

## 2 Definition und Charakterisierung des Hochfrequenzhandels

### 2.1 Technologische Charakterisierung

#### **Der Hochfrequenzhandel ist eine geschwindigkeitsoptimierende Datentechnologie**

Der Hochfrequenzhandel ist keine eigenständige Strategie, sondern ist zu verstehen als eine Technologie, die es ermöglicht, Börsendaten wie Kurse oder Gebote aus den Orderbüchern in hoher Geschwindigkeit und geringer Latenz zu empfangen und diesen Zeitvorsprung gegenüber den anderen Marktteilnehmern strategisch auszunutzen.

Man konzentriert sich somit primär auf technologisch bedingte Latenzzeiten und Geschwindigkeitskomponenten der Systeme.

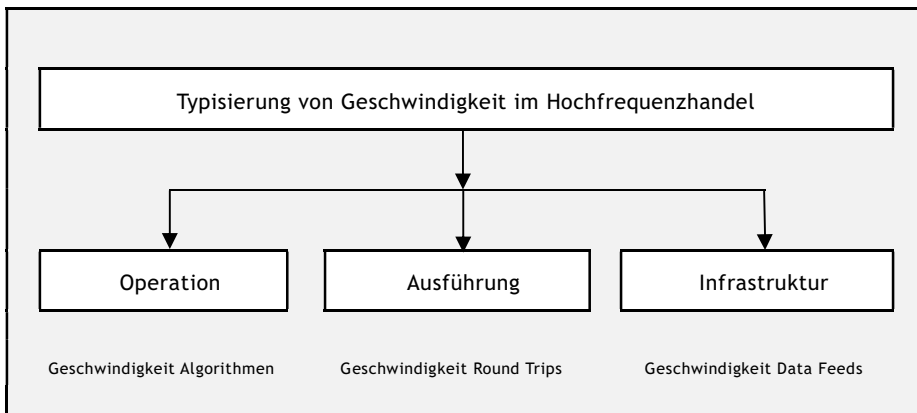
Die Geschwindigkeitsoptimierung ist die entscheidende strategische Anforderung eines profitablen Hochfrequenzhandelssystems. Dies bedingt den hieraus abzuleitenden höchstmöglichen Technologisierungsstandard in Form von Infrastrukturtechnologien und algorithmischen Technologien, mit der primären Zielsetzung, die Geschwindigkeit des gesamten Analyse- und Orderprozesses zu maximieren.

#### **Die geschwindigkeitsoptimierenden Technologien sind die zentralen Komponenten von Hochfrequenzhandelssystemen**

Man unterscheidet hierbei drei Typen von Geschwindigkeiten. Zum einen gibt es einen Geschwindigkeitsanspruch an die Berechnungs-

schrittfolge eines Algorithmus, zum anderen an den Ausführungsprozess einer Orderübermittlung und als weitere Form der Geschwindigkeit ist die sogenannte Infrastrukturgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Abbildung 2.1: Geschwindigkeitstypen im Hochfrequenzhandel



Man versteht unter Infrastrukturgeschwindigkeit die Zeitmessung für die Übermittlung der Data Feeds von den jeweiligen Handelsplätzen bzw. Matching Engines zum System. Die sogenannte Latenzzeit gilt in diesem Zusammenhang als wesentliche Orientierungsgröße. Bei der Umsetzung einer Hochfrequenzhandelsstrategie spielt vor allem die Übertragungsgeschwindigkeit der Data Feeds von den Börsen die zentrale Rolle.

In der Praxis kann man sich einen technologisch bedingten Informationsvorsprung in der Regel extern erwerben, beispielsweise bieten die Börsen optimale Anbindungsvarianten in den jeweiligen Co-Locations in Verbindung mit einer bevorzugten Versorgung von Data Feeds an.

In diesem Zusammenhang spricht man von den sogenannten Co-Location-Technologien, das heißt Technologien, die das optimale

Platzieren des Hochfrequenzservers direkt am Standort der elektronischen Börsen ermöglichen, um eine höchstmögliche Geschwindigkeit für die Orderübertragung und Datenübermittlung zu gewährleisten.

### **Die umfassende Systematisierung aller Technologien im Hochfrequenzhandel ist nicht möglich**

Durch die große Anzahl und hohe Variation der hierbei verwendeten Technologien und Systeme ist eine umfassende Darstellung aller technologischen Vorgehensweisen und Konzepte kaum möglich und spiegelt aufgrund der hohen Entwicklungsdynamik nicht unbedingt den jeweils aktuellsten technologischen Entwicklungsstand wider.

