1	

62

Auf der Ask-Seite, also jener Seite, die zeigt wann Marktteilnehmer bereit sind ihre Wertpapiere zu verkaufen, stehen 397 Stück Aktien zu einem Preis von EUR 78,01 zum Verkauf. Kommt es zu der angeführten fiktiven Kauforder, so ergibt sich daraus folgendes Bild:

Tabelle 4: Kauf Order - adidas AG

adidas AG - Xetra - 11.04.2014

Ask Vol	Ask	Preis	Volumen	benötigtes Volumen
397	78,01	78,01 78,02 78,03		1000
177	78,02		397	603
738	78,03		177	426
933	78,04	78,03	426	0
1145	78,05			
1256	78,06			
999	78,07			
906	78,08			
574	78,09			
1515	78,1			

Es wird solange gekauft, bis die Order in Höhe von 1000 Stück erfüllt ist. So wurden zu einem Preis von 78,03 zwar 738 Stück angeboten, es werden jedoch nur 426 Stück benötigt, um unsere fiktive Order komplett zu erfüllen. Daher ergeben sich drei verschiedene Preise für unsere Order. Der gewichtete Kaufkurs ergibt sich dann wie folgt:

⁶² Auszug Xetra Orderbuch vom 11.04.2014 von der adidas AG.

$$\text{gew. Kaufpreis} = 78,01 * \frac{397}{1000} + 78,02 * \frac{177}{1000} + 78,03 * \frac{426}{1000} = 78,02029$$

Dadurch ergeben sich ungewollte indirekte Kosten in Höhe von rund EUR 10,3 oder von 0,01% des Grundwertes. Dies erscheint im ersten Moment nicht viel, betrachtet man jedoch hochfrequente Strategien, welche meist mit einer hohen Anzahl an Stücken handeln, so kann sich dies zu einem beträchtlichen Betrag summieren. Auch gilt es darauf Bedacht zu nehmen, dass es sich hierbei nur um einen Aspekt der möglichen anfallenden Kosten handelt. Diese Teilausführungskosten können je nach Situation auch deutlich beträchtlichere Summen ausmachen.^{63 64}

Markteinfluss

Markteinflusskosten sind jene Kosten, die durch eine Preisschwankung ausgelöst werden, welche wiederum durch den Verkauf oder Kauf eines Wertpapiers entsteht. Diese Kosten stellen indirekte Kosten dar, da diese im Vorhinein nicht genau messbar und quantifizierbar sind.

Jede Market Buy/Sell Order führt zu einer Veränderung des Markets und kann Auswirkungen auf die Preisgestaltung nehmen.⁶⁵

Timing Risiko

Das Timing Risiko beschreibt jene Kosten, welche durch eine unvorhersehbare Änderung des Preises verursacht werden, während die Hochfrequenzstrategie auf den optimalen Ausführungspreis wartet.

⁶³ Vgl. Huitema, 2014, S. 2-22.

⁶⁴ Vgl. Aldridge, 2010, S. 304.

⁶⁵ Vgl. Korajczyk/Sadka, 2002.

Die Timing Kosten beschreiben demnach, wie stark sich der Preis innerhalb eines angegebenen Zeitraumes (1 Sekunde, 0,5 Sekunden, etc.) ab dem Zeitpunkt der Investmententscheidung durch die Hochfrequenzstrategie bis zu der endgültigen Durchführung des Trades verändert. Diese Art von Kosten kann nur bei der Kategorie Market Orders, nicht jedoch bei Limit-Orders auftreten.

Diese Zeitspannen sind speziell bei Hochfrequenzstrategien sehr kurz, dennoch darf dieses Risiko im Sinne einer möglichst effizienten Strategie nicht außer Acht gelassen werden. So versucht man diese Kosten mittels historischen Daten und diversen Modellen für die Zukunft zu bestimmen. Oft wird auch mittels Value-at-Risk (VaR)-Ansatz versucht, das schlimmste mögliche Szenario anzunehmen, um damit zu arbeiten und eine Abweichung nur nach oben hin wahrscheinlich zu machen (geringere Kosten).⁶⁶

Einfluss der Kosten

Der Einfluss der oben beschriebenen Kosten hat bedeutende Auswirkungen auf das aktive Handelsverhalten von Strategien. Unter dem Gesichtspunkt eines LONG Investors können die Kosten so hoch sein, dass es besser ist Liquidität von einem Handelsplatz, an welchem der Preis für das Asset höher ist, zu nehmen. Selbst wenn es auf Handelsplatz H1 einen besseren Preis gibt und dort die Kosten sehr hoch sind, würde man eventuell auf Handelsplatz H2 ausweichen, da dort das gewünschte Asset höher gepriesen wird, die Kosten aber geringer sind.⁶⁷

⁶⁶ Vgl. Aldridge, 2010, S. 293.

⁶⁷ Vgl. Lehalle/Laruelle, 2013, S. 213.

5. Regulatorische Schritte im Zusammenhang mit dem Hochfrequenzhandel

5.1. Warum HFT regulieren?

Mit der Einführung der Richtlinien über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID) im Jahre 2007, versuchte man die Marktstruktur in Europa zu verändern, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben. Dies gelang auch weitgehend und so entstanden einige multilaterale Handelssysteme (MTF). Dies hatte zur Folge, dass ein großer Teil der Trades ab diesem Zeitpunkt über MTF gehandelt wurden. Ebenso verringerten sich die Spreads und Gebühren, was in einer Verringerung der Kosten resultierte. Die Regulierung der Märkte durch die MiFID brachte jedoch auch negative Seiten mit sich. Durch die größere Anzahl an verschiedenen Handelsplätzen (MTF, Börsen, etc.) war es für institutionelle Investoren schwieriger, ihre größeren Aufträge zu platzieren ohne eine Preisänderung zu riskieren. Dies kann im Kapital latente/indirekte Kosten detailliert nachgelesen werden. Um diese Effekte zu umgehen bzw. zu minimieren, entschieden sich Investoren immer mehr für eine Art des „dark-pool“ Handels. Auch der rasante Anstieg und Einfluss von Hochfrequenzhändlern und algorithmischen Handelsstrategien war eine Entscheidung, die auf diese Art nicht von der EU geplant war.⁶⁸

⁶⁸ URL: <http://www.economist.com/news/finance-and-economics/21601294-bold-new-law-will-reshape-europes-capital-markets-bigger-bang> [18.05.2014].

Es ist schwer, eine genaue Aussagen darüber zu treffen, warum man den Hochfrequenzhandel regulieren sollte. Fakt ist, dass es aufgrund des „Flash-Crash“ (Dow Jones Industrial Average) im Mai 2010 zu einer erhöhten Aufmerksamkeit der Politik gegenüber dem Hochfrequenzhandel gekommen ist. So wurde für das Abstürzen der Aktien binnen weniger Minuten der Hochfrequenzhandel verantwortlich gemacht. Dadurch rückte das Thema Hochfrequenzhandel und algorithmischer Handel vermehrt in den Blickpunkt der Aufsichtsbehörden, was wiederum den Anstoß dafür gegeben haben dürfte, die Hochfrequenzhändler stärker zu regulieren.⁶⁹

In der Literatur findet sich meist die oben genannte Begründung, warum es zu einer Regulierung gekommen ist bzw. kommen soll. Es gibt jedoch auch Literatur, in der behauptet wird, nicht der Hochfrequenzhandel sondern lediglich ein großer Verkaufsauftrag führte zu dem Einsturz der Kurse am 6. Mai 2010. So zeigt die Arbeit von Andrei Kirilenko, Alber Kyle, Mehrdad Samadi und Tugkan Tuzun unter dem Titel „The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market“, dass Hochfrequenzhändler nicht für den Blitzcrash verantwortlich gemacht werden können. Sie gehen davon aus, dass es aufgrund einer sehr großen Verkaufs-Order im E-mini S&P 500 Index Future Kontrakt und der anschließend Ausweitung über den gesamten nordamerikanischen Markt zu dem Blitzcrash gekommen ist. Dadurch reagierten die automatischen hochfrequenten Handelssysteme und es kam zu dem besagten Absturz. Der Auslöser war jedoch nicht auf der Seite der Hochfrequenzhändler zu finden.⁷⁰

⁶⁹ URL: <http://www.handelsblatt.com/finanzen/boerse-maerkte/boerse-inside/parlamentsentwurf-eu-will-hochfrequenzhandel-einschraenken/8974906.html> [18.05.2014].

⁷⁰ Vgl. Kirilenko/Kyle/Samadi/Tuzun, 2014.

5.2. Hochfrequenzhandelsgesetz in Deutschland

Mit Ende Februar 2013 beschloss der Deutsche Bundestag die Verabschiedung des Gesetzes zur Vermeidung von Gefahren und Missbräuchen im Hochfrequenzhandel, das sogenannte Hochfrequenzhandelsgesetz (HFG). Verkündet wurde das Gesetz im Mai 2013.⁷¹

Ausgangspunkt für das aktuell herrschende HFT-Gesetz ist die 2007 eingeführte Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID). Diese hat, wie bereits erwähnt, die Marktstruktur grundlegend geändert. Neue Handelsplätze, wie multilaterale Handelssysteme, entstanden. Immer mehr Hochfrequenzhändler drängten aufgrund des technischen Fortschritts in den Markt. Daher sieht sich die Europäische Union im Zugzwang und versucht, die aktuelle Regulierung des Marktes als Reaktion auf die Krise an die neuen Gegebenheiten anzupassen. Dazu zählen im Speziellen die automatischen algorithmischen Computersysteme hochfrequenter Natur.⁷² Die rechtliche Grundlage für das Hochfrequenzhandelsgesetz, die Gesetze, die es beeinflusst sowie die Auswirkungen sind in Abbildung 10 graphisch dargestellt.

⁷¹ Vgl. Hart/Michels, 2013.

⁷² Vgl. Ferber, in Kreditwesen 10/2012, S. 10.

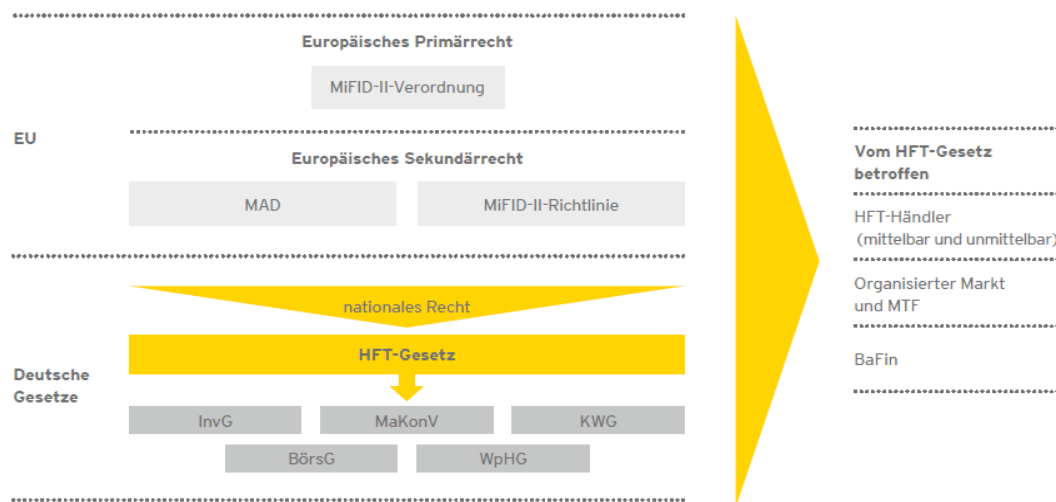


Abbildung 9: Rechtliche Grundlage

73

Wie aus der Grafik ersichtlich ist, betrifft das HFT-Gesetz in Deutschland auch die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungen (BaFin), welche mit der Einhaltung bzw. Überwachung der Hochfrequenzhändler betraut ist.⁷⁴

Durch die geplante Einführung der MiFID II Richtlinie im Jahr 2015, soll gezielt eine Regulierung geschaffen werden, die gewisse Wohlverhaltenspflichten sowie Organisationsstrukturen für den algorithmischen Handel festlegt. So regelt der § 33 des deutschen Wertpapierhandelsgesetz (WpHG) die Organisationspflichten und gibt eine Legaldefinition des algorithmischen Handels.