Oft wird der Hochfrequenzhandel fälschlicherweise mit dem automatisierten Handel gleichgesetzt. Dies liegt zwar nahe, da der Hochfrequenzhandel zunächst allgemein als automatischer Handel mit Algorithmen zu klassifizieren ist. Diese Denkweise wird jedoch nicht der eigentlichen technologischen Funktionalität und damit der konzeptionellen Zielsetzung des Hochfrequenzhandels gerecht.

### **Der Hochfrequenzhandel ist eine technologiebasierende Handelskonzeption**

Eine exakte strategische Einordnung des Hochfrequenzhandels kann nur unter Berücksichtigung aller strategischen Konzepte und technologischen Infrastrukturen bei der Datenübermittlung und -verarbeitung erfolgen. Der Hochfrequenzhandel ist keine Unterkategorie oder Spezialfall weder des automatisierten Handels noch des algorithmischen Tradings, sondern ist als eine eigenständige und völlig neuartige Handelskonzeption zu verstehen.

Der Hochfrequenzhandel verstanden als Technologie ist somit zu differenzieren nach den jeweiligen technologischen Rahmenbedingungen. Daher ist der Hochfrequenzhandel in den USA völlig anders

konzipiert als beispielsweise der Hochfrequenzhandel in der Schweiz oder in Deutschland.

## 2.2 Algorithmisches Trading (AT)

### **Der Hochfrequenzhandel ist kein Spezialfall des algorithmischen Trading**

Das algorithmische Trading (AT) ist zu unterscheiden vom elektronischen Trading (ET). Der Unterschied basiert im Wesentlichen in dem Aspekt der Entscheidungsfindung und damit dem Output der Algorithmen, die entsprechend als Signalgebung zur Verfügung stehen.

Beim elektronischen Trading (ET) werden auch spezielle Algorithmen verwendet, die sich im Gegensatz zum algorithmischen Trading (AT) lediglich auf das Ordermanagement und die -ausführung beziehen, jedoch nicht auf die konkrete Signalgebung. Bei der Anwendung von Algorithmen im algorithmischen Trading wird den Algorithmen die Rolle zuteil, auf Basis gegebener Inputparameter eine Tradingentscheidung als Output zu generieren.

Algorithmen sind durch ein exakt definiertes Regelwerk definiert, die dann im Fall des rein elektronischen Tradings (ET) das Order Routing automatisieren. Im Fall des algorithmischen Tradings (AT) werden zusätzlich zur Signalgebung konkrete Entscheidungsparameter wie Timing, Orderüberwachung oder Orderpartitionierungen mitberücksichtigt.

### **Der Hochfrequenzhandel ist als eine eigenständige Handelsform zu verstehen**

Der Hochfrequenzhandel kann weder als eine Untermenge noch als ein Spezialfall des algorithmischen bzw. des elektronischen Tradings

verstanden werden, sondern muss aufgrund seiner speziellen Eigenschaften als eine eigenständige Handelsform aufgefasst werden.

Die wesentlichen speziellen Eigenschaften des Hochfrequenzhandels in Abgrenzung zum algorithmischen Handel sind zum einen die geschwindigkeits- und latenzoptimierten Varianten der Datenübertragung von Markt- und Orderdaten und zum anderen die hohe Handelsfrequenz mit hohen Handelsvolumina, wobei der gesamte Prozess im Hochfrequenzhandel automatisiert stattfindet und somit aufgrund dessen nicht mit dem algorithmischen Handel zu vergleichen ist.

### **Die allgemeingültige Klassifizierung der Algorithmen des Hochfrequenzhandels ist nicht möglich**

In Zusammenhang mit der Abgrenzung des Hochfrequenzhandels zum algorithmischen Trading ist zusammenfassend festzustellen, dass im Hochfrequenzhandel eine allgemeingültige Klassifizierung und Charakterisierung der verwendeten Algorithmen, insbesondere bei Berücksichtigung der in den Systemen unterschiedlich zur Anwendung kommenden Argumentationen, kaum möglich ist.

Eine allgemeingültige Charakterisierung der Algorithmen ist somit nicht möglich. Es ist daher sinnvoller, wesentliche strategische Merkmale aufzuzeigen, die in Zusammenhang mit algorithmischem Trading (AT) stehen. Insbesondere existiert in der Praxis eine große Anzahl von Systemalgorithmen, deren Funktionalitäten nicht im Detail bekannt, aber dennoch dem Hochfrequenzhandel zuzuordnen sind.

### **Die geschwindigkeitsoptimierenden Komponenten der Algorithmen sind im Hochfrequenzhandel strategisch entscheidend**

Entscheidend bei der Verwendung bestimmter Algorithmen im Hochfrequenzhandel sind strategische Komponenten wie die

Infrastruktur der Technologie und die darin begründeten Geschwindigkeitsvorteile, was sich in erster Linie gegenüber dem Faktor Risiko als vorteilhaft und damit in der Gesamtkonzeption als profitabel erweist. Der Hochfrequenzhandel weist auch in diesem Zusammenhang Schnittmengen mit dem algorithmischen Trading (AT) auf.

Aufgrund der unterschiedlichen Perspektiven und Implikationen ist eine direktere Abgrenzung der Vorgehensweisen im Hochfrequenzhandel und im algorithmischen Handel nicht möglich.

Der Hochfrequenzhandel ist als Technologie zu verstehen, wohingegen der algorithmische Handel eher als rein quantitatives algorithmisches Handeln zu verstehen ist. Somit sind auch aus strategischer Sicht diese beiden Handelsvarianten nicht als identisch anzusehen.

Interessant ist es aus strategischer Sicht, Gemeinsamkeiten und etwaige Schnittmengen aufzuzeigen, die in erster Linie aus der Verwendung von quantitativen Algorithmen in Verbindung mit der Technologie des Hochfrequenzhandels resultieren.

Beim Vergleich des algorithmischen Tradings mit dem Hochfrequenzhandel muss differenziert werden nach ergebnisorientierten, technologischen und operativen Kriterien, wobei sich aus analytischer Sicht vor allem Schnittmengen bei der systematischen Vorgehensweise ergeben, basierend auf vordefinierten Signalgebungen.

Aus allgemeiner Sicht sind beide Kategorien durch Automatisierung des Handels und der darin begründeten Reduzierung auf emotionsfreie, rationale Entscheidungskriterien zu charakterisieren.

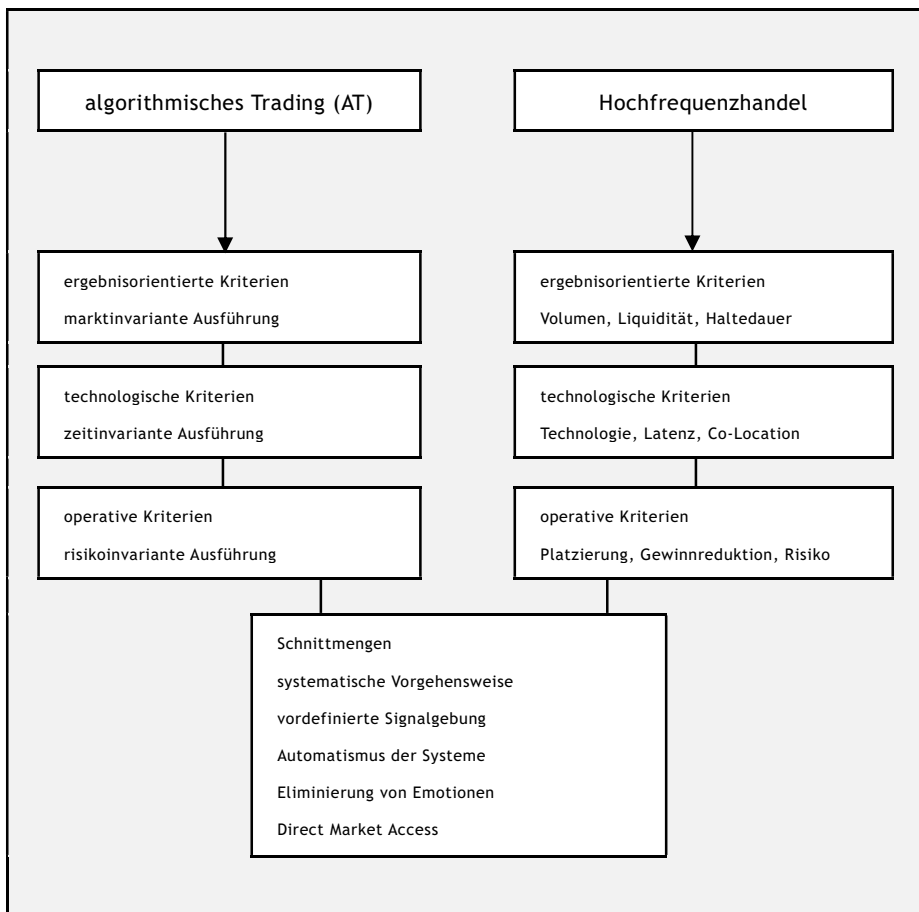
Der Hochfrequenzhandel wird oft fälschlicherweise als Teil des algorithmischen Handels interpretiert. Es gibt eindeutig typische Schnittmengen zwischen Hochfrequenzhandel und algorithmischem Handel. Der Hochfrequenzhandel kann jedoch nicht als Untermenge oder Spezialfall des algorithmischen Handels interpretiert werden.