⁷³Abbildung Entnommen aus: Ernst & Young, Algo Trading ausgebremst? Neue Regeln im Hochfrequenzhandel (2013), S. 4.

Laut § 33 Abs. 1a WpHG definiert sich der algorithmische Handel als ein Wertpapierdienstleistungsunternehmen, welches zusätzlich die in diesem Absatz genannten Bestimmungen einhalten muss, wenn es in der Weise Handel mit Finanzinstrumenten betreibt, dass ein Computeralgorithmus die einzelnen Auftragsparameter automatisch bestimmt, ohne dass es sich um ein System handelt, das nur zur Weiterleitung von Aufträgen zu einem oder mehreren Handelsplätzen oder zur Bestätigung von Aufträgen verwendet wird (algorithmischer Handel). Auftragsparameter im Sinne des Satzes 1 sind insbesondere Entscheidungen, ob der Auftrag eingeleitet werden soll, über Zeitpunkt, Preis oder Quantität des Auftrags oder wie der Auftrag nach seiner Einreichung mit eingeschränkter oder überhaupt keiner menschlichen Beteiligung bearbeitet wird.

Neben dem Übergriff des algorithmischen Handels ist auch der Spezialbegriff des Hochfrequenzhandels in dem Wertpapierhandelsgesetz geregelt. Der § 2 des WpHG regelt die Begriffsbestimmungen und gibt hierbei auch eine Legaldefinition des hochfrequenten Handels. Dieser wird als Kaufen oder Verkaufen von Finanzinstrumenten für eigene Rechnung als unmittelbarer oder mittelbarer Teilnehmer eines inländischen organisierten Marktes oder multilateralen Handelssystems mittels einer hochfrequenten algorithmischen Handelstechnik, die gekennzeichnet ist durch die Nutzung von Infrastrukturen, die darauf abzielen, Latenzzeiten zu minimieren, durch die Entscheidung des Systems über die Einleitung, das Erzeugen, das Weiterleiten oder die Ausführung eines Auftrags ohne menschliche Intervention für einzelne Geschäfte oder Aufträge und durch ein hohes untertägiges Mitteilungsaufkommen in Form von Aufträgen, Quotes oder Stornierungen, auch ohne Dienstleistung für andere (Eigenhandel) definiert.

Auch das deutsche Kreditwesengesetz (KWG) definiert in § 1 Absatz 1a Satz 2 Nummer 4 den Hochfrequenzhandel als das:

- a) kontinuierliche Anbieten des Kaufs oder Verkaufs von Finanzinstrumenten an einem organisierten Markt oder in einem multilateralen Handelssystem zu selbst gestellten Preisen,
- b) häufige organisierte und systematische Betreiben von Handel für eigene Rechnung außerhalb eines organisierten Marktes oder eines multilateralen Handelssystems, indem ein für Dritte zugängliches System angeboten wird, um mit ihnen Geschäfte durchzuführen,
- c) Anschaffen oder Veräußern von Finanzinstrumenten für eigene Rechnung als Dienstleistung für andere oder
- d) Kaufen oder Verkaufen von Finanzinstrumenten für eigene Rechnung als unmittelbarer oder mittelbarer Teilnehmer eines inländischen organisierten Marktes oder multilateralen Handelssystems mittels einer hochfrequenten algorithmischen Handelstechnik, die gekennzeichnet ist durch die Nutzung von Infrastrukturen, die darauf abzielen, Latenzzeiten zu minimieren, durch die Entscheidung des Systems über die Einleitung, das Erzeugen, das Weiterleiten oder die Ausführung eines Auftrags ohne menschliche Intervention für einzelne Geschäfte oder Aufträge und durch ein hohes untertägliches Mitteilungsaufkommen in Form von Aufträgen, Quotes oder Stornierungen, auch ohne Dienstleistung für andere (Eigenhandel).

Das deutsche HFG verpflichtet Börsenplätze zur Einhaltung eines ausgewogenen Verhältnisses zwischen abgegebenen Orders und tatsächlich durchgeführten Aufträgen. Dieses Verhältnis wird als Order-Transaktions-Verhältnis (OTV) angegeben. So findet sich eine OTV Regelung beispielsweise auf der Frankfurter Wertpapierbörse oder auch der EUREX. Diese Regulierung bestimmt eine gewisse maximale Anzahl von Ausführungen und Quotierungen pro Monat und Wertpapier.

Die Grundregel lautet: eine Order-Transaktion Ratio ≤ 1 gilt als passend im Sinne des Gesetzes. Die OTV Kennzahl wird wie folgt berechnet:

Formel 9: Order-Transaktions-Verhältnis

$$OTV = \frac{\text{geordnetes Volumen (Anzahl der Stücke)}}{\text{Volumenlimit (Anzahl der Stücke)}}$$

Das Order-Transaktions-Verhältnis wird monatlich für jeden Teilnehmer (Markt, Wertpapier) berechnet, wobei sich das geordnete Volumen (beziehungsweise quotierte Volumen) aus dem Gesamtvolumen aller Aufträge pro Mitglied, Wertpapier und Markt ergibt. Hierbei gelten jedoch nicht nur tatsächlich ausgeführte Order, sondern auch alle Änderungen, Löschungen und Einfügungen, um zu verhindern, dass platzierte Order vor Durchführung des Geschäfts schnell wieder gelöscht werden können.

Der Nenner der OTV-Kennzahl entsteht aus der Multiplikation des Volumenfaktors, dem Volumen ausgeführter Geschäfte und dem Grundfreibetrag. Der Volumenfaktor ist ein für jede Wertpapiergattung bestimmter Faktor für gehandeltes Volumen (Beispiel siehe Tabelle 5 Spalte 3). Dabei können für jedes tatsächlich gehandelte Wertpapier weitere gekauft werden. Der sogenannte Grundfreibetrag untergliedert sich in den Market Maker- und Nicht-Market Maker Grundfreibetrag. Generell gibt dieser die erlaubten Ordereinheiten an, wenn keine Orderausführung in dem entsprechenden Monat erfolgt. Auch der Grundfreibetrag wird für jede Wertpapiergruppe dezidiert festgelegt.

Tabelle 5: Order-Transaktions-Verhältnis Daten

XETRA

Segment	MM Grundfreibetrag*	Non-MM Grundfreibetrag*	Volumenfaktor*
DAX, MDAX, SDAX, TecDAX, Andere deutsche Aktien	1000	500	1
Aktien Europa, Aktien Amerika, Aktien ANDERE	10000	5000	10
ETF & ETP	100000	50000	100
Anleihen (Nominale)	10000000	5000000	10000

* in Millionen

75

Ebenso gibt es ab 1. April 2014 die Pflicht zur Kennzeichnung von Aufträgen, welche durch algorithmische Handelssysteme generiert wurden. Dieses sogenannte „Algo Flagging“ ist für alle Handelsteilnehmer, die auf algorithmische Handelssysteme zurückgreifen, verpflichtend. Die Aufträge müssen eindeutig als solche erkennbar und konsistent in der „Beschriftung“ sein. Betroffen sind alle Aufträge oder Quotes, die geändert, gelöscht oder ausgeführt wurden.⁷⁶

Ebenso müssen sich sämtliche Hochfrequenzhändler, die in deutsche Wertpapiere investieren, bei der deutschen BaFIN registrieren lassen.⁷⁷

⁷⁵

URL

:http://xetra.com/xetra/dispatch/de/klistcontent/navigation/xetra/300_trading_clearing/100_trading_platforms/100_xetra/400_trading_parameter/100_order_to_trade_ratio?horizontal=page3_order_to_trade_ratio [20.05.2014].

⁷⁶ Vgl. Exchange Rules for the Frankfurter Wertpapierbörse § 72 a, 2014.

⁷⁷ URL: <http://www.pwc.co.uk/financial-services/regulation/other/hft-and-the-question-of-regulation.jhtml> [20.05.2014].

Als es im Mai 2010 in den USA zu dem berühmten “flash crash” kam, gaben bestimmte Wertpapiere bis zu 90% ihres Wertes binnen weniger Minuten ab. Der Dow Jones Industrial Average Index, Leitindex der USA, brach am 6. Mai 2010 zeitweise um über 1000 Punkte ein. Dieser Absturz wird dem Hochfrequenzhandel zugeschrieben, genauer gesagt der fehlerhaften Software aktiver HF-Händler. Diese basieren auf verschiedensten Modellen und versuchen hiermit die Realität abzubilden. Weist das Modell jedoch einen Fehler auf, können solche Flash Crashes auftreten.⁷⁸

Die nachfolgende Abbildung zeigt sehr schön den Flash Crash des Dow Jones an.

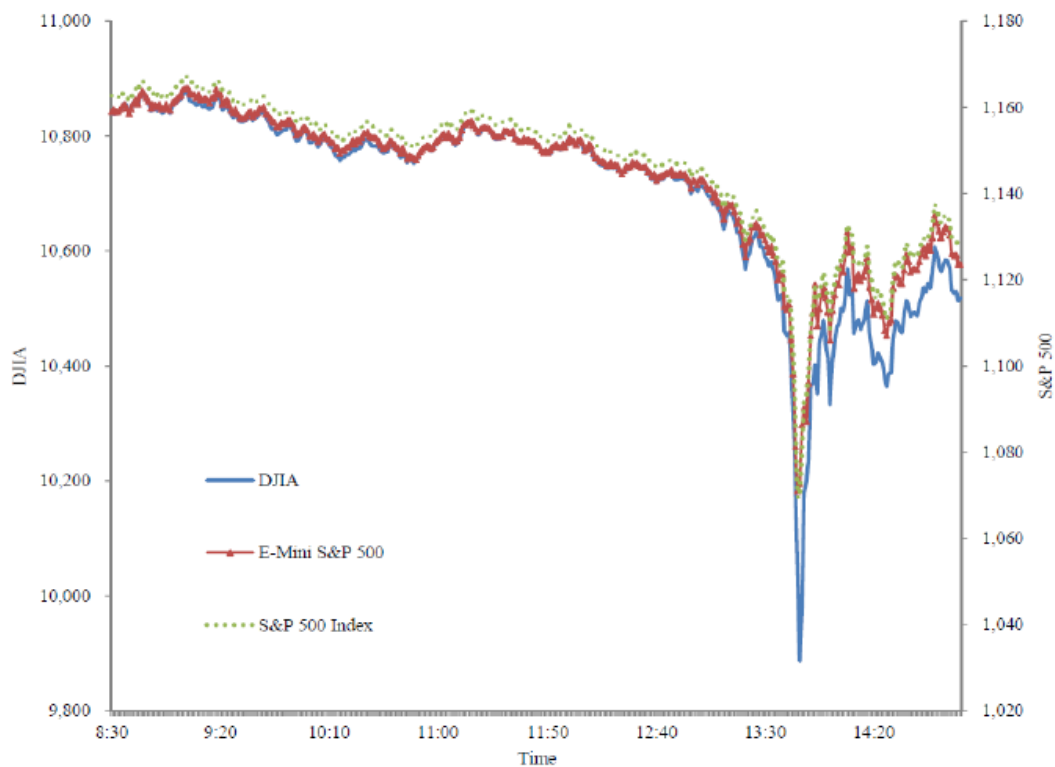


Abbildung 10: DOW Jones Flash Crash⁷⁹

⁷⁸ Vgl. Erber, in DIW Wochenbericht Nr. 35/2012.

⁷⁹ Vgl. Kirilenko/Kyle/Samadi/Tuzun, 2014, S. 36.