Interessant ist es jedoch, Gemeinsamkeiten und etwaige Schnittmengen aufzuzeigen, die in erster Linie aus der Verwendung von quantitativen

Algorithmen in Verbindung mit der Technologie des Hochfrequenzhandels resultieren.

Die folgende Abbildung fasst die hier diskutierten wesentlichen Eigenschaften des Hochfrequenzhandels in Abgrenzung zum algorithmischen Handel nochmals übersichtlich zusammen.

Abbildung 2.2: Algorithmisches Trading und Hochfrequenzhandel



## 2.3 Operative Charakterisierung

### **Die technische Analyse und die Fundamentalanalyse sind im Hochfrequenzhandel irrelevant**

Ein wesentlicher Unterscheid des Hochfrequenzhandels zu anderen Handelsansätzen besteht aus operativer Sicht darin, dass nicht vergangene Kursentwicklungen zur Kursprognose oder Trendanalyse verwendet werden. Insbesondere werden bei einer Fundamentalanalyse im Hochfrequenzhandel nicht die Unternehmenskennzahlen der Vergangenheit zur Bestimmung des Wertes beispielsweise einer Aktie verwendet.

Primäre Informationsbasis von Hochfrequenzhandelsstrategien sind Orderbuchinformationen und nicht vergangene Kursinformationen. Wesentlich hierbei sind die Data Feeds der Börsen oder Dark Pools und die Frage, mit welcher zeitlichen Verzögerung andere Marktteilnehmer diesen Data Feed erhalten.

Die meisten Algorithmen im Hochfrequenzhandel sind fokussiert auf diesen Zeitvorsprung bzw. Latenz bei der Übermittlung der Data Feeds.

### **Der Hochfrequenzhandel besitzt eine hohe analytische Prognosequalität**

Hochfrequenzhandelssysteme besitzen aufgrund dieses zeitlich bedingten Informationsvorsprungs, basierend auf dem hohen Technologisierungsgrad in der Verarbeitung und dem Empfang von Data Feeds, die Fähigkeit, das zukünftige Kursverhalten exakter zu prognostizieren als alle anderen Marktteilnehmer.

Hinzu kommen strategische Vorteile des Hochfrequenzhandels in Form von Manipulationen oder Irritationen durch strategisch bedingte Stornierungen bereits gesetzter Order im Orderbuch.



Das zeitnahe Platzieren und wieder Zurücknehmen von Positionen ist Teil jeder Strategie des Hochfrequenzhandels und ermöglicht es, den bestmöglichen Kurs eines Trades zu erzielen.

Insbesondere werden durch ein derartiges Testen und Analysieren des Verhaltens der anderen Marktteilnehmer bei neu aufkommenden Kauf- oder Verkaufsgeboten in den jeweiligen Orderbüchern wahrscheinliche Kursziele berechnet.

Derartige manipulative Systemtools zur Analyse aller verbundenen Orderbücher sind Standard im Hochfrequenzhandel. Der Hochfrequenzhandel ist somit die einzige Handelsform, die strategisch in der Lage ist, kurzfristige Kursfeststellungen zu manipulieren.

### **Der Hochfrequenzhandel kann Marktmechanismen gezielt beeinflussen**

Eine weitere Besonderheit des Hochfrequenzhandels ist nicht nur die hohe Frequenz der Handelsaktivität, sondern auch die jeweils hohe Anzahl von gehandelten Finanzprodukten. Typische Handelssysteme sind mit entsprechenden Ausführungsalgorithmen ausgestattet, die extrem hohe Handelsvolumina raffiniert und zu ihren eigenen Vorteilen an den Börsen platzieren können.