Der Flash Crash dauerte rund 36 Minuten. Danach stabilisierte sich der Kurs wieder und pendelte sich erneut auf ein “natürliches” Niveau ein. Betrachtet man zum Zeitpunkt des Flash Crashes das Handelsvolumen, so ist ersichtlich, dass es zu einem enormen Anstieg des gehandelten Volumens während des Einbruches kam.⁸⁰

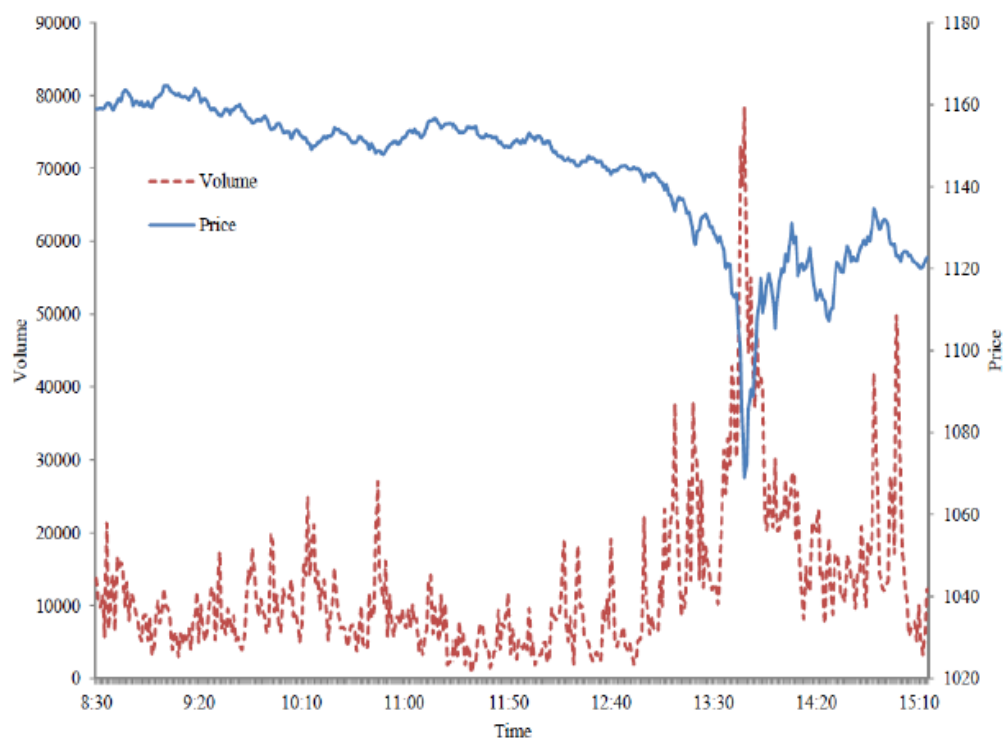


Abbildung 11: Handelsvolumen Flash Crash⁸¹

Für diesen Crash werden speziell die Hochfrequenzhändler verantwortlich gemacht. Dies führte zu der Diskussion, ob und inwiefern der Hochfrequenzhandel missbräuchlich verwendet werden kann. Beispielhaft und oft plakatiert ist die nur scheinbar dargestellte Liquidität (Nachfrage).

⁸⁰ Vgl. Kirilenko/Kyle/Samadi/Tuzun, 2014, S. 6.

⁸¹ Vgl. Kirilenko/Kyle/Samadi/Tuzun, 2014, S. 36.

Daher war es von großer Bedeutung den Bereich des computergestützten Hochfrequenzhandels bzw. des algorithmischen Handels gezielter zu regulieren. Diese geforderte Regulierung soll in der für 2015 geplanten MiFID II Richtlinie erfolgen. Doch auch schon im aktuellen Marktumfeld können die zukünftig europaweiten Einschränkungen in Deutschland beobachtet werden. Deutschland ging mit der Verabschiedung des sogenannten „Hochfrequenzhandelsgesetzes“ (HFG) bereits einen Schritt voraus.⁸²

Der HFT ist auch Gegenstand der MiFID II sowie der Überarbeitung der Marktmissbrauchsrichtlinie. Deutschland hat durch den Vorstoß mit dem HFG erneut seine „regulatorische“ Vorreiterrolle in Europa unterstrichen. Diese Aktivität wird von manchen als potenzielle Gefährdung des Finanzplatzes angesehen, andere erkennen darin aber auch die Chance, angesichts der absehbaren Entwicklungen auf europäischer Ebene zukünftige Standards frühzeitig zu etablieren.⁸³

Es gibt nicht nur in Deutschland das Bestreben, den Hochfrequenzhandel zu regulieren. Auch andere Staaten, wie beispielsweise Italien, verfolgen dieses Ziel. Dort wird mittels eines Transaktionssteuersatzes (in Höhe von 0.02% des Ordervolumens) versucht, alle durch algorithmischen Handel produzierten Aufträge zu belasten.⁸⁴

5.3. Regulierungs-Outlook auf europäischer Ebene

Aktuell gibt es in der Europäischen Union die bereits erwähnten Markets in Financial Instruments Directives, deren Ziel es war, die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Finanzmärkte durch Schaffung eines gemeinsamen Markets für Wertpapierdienstleistungen zu erhöhen.

⁸² Vgl. Ferber, in Kreditwesen 10/2012, S. 10.

⁸³ Hart/Michels, 2013, S. 47.

⁸⁴ URL: <http://www.pwc.co.uk/financial-services/regulation/other/hft-and-the-question-of-regulation.jhtml> [21.05.2014].

Der technologische Fortschritt führte zur Entstehung alternativer Handelsplätze sowie dem vermehrten Auftreten von Hochfrequenzhändlern.⁸⁵

Basierend auf der MiFID entsteht aktuell die MiFID-II-Richtlinie, welche eine bessere Regulierung der Finanzmärkte, sowie eine Verbesserung des Anlegerschutzes, eine Entschleunigung des Hochfrequenzhandels und die bestmögliche Verhinderung von exzessiven Spekulationen verspricht. Ebenso soll die Gleichberechtigung aller Marktteilnehmer garantiert, die Transparenz erhöht und die Risikobereitschaft gesenkt werden.⁸⁶

Alle Aussagen beziehen sich auf den zu diesem Zeitpunkt aktuellsten Entwurf der MiFID II Richtlinie vom 20 Oktober 2011.

*Markets in Financial Instruments Directives (MiFID II) represents one of the centerpieces of the upcoming financial markets reform and it is far from an incremental change. Since the publication of the first draft in October 2011, well over 2,000 amendments have been submitted. MiFID II will dramatically change almost the entire marketplace as we know it today, with far-reaching impacts on everyone engaged in the dealing and the processing of financial instruments. As MiFID II currently stands, we expect no business or operating model — especially in the over-the-counter (OTC) space — to remain untouched. In particular, MiFID II will not only completely change the way almost all OTC products are priced, traded and reported, but it will also bring further changes to the exchange traded equity market. This will lead to a raft of implications for investment banks, private banks, asset managers, retail banks, insurance firms, market infrastructure providers and non-financial firms such as energy providers — in short: everyone!*⁸⁷

⁸⁵ URL: http://ec.europa.eu/internal_market/securities/isd/mifid/index_de.htm [21.05.2014].

⁸⁶ Vgl. Braumüller/Ennöckl/Gruber/Rauschauer, 2013, S. 87.

⁸⁷ Ernst & Young, The world of financial instruments just got more complex, 2012, S. 1.

Die geplante MiFID II Richtlinie plant tiefgreifende Einschnitte in verschiedene Bereiche des Finanzmarktes. Dies betrifft grundlegend die Bereiche der strukturellen Marktänderung, Investorenschutz, interne/externe Kontrolle und Markttransparenz. Anschließend wird auf die für den Hochfrequenzhandel maßgeblichen Aspekte Bezug genommen und näher erläutert und diskutiert.

Betrachtet man die geplante Regulierung in Bezug auf die Marktstrukturen, so sollte man sich eingangs mit der neuen Planung der Handelsplätze beschäftigen. Aktuell gibt es eine Aufteilung des Finanzmarktes in regulierte Märkte (z.B.: Börse), multilaterale Handelssysteme (MTF) und Systematic Internaliser (SI). Dies erwies sich als nicht ausreichend, weshalb mit der Einführung der MiFID II Richtlinie ein neues Handelssystem, die sogenannten Organized Trading Facilities (OTF), geplant ist. Diese neue Form des organisierten Handelsplatzes wird alle Formen des Handels abdecken können. Die organisierten Handelssysteme dienen als Auffangbecken für alle Systeme und sollen damit sicherstellen, dass alle Handelssysteme von der Markets in Financial Instruments Directive II erfasst werden. Es wird damit das sogenannte „Crossing Network“ erfasst und als OTF klassifizieren. Unter dem Begriff des Crossing Network versteht man interne, zwischen Banken oder Finanzdienstleistern, abgeschlossene Handelsplattformen. Diese Art des Handelns wurde bis dato nicht reguliert und fällt mit der Einführung der Richtlinie (Artikel 18) in die Kategorie eines organisierten Handelssystems.^{88 89 90 91}

⁸⁸ Vgl. Ahlswede, MiFID 2 – Das Drehbuch für den zweiten Teil der Integration europäischer Wertpapiermärkte, in Deutsche Bank Research, 19.10.2011.

⁸⁹ Vgl. Ernst & Young, The world of financial instruments just got more complex, 2012, S. 4.

⁹⁰ Vgl. Huber/Schetschok, 2013, S. 6.

⁹¹ Vgl. Artikel 18 Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über Märkte für Finanzinstrumente zur Aufhebung der Richtlinie 2004/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

Der Hochfrequenzhandel wird mit der neuen Finanzmarktrichtlinie nicht verboten, es kommt jedoch teilweise zu massiven Einschnitten. So findet sich im Artikel 17 der MiFID 2 Richtlinien ein Entwurf zur Regulierung vom automatisierten Handeln. Dies beinhaltet auch den Hochfrequenzhandel.⁹²

Mit dem Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über Märkte für Finanzinstrumente zur Aufhebung der Richtlinie 2004/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates von 2011 wurde der Artikel 17 (Algorithmischer Handel) neu gefasst. Dort wird dezidiert beschrieben, dass eine Wertpapierfirma über wirksame Systeme zur Risikokontrolle, ein belastbares Handelssystem und über angemessene Handelsgrenzen verfügen muss sofern sie algorithmischen Handel betreibt. Um eventuelle Störungen durch ungewollte Orders am Markt zu vermeiden, gibt es die erwähnten Handelsgrenzen. Ebenso beschreibt der Artikel 17, dass die verwendeten Handelsstrategien mindestens einmal pro Jahr der zuständigen Finanzaufsicht gemeldet werden müssen. Dafür bedarf es einer genauen Aufgliederung der einzelnen Parameter und deren Beschreibung.⁹³

5.4. Praxis Beispiele

5.4.1. Trading-Size Analyse Future EuroStoxx 50

Die hier verwendeten Daten stammen von der offiziellen Deutschen Börse Homepage und stehen jedem Benutzer frei zugänglich zur Verfügung. Es handelt sich hierbei um Hochfrequenzhandelsdaten von dem EuroStoxx 50 Future vom 16.12.2013. Die Daten wurden in keinsten Weise verändert oder angepasst.

Die Daten bestehen aus 74156 einzelnen hochfrequenten Datensätzen, welche jeweils mit einem Zeitstempel (HH:MM:SS:fff) versehen sind. Daher ist eine Analyse nur bis in den Millisekunden-Bereich möglich.

⁹² URL: <http://www.pwc.co.uk/financial-services/regulation/other/hft-and-the-question-of-regulation.jhtml> [20.05.2014].

⁹³ Vgl. Artikel 17 MIFID 2 Vorschlag.

Analysiert wurde die Häufigkeit der jeweils ausgeführten Ordergröße des Future Kontrakts. Dies erfolgte durch die Einteilung der Trading-Size in verschiedene Klassen. Die Staffelung wurde an die Verteilung der Ordergrößen angepasst.