Bei der Aufgabe großer Orderstückzahlen besteht grundsätzlich die Gefahr, dass diese Order sich durch die eigene Marktbewegung, die durch das unerwartete Auftreten einer hohen Nachfrage im Markt verursacht wird, zum Nachteil des Ausführungspreises des jeweiligen Finanzproduktes entwickelt.

Genau hier liegt auch ein Indiz der Fähigkeit, den Markt zu seinen Gunsten manipulieren zu können, da hohe Ordervolumina grundsätzlich im Hochfrequenzhandel keine ernstzunehmende Problematik darstellen. Der Hochfrequenzhandel hält in der Regel die Marktbewegung trotz etwaiger hoher Ordervolumina minimal.

## **Der Hochfrequenzhandel besitzt die Fähigkeit, hohe Ordervolumina marktkonform zu platzieren**

Eine Voraussetzung des profitablen Hochfrequenzhandels ist genau diese Fähigkeit, eine hohe Orderstückzahl einerseits marktkonform zu positionieren und andererseits zu neutralisieren. Hochfrequenzhändler sind aufgrund ihrer geringen Gewinnspannen pro Trade, bezogen auf das jeweilige Finanzprodukt, gezwungen, mit einem extrem hohen Handelsvolumen zu handeln, welches sie beispielsweise im Millisekunden- bzw. im Nanosekundenbereich am Markt platzieren.

So werden beispielsweise innerhalb von Milliardstel Sekunden zigtausende Aktien nicht nur gekauft und verkauft, sondern es werden auch gezielte Postings abgegeben, die nur darauf zielen, den Marktfluss zu eruieren oder sogar zu irritieren. Somit ergibt sich ein für den Hochfrequenzhandel entsprechend symptomatisch hohes Volumen in fast jeder Handelssituation, welches durchaus als problematisch für die anderen Anleger zu sehen ist.

## **Die analytische Basis des Hochfrequenzhandels sind Orderbuchinformationen**

In diesem Zusammenhang muss eindeutig klargestellt werden, dass es bei einer derartig hohen Handelsaktivität bezogen auf Volumen und Frequenz unabdingbar ist, das potenzielle Verhalten der anderen Marktteilnehmer nicht nur möglichst exakt abzuschätzen, sondern auch exakt zu prognostizieren.

Wird beispielsweise ein bestimmter Kurs als Orderbuchposition oder als manipulierte Order von Seiten der Algorithmen platziert, kann der Algorithmus sofort beobachten, wie andere Marktteilnehmer darauf reagieren und ob sie bereit sind, zu dem vorgegebenen Kurs zu agieren. Sollte der Markt keine Resonanz auf eine Order zeigen, wird diese wieder zurückgenommen und die Tick-Frequenz neu angesetzt. Dies stellt das gängige Prinzip des manipulativen Ordebuchtaggings dar, welche trotz oft gegenteiliger Behauptung einen wesentlichen Bestandteil des Hochfrequenzhandels darstellt.

## **Der Hochfrequenzhandel ist fokussiert auf eine extrem kurze Haltedauer**

Eine weitere operative Konsequenz im Zusammenhang mit dem Ordervolumen ist die Haltedauer der Positionen oder die Verweildauer im Markt, das heißt die Zeitdifferenz zwischen Eröffnung und Schließung der Position oder auch nur Gebotaufgabe und Gebotstornierung.

Im Vergleich zum algorithmischen Handel und dem klassischen automatischen Handel besteht hier ein entscheidender Unterschied. Hochfrequenzhandelssysteme haben eine Haltedauer von kleinsten Bruchteilen von Sekunden, aktuell bereits im Pikosekundenbereich. Während rein algorithmische automatische Systeme ihre Order teilweise noch Minuten, Stunden oder sogar Tage je nach Anhängigkeit der gewählten strategischen Vorgehensweise halten.

## **Der Hochfrequenzhandel konzentriert sich auf liquide Märkte**

Eine wesentliche Beobachtung, resultierend aus dieser hohen Handelsaktivität, ist die Tatsache, dass Hochfrequenzhandelssysteme in der Regel nur an sehr liquiden Märkten profitabel angewendet werden können. Dies ermöglicht in der Summe hohe Gewinne auch bei geringen Gewinnmargen. Es ist hierbei immer ein sehr kurzfristiges Auffinden von Gegenpositionen für die enorm hohen Ordervolumina in der Praxis notwendig. Folglich besteht nur in den hochliquiden Märkten die Chance, mit dem Hochfrequenzhandel nachhaltig profitabler agieren zu können.

## **Der Hochfrequenzhandel ist ein Wettbewerbsfaktor der internationalen Börsen**

Aufgrund des hohen Handelsvolumens sehen die Börsen die Gruppe der Hochfrequenzhändler als lukrative Zielgruppe, die bereit ist, für

einen derartigen Zeitvorsprung hohe Summen an die Börsen zu bezahlen.

Die Börsen versuchen sich gegenseitig im Hinblick auf entsprechende Serviceleistungen bei der Akquise der für sie lukrativen Hochfrequenzhändler zu überbieten und sehen inzwischen ihre technologischen Infrastrukturen als unternehmerischen Wettbewerbsfaktor. Börsen bevorzugen Hochfrequenzhändler bei der Übermittlung von Data Feeds, die Server der Hochfrequenzhändler erhalten grundsätzlich zuerst die Data Feeds der Börsen.

### **Der Hochfrequenzhandel verändert die Börsenstrukturen**

Der Hochfrequenzhandel führt dadurch auch zu einer strukturellen Neuausrichtung der einzelnen Handelsplätze. Börsen sind Unternehmen und an einem hohen Handelsvolumen interessiert, das letztendlich den unternehmerischen Gewinn der Börsen steigert. Inzwischen gehört es zum Serviceangebot jeder elektronischen Börse, Hochfrequenzhändler bevorzugt mit Data Feeds zu versorgen und bevorzugt deren Gebote auszuführen.

Im Fokus stehen die hohen Handelsvolumina der Hochfrequenzhändler und die damit verbundene neue Sichtweise des gesamten Börsenhandels. Auch im Hinblick auf das operative, finanztechnische Risiko ergibt sich aus Sicht des Hochfrequenzhandels eine andere Wahrnehmung als bei den bekannten Handelsformen an den Börsen. Dies führt insgesamt zu einer nachhaltigen Veränderung der Börsenstrukturen und damit der Kapitalmärkte.

### **Der Hochfrequenzhandel ist die risikoeffizienteste Handelsform**

Aus dem hohen Technologisierungsgrad und der enormen Geschwindigkeit resultiert ein weitaus geringeres Risiko im Hochfrequenzhandel als beispielsweise beim manuellen und algorithmischen Handel. Genau

diese Tatsache ist im Hochfrequenzhandel entscheidend, um den Prozess des Handels entsprechend stetig und nachhaltig profitabel zu gestalten. Es gibt keine andere Form des Handels, die die technologische Überlegenheit in dieser Form zur Risikominimierung einsetzt.

Insbesondere wird im Hochfrequenzhandel nicht zur Minimierung des Risikos diversifiziert, sondern punktuelle Marktimperfektionen mit hoher Trefferquote gewinnbringend selektiert. Die Besonderheit im Hochfrequenzhandel in diesem Zusammenhang besteht in der algorithmischen Umsetzung der Risikominimierung.

### **Die risikoeffiziente Diversifikation spielt im Hochfrequenzhandel keine Rolle**

In der Diskussion des Risikos im Hochfrequenzhandel wird nicht nach systematischen und unsystematischen Risiken wie in der klassischen Portfoliotheorie differenziert. In der Portfoliotheorie gilt das Risiko dann als unsystematisch, wenn es durch Diversifikationsentscheidungen eliminiert werden kann. Eine Diversifikation im Sinn einer Zusammensetzung aus Sicht des risikooptimalen Portfolios ist nicht Gegenstand der Vorgehensweise.

Man spricht im Hochfrequenzhandel grundsätzlich nicht von einer diversifizierenden, sondern selektierenden strategischen Vorgehensweise. Man kann somit aus Sicht der Portfoliotheorie feststellen, dass alle Risikokomponenten im Hochfrequenzhandel als systematisch zu definieren sind.

### **Zentrale Prämisse im Hochfrequenzhandel ist die Minimierung des operativen systematischen Risikos**

Im Hochfrequenzhandel konzentriert man sich somit auf die Minimierung der operativen systematischen Risiken, die zum einen durch die Infrastruktur der Technologie und zum anderen durch die nichtvorhersehbaren Kursentwicklungen bedingt sind.