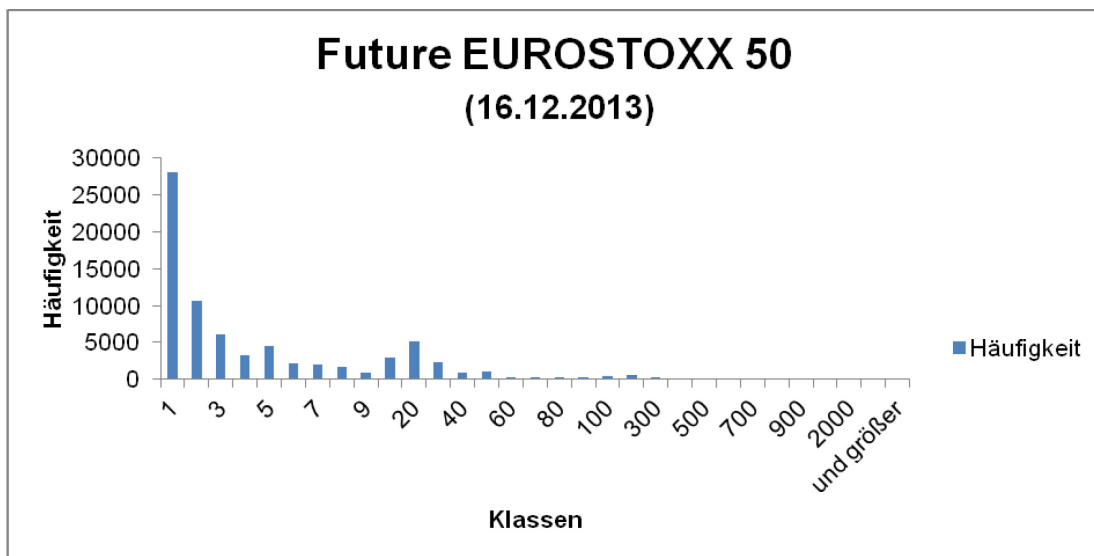


Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung Trading-Size Future EuroStoxx 50

Wie man sehr schön in Abbildung 12 und Tabelle 6 erkennen kann, sind 84% aller Trades mit einer Ordergröße von kleiner gleich 10 ausgeführt worden. Daran lässt sich erkennen, dass die kleineren Ordergrößen für einen Großteil der gesamten Trades verantwortlich sind.

Tabelle 6: Prozentuale Häufigkeitsverteilung

Klassen	Häufigkeit
1	37,89%
2	14,47%
3	8,17%
4	4,39%
5	6,10%
6	3,02%
7	2,62%
8	2,33%
9	1,12%
10	3,92%
Summe	84,02%

Um die Analyse weiter zu vertiefen wird die Annahme getroffen, dass alle Ordergrößen mit kleiner gleich 3 als hochfrequente Algo-Trades zu behandeln sind. Diese Annahme basiert auf der wissenschaftlichen Erkenntnis von Hendershott et al. (2012), wonach man von kleineren Ordergrößen auf computergenerierte hochfrequente Systeme schließen kann.^{94 95}

Als weitere Indikation zur Bestimmung einer möglichst aussagekräftigen Trading-Size wurde eine einfache Regressionsanalyse herangezogen. Hierbei wird ein funktionaler Zusammenhang zwischen der Algo-HFT Trade Size und dem Gesamtvolumen untersucht. Die zugrundeliegende allgemeine Regressionsgleichung lautet:

Formel 10: Allgemeine Regressionsgleichung

$$Y = b_0 + b_1 * X$$

Wobei Y die zu erklärende Variable (Zielvariable), b_0 die Regressionskonstante, b_1 (b_2 , b_3 , ...) die Regressionskoeffizienten und X die erklärende Variable darstellt.

Im nachfolgenden Beispiel beschreibt das Gesamtvolumen die Zielvariable (Y) und das Algo-HFT Tradevolumen die erklärende Variable (X). Dabei wurde die Regressionsanalyse mit Algo-HFT Tradegrößen (X) anhand verschiedener Größen durchgeführt, um jene Size zu finden welche den höchsten multiplen Korrelationskoeffizienten und das höchste Bestimmtheitsmaß aufweist. Dabei ergaben sich die in Tabelle 7 ersichtlichen multiplen Korrelationskoeffizienten.

⁹⁴ Vgl. Hendershott/Riordan, 2012.

⁹⁵ Vgl. Brogaard/Hendershott/Riordan, 2014.

Tabelle 7: Regressionsanalyse - Multipler Korrelationskoeffizient

Algo-HFT Trade Size	Multipler Korrelationskoeffizient
1	0,186914769
2	0,213591931
3	0,214857451
4	0,207283486
5	0,192348692
6	0,183220437
7	0,171999067
8	0,159827542
9	0,152454034
10	0,127526709

Aufgrund des höchsten multiplen Korrelationskoeffizienten wurde eine genaue Regressionsanalyse der Trading-Size 3 durchgeführt und ergibt die in Tabelle 8 und Abbildung 13 ersichtlichen Werte. Daraus ergibt sich auch die folgende Regressionsgleichung:

Formel 11: Regressionsgleichung

$$Y = 19,0648 - 9,2865 * X$$

Tabelle 8: Regressionsanalyse - Trading-Size 3

<i>Regressions-Statistik</i>	
Multipler Korrelationskoeffizient	0,214857451
Bestimmtheitsmaß	4,62%
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0,046150861
Standardfehler	39,11412993
Beobachtungen	74156

ANOVA			
	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Mittlere Quadratsumme (MS)</i>
Regression	1	5490715,382	5490715,382
Residue	74154	113449328,8	1529,91516
Gesamt	74155	118940044,2	

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>
Schnittpunkt	19,06484326	0,201665668	94,53688088
X Variable 1	-9,286460272	0,155013461	-59,9074442

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-15.06   -8.78   -8.78    1.51 1857.94

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  19.0648     0.2017   94.54  <2e-16 ***
foo[, 2]     -9.2865     0.1550  -59.91  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 39.11 on 74154 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.04616,    Adjusted R-squared:  0.04615
F-statistic: 3589 on 1 and 74154 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Abbildung 13: Regressionsanalyse - Zusammenfassung in R

Wie in Abbildung 13 ersichtlich ist, kann mithilfe einer Regressionsanalyse in R eine gewisse Signifikanz nachgewiesen werden.

Basierend auf dieser Annahme ist es möglich folgende zwei Aussagen in Bezug auf die Trading-Size zu treffen. Die prozentuelle Anzahl an HFT Trades liegt bei rund 61% der gesamten Trades (siehe Abbildung 13). Gegensätzlich hierzu machen die 61% der Trades nur rund 9% des gehandelten Volumens aus (siehe Abbildung 14).

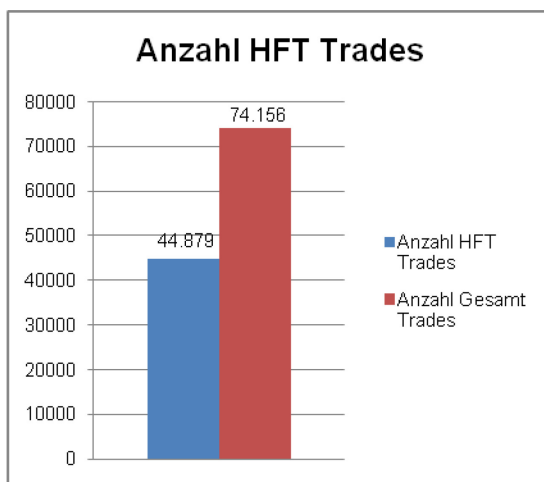


Abbildung 14: Anzahl HFT Trades

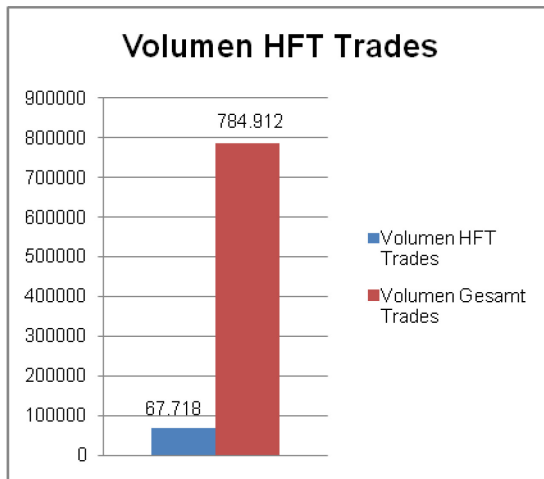


Abbildung 15: Volumen HFT Trades

Bei näherer Betrachtung der Daten zeigt sich eine wiederholende Struktur im Zusammenhang mit dem Kurs und der Order-Größe. Der erste Kurs an diesem Tag (16.12.2013) lag bei 2914.00 Punkten mit einer Trading-Size von 2, dieser Kurs wurde zeitgleich (Millisekunden Niveau) weitere 156-mal gehandelt als jener für zwei Trades mit jeweils einem Kontrakt unterbrochen wurde und auf 2910.00 Punkte sank. Der Handel setzte nach diesen zwei Ausführungen wieder bei 2914 Punkten fort. Dieses Muster setzt sich in ähnlicher Form fort. Es liegt in der Natur der Märkte, dass Kurse Schwankungen aufweisen. Analysiert man jedoch die relativen Unterschiede im Verhältnis zur Zeit, deuten diese Muster auf einen hochfrequenten Handel hin.

Die vorliegenden Daten weisen für Millisekunden oft mehrere Orderausführungen auf. Diese sind zwar zeitlich (hochfrequenter als Millisekunden) sortiert, in den vorliegenden Daten jedoch nur auf Millisekunden-Niveau gegliedert.

Um dezidiert nur außergewöhnliche Kurssprünge herauszufiltern, wurden die Zeitreihen auf Aufreißer überprüft und speziell der Verlauf der Kursentwicklung mit einbezogen. Sobald sich zwei aufeinanderfolgende Kurse um mindestens drei Punkte unterschieden haben, wurde die betreffende Stelle manuell analysiert. Besonders die erste Minute des Handels ist sehr interessant, da sich hier innerhalb einer Millisekunde die Kurse mehrmals geändert haben.

Tabelle 9: HFT-Daten Future EuroStoxx 50 16.12.2013

Timestamp (HH:MM:SS:fff)	Match Price	Trade- Size	Timestamp (HH:MM:SS:fff)	Match Price	Trade- Size
08:00:03.890000	2914	2	08:00:03.940000	2914	4
08:00:03.890000	2914	11	08:00:03.940000	2914	2
08:00:03.890000	2914	100	08:00:03.940000	2914	18
08:00:03.890000	2914	1	08:00:03.940000	2914	1
08:00:03.890000	2914	2	08:00:03.940000	2914	100
08:00:03.890000	2914	38	08:00:03.940000	2914	7
08:00:03.890000	2914	1	08:00:03.940000	2914	1
08:00:03.890000	2914	3	08:00:03.940000	2914	12
08:00:03.890000	2910	1	08:00:03.940000	2914	3
08:00:03.890000	2910	1	08:00:03.940000	2914	25
08:00:03.890000	2914	10	08:00:03.940000	2914	1
08:00:03.890000	2914	5	08:00:03.940000	2914	8
08:00:03.890000	2914	2	08:00:03.940000	2914	100
08:00:03.890000	2914	100	08:00:03.940000	2914	23
08:00:03.890000	2914	10	08:00:03.940000	2914	7
08:00:03.890000	2914	200	08:00:03.940000	2915	127
08:00:03.890000	2914	1	08:00:03.940000	2914	13
08:00:03.890000	2914	1	08:00:03.940000	2914	2
08:00:03.890000	2914	3	08:00:03.940000	2914	3
08:00:03.890000	2914	50	08:00:03.940000	2914	2
08:00:03.890000	2914	2	08:00:03.940000	2914	5
08:00:03.890000	2914	100	08:00:03.940000	2914	3
08:00:03.890000	2914	1	08:00:03.940000	2914	100
08:00:03.890000	2910	1	08:00:03.940000	2914	50
08:00:03.890000	2910	1	08:00:03.940000	2914	2
08:00:03.890000	2914	150	08:00:03.940000	2914	45
08:00:03.890000	2914	2	08:00:03.940000	2914	1
08:00:03.890000	2914	6	08:00:03.940000	2914	100
08:00:03.890000	2910	1	08:00:03.940000	2914	4
08:00:03.890000	2914	101	08:00:03.940000	2914	1
08:00:03.890000	2914	4	08:00:03.940000	2914	31
08:00:03.890000	2914	2	08:00:03.940000	2914	53
08:00:03.890000	2914	2	08:00:03.940000	2914	17
08:00:03.890000	2910	141	08:00:03.940000	2914	100
08:00:03.890000	2910	1	08:00:03.940000	2914	1
08:00:03.890000	2910	3	08:00:03.940000	2914	7
08:00:03.890000	2910	13	08:00:03.940000	2914	50
08:00:03.890000	2910	38	08:00:03.940000	2914	100
08:00:03.890000	2910	1	08:00:03.940000	2910	30
			08:00:03.940000	2910	3
			08:00:03.940000	2914	15

Tabelle 7 zeigt die ersten zwei sich unterscheidenden Zeitstempel. Aufgrund der hohen Aktivität zu Beginn des Handelstages für den EuroStoxx 50 Future, lässt sich hier sehr gut erkennen wie hochfrequent ein solcher Handelsbeginn sein kann.

Alle auffälligen Stellen wurden in der vorliegenden Tabelle 7 grau hervorgehoben. Betrachtet man zusätzlich zu den kurzzeitigen Schwankungen im Kurs passend hierzu die jeweilige Trading-Size, so fällt sofort auf, dass die gehandelten Volumen bei solchen Ausreißern tendenziell geringer ausfallen. Dieses Bild zieht sich quer durch den ganzen Handelstag.

5.4.2. Handelsvolumen Analyse ausgewählter ATX Unternehmen an der Wiener Börse

Um diese Analyse aussagekräftiger zu gestalten, wurden die frei zugänglichen Daten zum algorithmischen Handel der Wiener Börse konsolidiert und aufbereitet. Daraus ergibt sich ein belastbares Datenset von fast allen ATX Unternehmen der letzten 3 Jahre (1.1.2011-21.05.2014).

Die Daten geben auf täglicher Basis den gesamten Handelsumsatz sowie den anteiligen Algo-Trading Umsatz pro Aktien an. Dadurch ist es möglich eventuelle Entwicklungen im Zeitverlauf zu analysieren und mögliche Unterschiede zwischen liquiden und nicht liquiden Aktien aufzudecken.

Eingangs wurde die Liquidität der analysierten Aktien geprüft und ausgewertet. Weiters wurde mit bereits vorhanden Daten für 2014 (bis inklusive 21.05.2014) eine Approximation für das Jahr 2014 auf Basis von Durchschnittswerten gemacht. Dies ist in Abbildung 15 ersichtlich (alle Werte beziehen sich auf die Standard Handelswährung der Wiener Börse, den Euro).

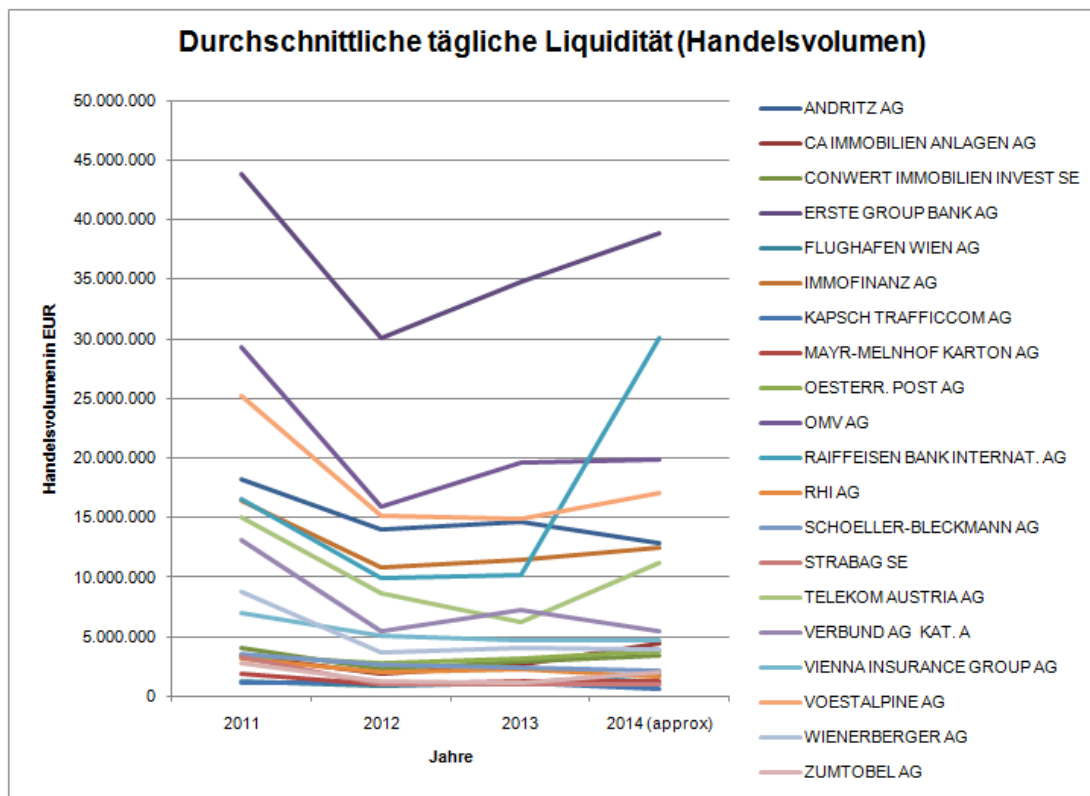


Abbildung 16: Durchschnittliche tägliche Liquidität von Aktien im Zeitverlauf an der Wiener Börse

Erkennbar ist, dass die Aktie der Erste Group Bank AG mit Abstand das meist gehandelte Wertpapier darstellt. Die in Abbildung 15 ersichtlichen Werte beziehen sich auf den normalen durchschnittlichen Handelsumsatz (inklusive Algo-Trading).

Anschließend wurden alle Unternehmen bezüglich ihres Anteils an algorithmischen Trades untersucht und die durchschnittliche Liquidität dargestellt. Abbildung 16 zeigt die Höhe des algorithmischen Handels im Zeitverlauf in absoluten durchschnittlichen Zahlen.

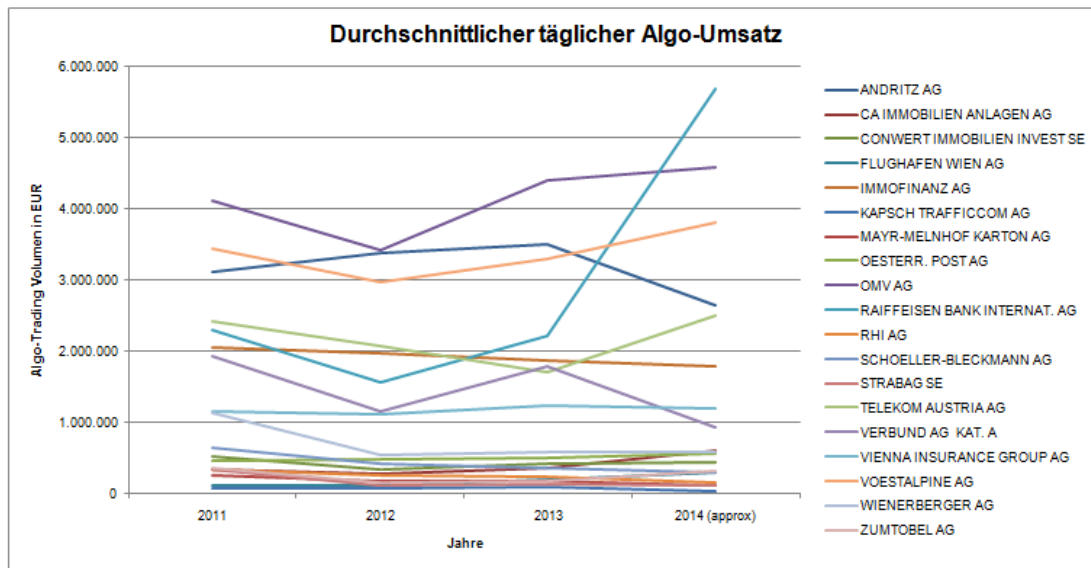


Abbildung 17: Durchschnittlicher täglicher Algo-Umsatz im Zeitverlauf an der Wiener Börse

In Abbildung 16 ist erkennbar, dass der algorithmische Handel speziell bei Werten wie der Raiffeisen Bank International AG, OMV AG und Voestalpine AG gestiegen ist.

Dies ergibt auch eine genauere Analyse des prozentuellen Anteils des Algo-Tradings am Gesamtumsatz der Raiffeisen Bank International AG Aktie (siehe Abbildung 17).

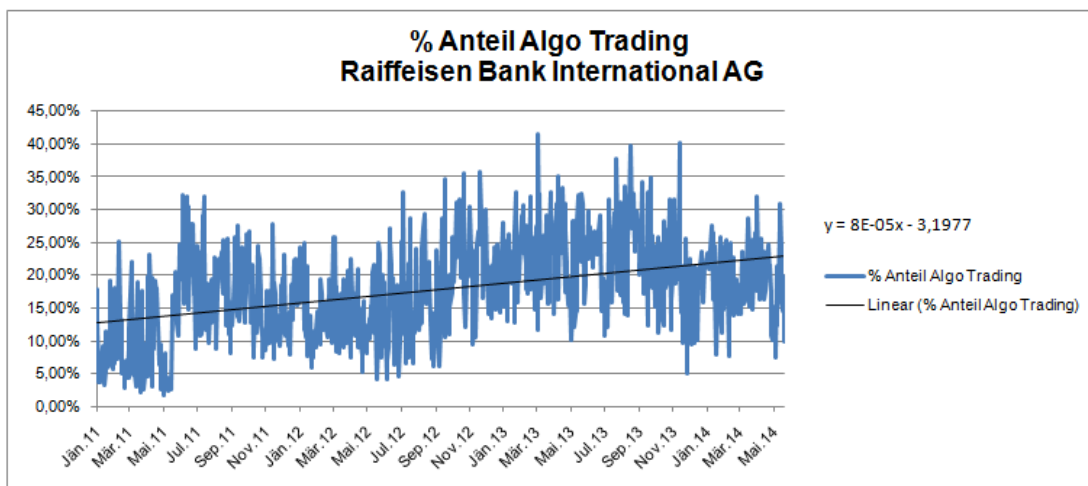


Abbildung 18: Prozentueller Anteil des Algo Trading an der Raiffeisen Bank International AG Aktie

Betrachtet man den durchschnittlichen Gesamtumsatz im Betrachtungszeitraum im Verhältnis zum durchschnittlichen Anteil an algorithmischen Trades so zeigt sich deutlich, dass es in den vergangenen 3 Jahren kaum Ausreißer nach unten oder oben gegeben hat. Wie in Abbildung 18 ersichtlich ist, bewegt sich der durchschnittliche Anteil an Algo-Trades zwischen 6,41% und maximal 12,04%.

Wie ebenfalls in Abbildung 18 erkennbar, weisen die gezeigten Unternehmen eine heterogene Handelsvolumen-Struktur auf. Innerhalb des gezeigten Zeitraumes von 01.01.2011 bis inklusive 21.05.2014 war die Erste Group Bank AG durchschnittlich die liquideste Aktie an der Wiener Börse. Erstaunlich erscheint jedoch, dass es keinen Zusammenhang zwischen Liquidität und Anteil an algorithmischen Trades gibt. So weist beispielsweise die Flughafen Wien AG den prozentuell höchsten Anteil an Algo-Handelsvolumen auf, befindet sich jedoch mit dem gesamten Handelsvolumen im unteren Bereich.