## 2.4 Praxisrelevante Definition

### Die vollständige Klassifizierung des Hochfrequenzhandels ist nicht möglich

Aufgrund der Vielfältigkeit der Anwendung findenden Technologien und Algorithmen im Hochfrequenzhandel ist eine Klassifizierung bzw. exakte Definition auf Basis technologischer Konzeptionen kaum möglich. Sinnvoller erscheint eine Definition auf Basis von funktionellen und strukturellen Eigenschaften des Hochfrequenzhandels.

Im Folgenden wird der Hochfrequenzhandel anhand von exakten Kriterien charakterisiert. Auf Basis dieser Kriterien kann man den Hochfrequenzhandel für das weitere Verständnis theoretisch konsistent klassifizieren.

Man kann von Hochfrequenzhandel sprechen, wenn zusammenfassend die folgenden Charakteristika eindeutig vorliegen.

#### Volumenkriterium

Der Hochfrequenzhandel ist charakterisiert durch den Einsatz extrem hoher Handelsvolumina. Systeme des Hochfrequenzhandels handeln insbesondere mit hohem Kapitaleinsatz und hoher Stückzahl. Aufgrund der hohen Handelsfrequenz unter Ausnutzung minimaler Kursbewegungen sind die Systeme zwangsläufig nur dann profitabel, wenn ein hohes Kapitalvolumen zur Verfügung steht und eingesetzt wird.

#### Platzierungskriterium

Die Platzierung und Stornierung von Orders in hoher Frequenz ist Bestandteil jeder Basisstrategie im Hochfrequenzhandel. Systeme des Hochfrequenzhandels sind in der Regel derart konzipiert, dass die

Positionen im Orderbuch durch gezielte Order Routing und deren sofortige Stornierung analysiert werden.

Durch dieses Testen des Marktes lässt sich ein Verhaltensprofil der anderen Marktteilnehmer ableiten und in die eigene Strategie integrieren.

### **Liquiditätskriterium**

Ausführungen von Orders im Hochfrequenzhandel sind in der Regel nur an hochliquiden Märkten realisierbar. Aufgrund der hohen Handelsfrequenz ist eine hohe Liquidität am Markt erforderlich. Dies bedeutet, dass die Systeme des Hochfrequenzhandels in der Regel nur dann nachhaltig profitabel agieren können, wenn zu jedem Zeitpunkt genügend Gegenpositionen im Orderbuch verfügbar sind.

Insbesondere ist das Vorhandensein von minimalen Spreads eine wesentliche Voraussetzung im Hochfrequenzhandel.

### **Haltedauerkriterium**

Die Haltedauer der Order beträgt nur minimale Bruchteile von Sekunden. Die Systeme des Hochfrequenzhandels sind in der Lage, Marktinformationen in kleinsten Bruchteilen von Sekunden, beispielsweise innerhalb weniger Nano- oder Pikosekunden, zu erhalten und algorithmisch zu verarbeiten. Diese Zeiteinheiten sind nur in Verbindung mit einer Co-Location realisierbar.

### **Geschwindigkeitskriterium**

Neben den geringen Zeiteinheiten zum Erhalt von Data Feeds sind die Systeme in der Lage, in noch höherer Geschwindigkeit Order zu platzieren und zeitgleich eine Auftragsbestätigung der Order im System zu verarbeiten. Wenn man von Geschwindigkeit im Hochfrequenzhan-

del spricht, differenziert man zum einen nach Geschwindigkeit für den Erhalt der Data Feeds und zum anderen nach Geschwindigkeit für die Übermittlung der Order mit Erhalt einer Ausführungsbestätigung.

## Gewinnrealisierungskriterium

Minimale Gewinnspannen sind die Folge der obigen Kriterien. Aufgrund der sehr kurzen Haltedauer ist die Zielsetzung der Systeme im Hochfrequenzhandel unter Berücksichtigung des Risikomanagements die Realisierung minimaler Gewinnspannen.

Im Zusammenhang mit der Gewinnrealisierung sind insbesondere die Haltedauer und das darin begründete operative Risiko von strategischer Relevanz. So sind im Arbitrage Trading nahezu risikofreie Gewinnrealisierungen in Bruchteilen von Cents möglich.