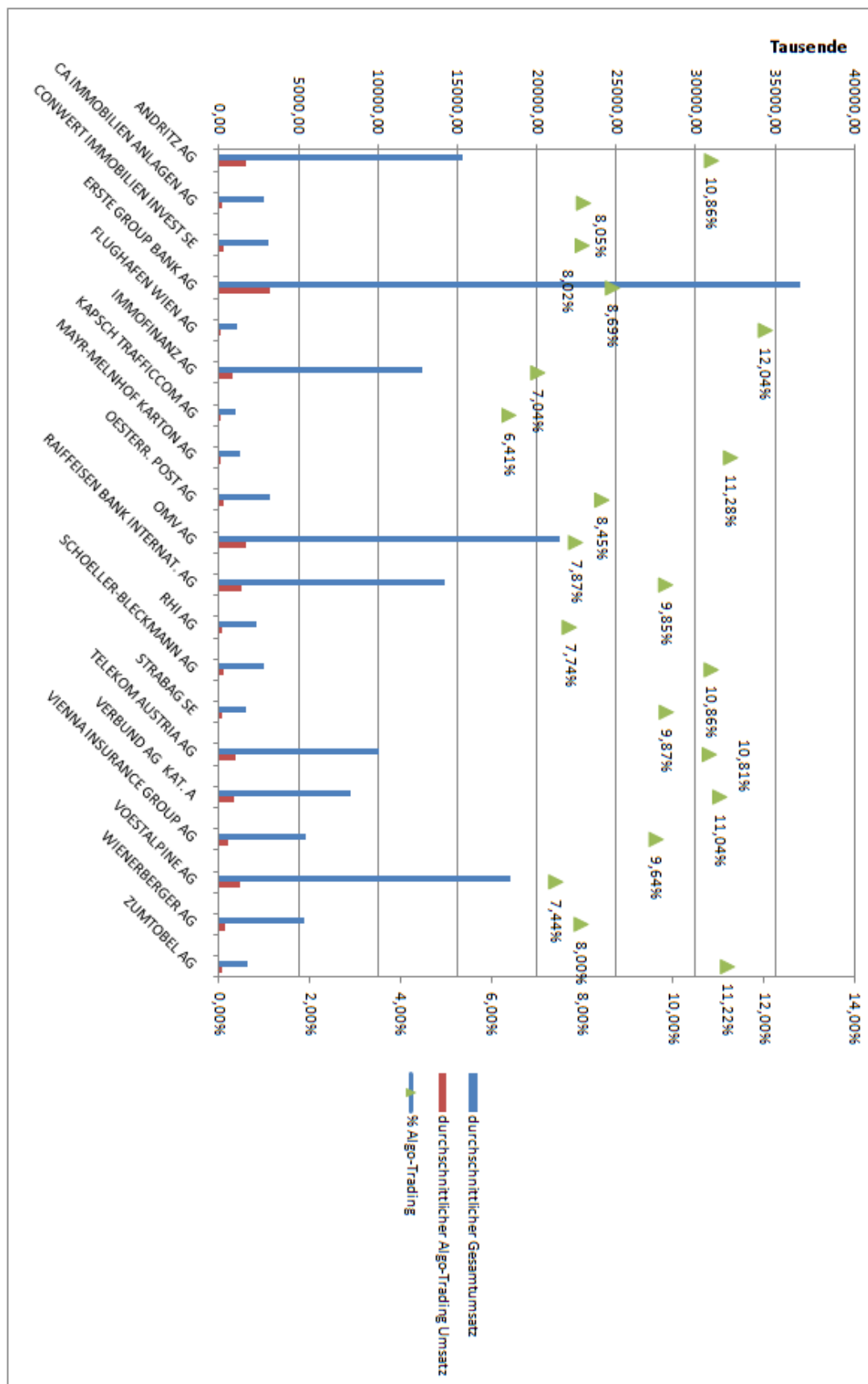


Abbildung 19: Prozentueller Anteil von Algo-Trades bei ATX Unternehmen

Um einen noch besseren Überblick zu erhalten, wurden die Durchschnittswerte nicht nur über den Zeitablauf herangezogen, sondern auch über die einzelnen Unternehmen hinweg. Daraus ergeben sich für den Betrachtungszeitraum (inkl. Approximation für 2014) insgesamt acht Durchschnittswerte für den Gesamtumsatz und Algo-Trading Umsatz pro Jahr. Auf der horizontalen Achse befinden sich alle untersuchten Unternehmen. Auf der links gebundenen vertikalen Achse befinden sich die durchschnittlichen Gesamtumsätze sowie Algo-Trading Umsätze dargestellt in EUR Tausende. Auf der rechts gebundenen vertikalen Achse ist der prozentuelle Anteil von Algo-Trading am Gesamtumsatz dargestellt. Durch die Konsolidierung der Werte soll dem Leser einerseits rasch ein großer Überblick verschafft werden, andererseits soll dies zur Schärfung des Gesamtbildes beitragen.

Betrachtet man die konsolidierten Werte der algorithmischen Handelsumsätze (siehe Tabelle 8) im Zeitverlauf, so ist erkennbar, dass dieser zugenommen hat. Ebenso kam es zu einem Anstieg der Standardabweichung.

Tabelle 10: Durchschnittliche Algo-Trading Umsätze pro Jahr

<i>Algo-Trading Umsatz pro Jahr</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014 (approx)</i>
Durchschnittswerte	1,573,024.23	1,273,115.00	1,559,546.28	1,764,376.43
Standardabweichung	104.24%	109.26%	125.69%	129.23%

Um die durchschnittlichen algorithmischen Handelsumsätze besser einordnen zu können, bietet Tabelle 9 einen Überblick über den durchschnittlichen Gesamtumsatz pro Jahr.

Tabelle 11: Durchschnittliche Gesamtumsätze pro Jahr

<i>Gesamtumsatz pro Jahr</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014 (approx)</i>
Durchschnittswerte	11,076,000.84	6,786,183.81	7,337,180.92	8,953,957.17
Standardabweichung	102.54%	110.18%	115.38%	116.73%

Anhand der in Tabelle 9 dargestellten Zahlen ist ein negativer Trend erkennbar, welcher sich gegensätzlich zu den Algo-Trading Umsätzen verhält.

Diese beiden Trends sind nochmals kombiniert in Abbildung 19 veranschaulicht, wobei auf der linken Achse skaliert der Gesamtumsatz und auf der rechten Achse die Algo-Trading Umsätze zu sehen sind.

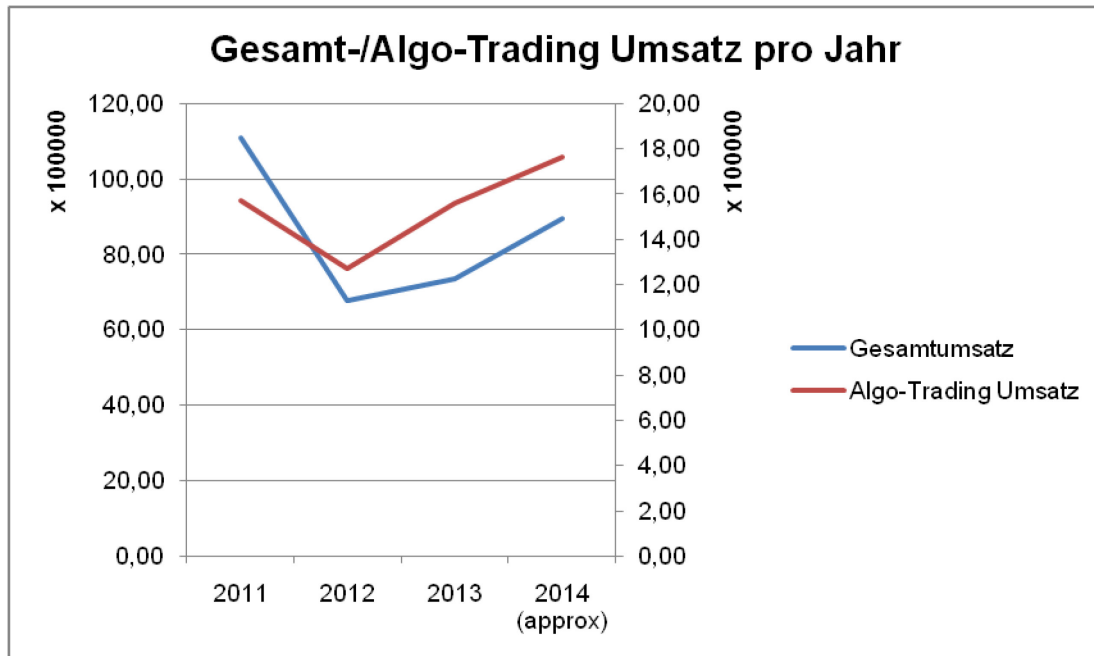


Abbildung 20: Durchschnittliche Gesamt- und Algo-Trading Umsätze pro Jahr

Es ist sehr schön erkennbar, dass es im Jahr 2012 zu einem generellen Einbruch der Handelsvolumen (Wiener Börse) der untersuchten Unternehmen gekommen ist. Auch der bereits vorhin untersuchte Trendverlauf ist deutlich erkennbar. Relativ betrachtet sanken die Algo-Trading Umsätze weniger stark als die Gesamtumsätze. Daraus lässt sich ablesen, dass die Umsätze durch den algorithmischen Handel tendenziell stärker wachsen als eingangs vermutet. Dies ist deshalb der Fall, da der generelle Abschwung am Gesamtumsatz negative Effekte auf den Algo-Trading Anteil aufweist. Trotz Handelsvolumen-Einbußen der untersuchten Unternehmen an der Wiener Börse gab es ein positives Wachstum für den algorithmisch basierten Handel.

Die bereits erwähnten Erkenntnisse würden zu der Aussage führen, dass es zwischen Handelsvolumen und Algo-Trading Volumen tendenziell eher eine niedrigere Korrelation gibt. Das bedeutet ein weniger starkes Sinken des Anteils an algorithmischen Volumen, wenn der allgemeine Handelsumsatz fällt. Dafür wurden alle Aktien einzeln auf deren Korrelation zwischen Gesamtumsatz und Algo-Trading Umsatz untersucht. Dabei ergab sich folgendes Bild (siehe Tabelle 10).

Tabelle 12: Korrelation zwischen Gesamtumsatz und Algo-Trading Umsatz

<i>Korrelation (Gesamtumsatz zu Algo-Trading)</i>	
ANDRITZ AG	0,2349
CA IMMOBILIEN ANLAGEN AG	0,9096
CONWERT IMMOBILIEN INVEST SE	0,9646
ERSTE GROUP BANK AG	0,3622
FLUGHAFEN WIEN AG	0,8812
IMMOFINANZ AG	0,6095
KAPSCH TRAFFICOM AG	0,9330
MAYR-MELNHOF KARTON AG	0,6242
OESTERR. POST AG	0,6705
OMV AG	0,3005
RAIFFEISEN BANK INTERNAT. AG	0,9659
RHI AG	0,9025
SCHOELLER-BLECKMANN AG	0,9980
STRABAG SE	0,9918
TELEKOM AUSTRIA AG	0,8660
VERBUND AG KAT. A	0,8096
VIENNA INSURANCE GROUP AG	-0,3102
VOESTALPINE AG	0,2899
WIENERBERGER AG	0,9996
ZUMTOBEL AG	0,9661

Die hierfür verwendete Formel für die Korrelation:

Formel 12: Korrelationskoeffizient

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x}) * (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 * \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Wobei $\bar{x}$ und $\bar{y}$ jeweils die Mittelwerte der untersuchten Stichproben darstellen.

Aufgrund dieser Auswertung lässt sich sagen, dass der Algo-Trading Umsatz der Wienerberger AG Aktie jene ist, die am stärksten (beinahe Korrelationskoeffizient von 1) mit dem Gesamtvolumen korreliert. Als Gegenstück hierzu weist die Aktie der Vienna Insurance Group AG sogar einen negativen Korrelationskoeffizienten auf. Da es lediglich eine Aktie mit negativer Korrelation gibt, wird diese kurz näher betrachtet.

Im Zeitverlauf kam es wie auch bei der Betrachtung aller untersuchten Aktien im Jahr 2012 zu einem Einbruch des Handelsvolumens, jedoch mit dem Unterschied, dass es im Falle der Vienna Insurance Group AG zu keiner Erholung im Jahr 2013 führte (siehe Abbildung 20). Der gesamte Handelsumsatz sank kontinuierlich auch über das Jahr 2012 hinweg. Dies stellt wohl den markantesten Unterschied zu allen anderen Untersuchungen dar. Dazu nicht kongruent und somit im Trend des kompletten Untersuchungsspektrums entwickelte sich das Volumen der Algo-Trades gegenläufig. Der Anteil an Algo-Trades sprang im Jahr 2013 förmlich an, wodurch auch die durchschnittliche negative Korrelation erklärt werden kann.

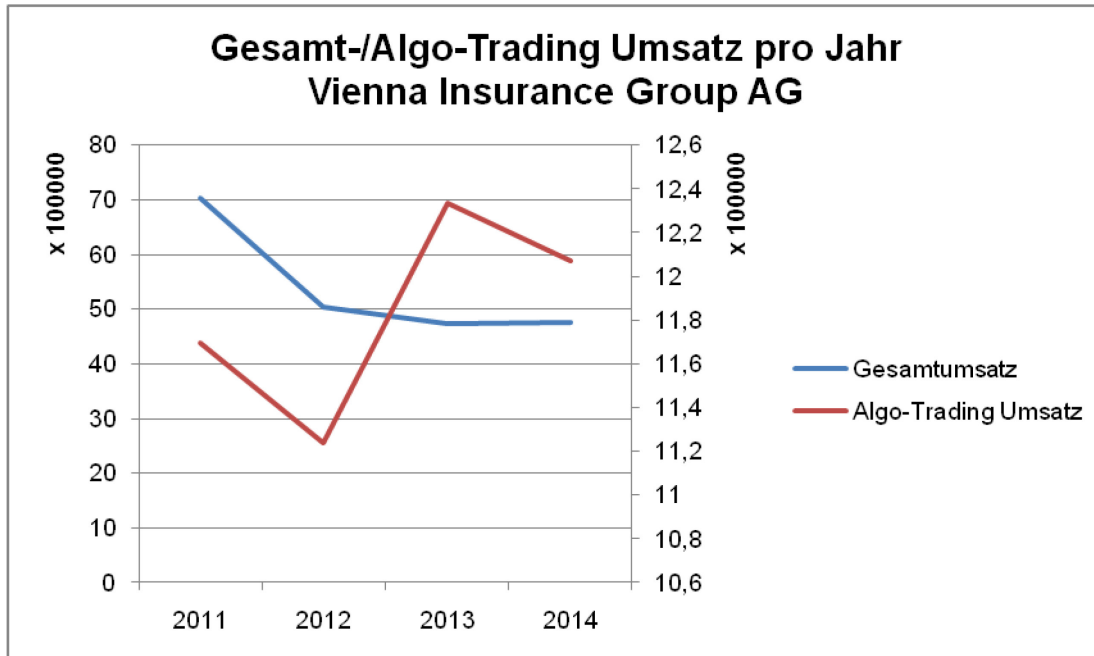


Abbildung 21: Gesamt-/Algo-Trading Umsatz pro Jahr für die Vienna Insurance Group AG

So machte im Jahr 2011 der Algo-Trading Umsatz noch 17% des Handelsvolumens der Vienna Insurance Group AG Aktie aus, im Jahr 2013 waren es bereits 26%.

Betrachtet man alle Unternehmen zusammen, so ergibt sich eine Abhängigkeit zwischen Gesamtumsatz und Algo-Trading Umsatz in Höhe von rund 0.7 (Korrelationskoeffizient). Damit gilt es als bewiesen, dass die Höhe des Algo-Trading Volumens sehr stark vom Gesamtvolumen abhängig ist.

5.4.3. Conclusio

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich eine Untersuchung des hochfrequenten Handels aufgrund mangelnder Daten als sehr schwierig gestaltet hat. Durch die immer strengeren Gesetze in Bezug auf den hochfrequenten Handel, versuchen die betroffenen Marktteilnehmer ihre Hochfrequenzsysteme so gut es geht von der Öffentlichkeit abzuschotten. Damit verbunden ist eine objektive und vollständige Analyse des HFT-Markets nicht möglich.

Dennoch konnten mit denen in dieser Arbeit untersuchten Daten einige wesentliche Punkte analysiert werden. So zeigte sich speziell für den österreichischen Markt (Wiener Börse), dass auch algorithmische Systeme an weniger liquiden Börsen agieren und dort im Verlauf, trotz der immer strengeren Aufsicht, der letzten Jahre stetig zugenommen haben.

Alle von der Wiener Börse veröffentlichten Algo-Trades müssen durch die registrierten Handelsmitglieder der Börse gemeldet werden. Eine vollständige Liste aller Handelsteilnehmer mit Ende September 2014 befindet sich im Anhang 1. Gemäß Auskunft der Wiener Börse darf aus rechtlichen Gründen nicht bekannt gegeben werden, welches Handelsmitglied wie viel Umsatz mit Algo-Trading generiert. Sicher ist jedoch, dass alle gemeldeten algorithmischen Handelsvolumina von den registrierten Mitgliedern der Wiener Börse stammen.

Abstract

Die rasche technologische Entwicklung und die stetige Weiterentwicklung computergestützter Systeme während der letzten Jahre führten dazu, dass sich ebenso die Anforderungen an derartige Systeme auf dem Wertpapiermarkt verändert haben. Schneller agierende Computer ermöglichen die Verarbeitung immenser Informationsmengen in kürzester Zeit. Das Handelsvolumen ist angestiegen, weshalb auch die Geschwindigkeit von Trades, also der benötigten Zeit zur Auftragsausführung, angestiegen ist. Da die Auftragsmengen in dieser kurzen Zeit von Menschenhand nicht bearbeitbar sind, bedarf es automatisierter Verfahren.

Der Hochfrequenzhandel, welcher durch das automatisierte Kaufen und Verkaufen von Wertpapieren innerhalb eines kurzen Zeitraumes bestimmt wird, zielt darauf ab, mithilfe diverser Strategien Gewinn zu erwirtschaften. Die unterschiedlichen Ansätze fokussieren unter anderem auf eine Minimierung der Latenzzeit, wobei dies im Wertpapierhandel bedeutet, die Zeit, die ein Auftrag benötigt, um im Rechnersystem einer Börse einzutreffen, so gering wie möglich zu halten. Kollokation, Proximity Hosting sowie der direkte elektronische Marktzugang stellen drei Arten der Latenzzeitminimierung dar, wobei auf diese im Zuge der vorliegenden Arbeit näher eingegangen wird.

Handelsstrategien, wie beispielsweise die Liquiditätbereitstellung-Strategie, zielen auf die Erwirtschaftung eines Gewinns durch Konzentration auf die Spanne zwischen Geldkurs, also jenem Höchstkurs, zu welchem ein Marktteilnehmer bereit ist, den Wertpapierkauf zu tätigen und dem Briefkurs, wobei dieser jenen Kurs darstellt, zu welchem ein Teilnehmer sein Asset verkaufen würde. Statistische Arbitrage-Strategien nützen unter anderem die Ineffizienz der Preisgestaltung auf diversen Handelsplätzen zur Erzielung von Gewinn.

Ob durch die jeweilige Strategie tatsächlich ein Profit generiert wurde, wird anhand von Performanceevaluierungen festgestellt. Zum Strategievergleich und der anschließenden Leistungsbeurteilung eignet sich der Gewinn (Return) als Hauptgröße, wobei die herangezogenen Returns beim Vergleich der unterschiedlichen Strategien variieren. Zusätzlich zu einigen Basiskennzahlen wird unter anderem die Sharpe Ratio, ein risikoadjustiertes Performancemaß, welche die Vergleichbarkeit diverser Hochfrequenzhandelsstrategien ermöglicht, verwendet. Im Zuge der Evaluierung sollte der Fokus jedoch ebenso auf den Faktoren Kapazität, Strategie und Länge der Bewertungsmethode für Hochfrequenzhandelsstrategien liegen. Die Performance von Strategien kann mit dem enthaltenen Volumen variieren. Große Volumina benötigen mehr Liquidität und können zu Performanceeinbußen am Markt führen, was sich schlussendlich entweder in steigenden oder sinkenden Kursen widerspiegelt. Grundsätzlich wird die Performanceevaluierung durch statistische Werkzeuge unterstützt und erleichtert.

Um zu beurteilen, ob eine hochfrequente Handelsstrategie erfolgreich ist oder nicht, bedarf es einer Kostenanalyse, welche transparente und intransparente sowie latente/indirekte Kosten betrachtet. Die genannten Kosten zeigen große Auswirkungen auf das aktive Handelsverhalten der Strategien, da es in gewissen Situationen besser sein kann, Liquidität von einem Handelsplatz zu nehmen und auf einen anderen auszuweichen, da die Kosten für das gewünschte Asset dort geringer sind, da das Asset höher gepriesen wird.

Durch die Einführung der Richtlinien über Märkte für Finanzinstrumente, das Entstehen einiger multilateraler Handelssysteme und aufgrund des Flash-Crash im Jahr 2010, rückte der Hochfrequenzhandel auch aufseiten der Politik in den Mittelpunkt der Betrachtung. Dies führte dazu, dass eine verstärkte Regulierung gefordert wurde. Im Mai 2013 wurde in Deutschland das Hochfrequenzhandelsgesetz verkündet.

Das Bestreben, den Hochfrequenzhandel zu regulieren ist jedoch auch in anderen Ländern vorherrschend. In Italien wird beispielsweise mittels eines Transaktionssteuersatzes versucht, alle durch algorithmischen Handel produzierten Aufträge zu belasten. Basierend auf der MiFID entsteht aktuell die MiFID-II-Richtlinie, welche eine bessere Regulierung der Finanzmärkte, sowie eine Verbesserung des Anlegerschutzes, eine Entschleunigung des Hochfrequenzhandels und die bestmögliche Verhinderung von exzessiven Spekulationen verspricht.

Um das Funktionieren des Hochfrequenzhandels und das dahinterstehende System zu verstehen, werden einige Praxisbeispiele wie die Analyse von Hochfrequenzhandelsdaten vom EuroStoxx 50 Future vorgestellt. Die aufbereiteten, ausgewerteten und analysierte Daten stammen von der offiziellen Deutschen Börse Homepage und sind für jedermann frei zugänglich.

Die Ergebnisse zeigen, dass 71% aller Trades Hochfrequenz-Trades darstellen. Des Weiteren wurde eine Handelsvolumen-Analyse ausgewählter ATX Unternehmen der Wiener Börse durchgeführt. Entwicklungen wurden im Zeitverlauf analysiert, um Unterschiede zwischen liquiden und nicht liquiden Aktien aufzudecken. Die Ergebnisse der Analyse zeigen beispielsweise, dass die Aktie der Erste Group Bank AG das meist gehandelte Wertpapier ist. Des Weiteren zeigt sich, dass der algorithmische Handel der Raiffeisen Bank International AG, OMV AG und Voestalpine AG gestiegen ist.

Aufgrund mangelnder Möglichkeiten des Zugangs zu relevanten Daten, gestaltet sich die Untersuchung des Hochfrequenzhandels relativ schwierig. Die Zunahme regulativer Maßnahmen und die Abschottung der Hochfrequenzsysteme von der Öffentlichkeit verhindern die vollständige und objektive Analyse der Hochfrequenzhandelsmärkte.

Literaturverzeichnis

Ahlswede, Sophie: MiFID 2 – Das Drehbuch für den zweiten Teil der Integration europäischer Wertpapiermärkte, in Deutsche Bank Research, 2011.

Aitken, Michael/Cumming, Douglas/Zhan, Feng: Trade Size, High Frequency Trading, and Co-Location around the World, in European Journal of Finance, 2014.

Aldridge, Irene: High Frequency Trading: a practical guide to algorithmic strategies and trading system, USA, Wiley Trading, 2010. Nr. 37-19, S. 20.

Bogle, John: No Speed Limits: High-Frequency Trading and Flash Boys, in The Journal of Portfolio Management, 2014, 40/1, S. 1.

Braumüller, Peter/Ennöckl, Daniel/Gruber, Michael/Rauschauer, Nicolas: Europäisches Finanzmarktrecht vor neuen Herausforderungen, Auflage 5, 2013.

Brogaard, Jonathan/ Hendershott, Terrence/Riordan, Ryan: High-Frequency Trading and Price Discovery, 2014.

Carrio, Allen: Very Fast Money: High-frequency trading on the NASDAQ, in Journal of Financial Markets 16, 2013.

Chacko, George/Jurek, Jakub/Stafford, Erik: The price of immediacy, in Journal of Finance, 2008, 63, S. 1253-1290.

Chlistalla, Michael: High Frequency Trading, in Deutsche Bank Research, 07.02.2011, S. 3.

Deutsche Börse: Order-Transaktions-Verhältnis (OTV), 2014, http://xetra.com/xetra/dispatch/de/klistcontent/navigation/xetra/300_trading_clearing/100_trading_platforms/100_xetra/400_trading_parameter/100_order_to_trade_ratio?horizontal=page3_order_to_trade_ratio, [20.05.2014].

Ding, Bill/Shawky, Hany/Tian, Jianbo: Liquidity Shocks, Size and the Relative Performance of Hedge Fund Strategies, 2008.

Durbin, Michael: All About High-Frequency Trading, 1 edition, USA, McGraw-Hill, 2010.

Erber, Georg: Hochfrequenzhandel bedroht Funktionsfähigkeit der Finanzmärkte, in DIW Wochenbericht, 35/2012.

Ernst & Young, Algo Trading ausgebremst? Neue Regeln im Hochfrequenzhandel, 2013.

Ernst & Young, The world of financial instruments just got more complex, 2012.

Fama, F. Eugene: Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, in Journal of Finance, 1970, 25/1970, S. 383-417.

Ferber, Markus: Sieht das EU-Parlament Regelungsbedarf beim Hochfrequenzhandel?, in Kreditwesen, 10/2012, S. 10.

Financial Conduct Authority: Turquoise (MTF) Equities Trading Service Description, 2013.

Fischer, Erwin: Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene, 3. Auflage, 2002.

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM:
Arbitragehandel auf Finanzmärkten,
<http://www.itwm.fraunhofer.de/abteilungen/finanzmathematik/projekte/arbitragehandel-auf-finanzmaerkten.html>, [04.06.2014].

Handelsblatt: EU will Hochfrequenzhandel einschränken, 2014,
<http://www.handelsblatt.com/finanzen/boerse-maerkte/boerse-inside/parlamentsentwurf-eu-will-hochfrequenzhandel-einschraenken/8974906.html>, [18.05.2014].

Hart, Matthias/Michels, Robert: Deutschland übernimmt Vorreiterrolle, Die Auswirkungen des Hochfrequenzhandelsgesetzes, in Going Public „Kapitalmarktrecht 2013“, 2013.

Hendershott, Terrence/Riordan, Ryan: Algorithmic Trading and the Market for Liquidity, 2012.

Hengelbrock, Jördis/Theissen, Erik: Fourteen at One Blow: The Market Entry of Turquoise, 2009.

Huber, Jonas/Schetschok, Dennis: MiFID II und MiFIR: Druck auf Geschäftsmodelle und Prozesse – Zeit zu handeln, 2013.

Huitema, Robert: Optimal Portfolio Execution using Market and Limit Orders, 2014.

Kirilenko, Andrei/Kyle, Albert/Samadi, Mehrdad/Tuzun, Tugkan: The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market, 2014.

Kissell, Robert/Glantz, Morton: Optimal Trading Strategies, 2003.

Korajczyk, Robert/Sadka, Ronnie: Are Momentum Profits Robust to Trading Costs?, 2002.

Lattemann, Christoph u.a.: High Frequency Trading – Costs and Benefits in Securities Trading and its Necessity of Regulations, in Business & Information Systems Engineering, Vol. 4, S. 93-108.

Lehalle, Charles-Albert/Laruelle Sophie, Market Microstructure in Practice, Singapore, World Scientific Publishing, 2013.

Menkveld, Albert: High Frequency Trading and the New-Market Makers, 2013.

Österreichische Finanzmarktaufsicht FMA: Leitfaden für Kunden zur Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente („MiFID“), 2008.

PWC: HFT and the question of regulation, 2014, <http://www.pwc.co.uk/financial-services/regulation/other/hft-and-the-question-of-regulation.jhtml>, [20.05.2014].

Rijper, Thierry/Sprenkeler, Willem/Kip, Stefan: High Frequency Trading, in Optiver, 2010.

Securities and Exchange Commission: Regulation NMS, 2005, <https://www.sec.gov/rules/final/34-51808.pdf>, [18.03.2014].

Shleifer, Andrei/Vishny, Robert: The Limits of Arbitrage, 1995.

Schmidtutz, Thomas: Computer auf Speed, in Euro am Sonntag, Nr. 37-19, 2011.

The Economist: MiFID 2: A bigger bang, 2014, <http://www.economist.com/news/finance-and-economics/21601294-bold-new-law-will-reshape-europes-capital-markets-bigger-bang>, [18.05.2014].

Turquoise, Turquoise (MTF) equities trading service description, 2013.

Anhang

Anhang 1: Wiener Börse Mitglieder September 2014

Art: Inländische Mitglieder (31)	Art: Ausländische Mitglieder (57)
Allgemeine Sparkasse Oberösterreich Bankaktiengesellschaft	ABN AMRO Clearing Bank N.V.
Austrian Anadi Bank AG	ABN AMRO Clearing Bank N.V. London branch
Bank für Tirol und Vorarlberg AG	ACON Actienbank AG
Bankhaus Carl Spängler & Co. AG	Baader Bank AG
Bankhaus Krentschker & Co. AG	BNP Paribas Arbitrage SNC
Bankhaus Schelhammer & Schattera AG	BNP Paribas Arbitrage SNC London Branch
Bank Winter & Co. AG	BNP PARIBAS Securities Services S. C. A.
BAWAG P.S.K. Bank für Arbeit und Wirtschaft und Österreichische Postsparkasse AG	BNP PARIBAS Securities Services S. C. A. Zweigniederlassung Frankfurt
BKS Bank AG	BT Securities S.A.
CAPITAL BANK - GRAWE GRUPPE AG	CACEIS Bank Deutschland GmbH
Deutsche Bank AG Filiale Wien	CeFDex AG
direktanlage.at AG	Citibank International plc
Erste Group Bank AG	Citigroup Global Markets Limited
HYPO-BANK BURGENLAND AG	Close Brothers Seydler Bank AG
HYPO TIROL BANK AG	Commerzbank AG
Kommunalkredit Austria AG	Commerzbank AG London Branch
Landes-Hypothekenbank Steiermark AG	Credit Suisse Securities (Europe) Limited
MEINL BANK AG	Credit Suisse Securities (Europe) Limited succursale de Paris
Oberbank AG	Deutsche Bank AG
Österreichische Volksbanken-AG	Deutsche Bank AG London Branch
Raiffeisen Bank International AG	equinet Bank AG
Raiffeisen Centrobank AG	EXANE S.A.
Raiffeisenlandesbank Oberösterreich AG	Flow Traders B.V.
Raiffeisen-Landesbank Steiermark AG	Goldman Sachs International
Raiffeisenverband Salzburg eGen	HSBC Trinkaus und Burkhardt AG
Schoellerbank AG	Hudson River Trading Europe Ltd.
SEMPER CONSTANTIA PRIVATBANK AG	ICF Kursmakler AG
UniCredit Bank AG, Zweigniederlassung Wien	Instinet Europe Limited
UniCredit Bank Austria AG	Instinet Europe Limited Succursale de Paris
Vorarlberger Landes- und Hypothekenbank AG	Joh. Berenberg, Gossler & Co. KG
Wiener Privatbank SE	J.P. Morgan Securities plc
	KAS BANK N.V.
	KBC Securities N.V.
	Kempen & Co N.V.

	Kepler Capital Markets SA
	Lang & Schwarz Broker GmbH
	Lang & Schwarz TradeCenter AG & Co. KG
	Maple Bank GmbH
	Merrill Lynch International
	Morgan Stanley & Co. International plc.
	Neonet Securities AB
	Nomura International plc
	Société Générale S.A.
	Société Générale S.A. London Branch
	Spire Europe Limited
	S.S.I.F. Blue Rock Financial Services S.A.
	The Royal Bank of Scotland N.V.
	The Royal Bank of Scotland N.V. London Branch
	Timber Hill (Europe) AG
	UBS Limited
	UniCredit Bank AG
	UniCredit Bank AG London Branch
	UniCredit Bank AG Succursale di Milano
	Virtu Financial Ireland Limited
	Wolfgang Steubing AG
	WOOD & Company Financial Services, a.s.
	WOOD & Company Financial Services, a.s. Polish Branch

Abkürzungsverzeichnis

ARCA	Archipelago Exchange
ATS	Alternative Handelssysteme
ATX	Austrian Trade Index
BaFIN	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungen
BATS	Better Alternative Trading System
CAC	Cotation Assistée en Continu
CESR	Creation of the Committee of European Securities Regulators
CFTC	Commodity Futures Trading Commission
DAX	Deutscher Aktienindex
DOT	designated order turnaround
EC	European Commission
ECN	Electronic Communication Network
ECON	European Parliament's Economic and Monetary Affairs Committee
EG	Europäische Gemeinschaft
ESMA	European Securities and Markets Authority
ETF	Exchange Traded Funds
ETP	Exchange Traded Products
EU	Europäische Union
EUR	Euro
EUREX	European Exchange
FBI	Federal Bureau of Investigation

FIX	Financial Information Exchange
FTSE	Financial Times Stock Exchange
HF	Hochfrequenz
HFG	Hochfrequenzhandelsgesetz
HFT	High Frequency Trading
KWG	Kreditwesengesetz
mDAX	Mid-Cap-DAX
MHz	Megahertz
MiFID	Markets in Financial Instrument Directive
MIPS	Million of instructions per second
MTF	Multilateral Trading Facility
Nasdaq	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NYSE	New York Stock Exchange
OMX	Optionsmäklarna Stock Exchange
OTC	Over-the-counter
OTF	Organized trading facility
OTV	Order-Transaktions- Verhältnis
Reg NMS	Regulation National Market System
sDAX	Small-Cap-DAX
SEC	United States Securities and Exchange Commission
SI	Systematic Internalizer
SR	Sharpe Ratio
TecDAX	Technology DAX
US	United States

USA	United States of America
USB	Universal Serial Bus
USD	United States Dollar
VaR	Value-at-Risk
WpHG	Wertpapierhandelsgesetz

Aus- & Weiterbildung

10/2012 – jetzt	Universität Wien Betriebswirtschaftszentrum, Wien, Masterstudium Betriebswirtschaftslehre (Externe Unternehmensrechnung, Finanzdienstleistungen)
10/2008 – 06/2012	Universität Wien Betriebswirtschaftszentrum, Wien, Bakkalaureatsstudium Betriebswirtschaftslehre
09/2002 – 06/2007	HTL Ottakring (Matura), Informationstechnologie - Netzwerktechnik, Wien
09/1998 – 06/2002	BRG Linzerstraße 146, Wien
09/1994 – 06/1998	Volksschule Felbigergasse 97, Wien

Berufliche Tätigkeiten

04/2013 – jetzt	Macquarie Investment Management Austria Kapitalanlage AG, Risikomanagement und Portfoliomanagement
07/2011	Bull Holding AG (Praktikant), Finanz- und Controllingbereich
07/2010	STRABAG AG – Österreich (Praktikant), Beschaffung
07/2009 – 14/08/2009	STRABAG AG – Österreich (Praktikant), Beschaffung
09/2007 – 05/2008	Zivildienst