## Technologiekriterium

Ein höchstmöglicher Innovations- und Technologisierungsgrad ist der entscheidende Erfolgsfaktor im Hochfrequenzhandel. Selbst bei Berücksichtigung komplexer Strategiekomponenten gilt die Verwendung einer geschwindigkeitsmaximierenden Technologie als Basisvoraussetzung eines profitablen Handelssystems im Hochfrequenzhandel.

## Latenzkriterium

Voraussetzung hierfür sind widerstandsärmste Übertragungsmöglichkeiten. Entscheidend ist die Zeiteinheit, die benötigt wird, um Daten vom System zum Server der Börse zu übermitteln oder um Daten vom Server der Börse zu empfangen. Man spricht in diesem Zusammenhang von externen Technologiekomponenten, die in der Regel im Rahmen von angebotener Serviceleistung der Börsen direkt bezogen werden können und nicht entwickelt und implementiert werden müssen.



## Co-Location-Kriterium

Unter Co-Location versteht man die lokale Platzierung von Systemen oder Systemservern direkt an den Matching Engines. Durch minimale Distanzen lassen sich die höchsten Übertragungsgeschwindigkeiten erreichen.

Somit ist die höchste Geschwindigkeit bei direkter Platzierung der Systeme im Rechenzentrum der Börse selbst gegeben. Neben der direkten Platzierung in den Rechenzentren der Börsen ist inzwischen auch die Platzierung in eigenen Rechenzentren, die sich in direkter Nähe zu den Rechenzentren der Börsen und damit zu den Matching Engines befinden. Man spricht in diesem Zusammenhang von Co-Location-Access.

## Risikokriterium

Der Hochfrequenzhandel ist eine der risikoeffizientesten Handelsformen. Die Zielsetzung der Generierung von Renditen bei minimalem Risiko ist eine wesentliche Prämisse im Hochfrequenzhandel.

Im Vergleich zu anderen klassischen Handelsformen ist im Hochfrequenzhandel ein risikominimaler oder sogar risikofreier Handel allein durch technologische Rahmenbedingungen möglich.

Diese Kriterien sind symptomatisch für alle Algorithmen im Hochfrequenzhandel und die Basis der weiteren Ausführungen, insbesondere bei den Strategiepräsentationen.

Die genannten Kriterien lassen sich auf Basis einer strategischen Einordnung zusammenfassend klassifizieren als ergebnisorientierte, technologische und operative Kriterien.

Als ergebnisorientierte Kriterien sind Argumente der Produktliquidität und Produkteigenschaften berücksichtigt, wohingegen bei den technologischen und operativen Kriterien die Prozesseigenschaften kategorisiert werden.

Abbildung 2.3: Definitionskriterien des Hochfrequenzhandels

ergebnisorientierte Kriterien	technologische Kriterien	operative Kriterien
Volumenkriterium	Geschwindigkeitskriterium	Co-Location-Kriterium
Platzierungskriterium	Gewinnrealisierungskriterium	Risikokriterium
Liquiditätskriterium	Technologiekriterium	
Haltedauerkriterium	Latenzkriterium	

## 2.5 Verändertes Marktverständnis

### Der Hochfrequenzhandel erfordert ein neues Marktverständnis

Der Hochfrequenzhandel hat die Börsen und die Gesetzmäßigkeiten des Börsenhandels nachhaltig verändert. Klassische Strategiekonzepte wie beispielsweise die der technischen Analyse haben ihre Gültigkeit verloren.

Auch News werden inzwischen automatisiert von Robotern im Hochfrequenzhandel gehandelt, bevor diese überhaupt veröffentlicht werden und spiegeln sich somit bereits nach wenigen Millisekunden in den Aktienkursen wider.

Auch Kursbewegungen sind neu zu definieren. Was früher als Crash bezeichnet wurde, sind heute normale Tagesvolatilitäten. Es haben sich insbesondere die Dynamiken und Trendstärken von Kursbewegungen in den vergangenen Jahren dramatisch erhöht. Kurseinbrüche, die scheinbar aus dem Nichts entstehen, sind alltäglich.

Der Hochfrequenzhandel bedingt daher sowohl bei privaten als auch institutionellen Anlegern die Notwendigkeit, das Strategieverhalten und die strategischen Handelskonzepte diesen neuen Rahmenbedingungen anzupassen.

## **Der Hochfrequenzhandel bedingt neue strategische Konzepte**

Erstaunlicherweise sind nicht nur die klassischen Privatanleger die Leidtragenden, sondern auch institutionelle Investoren. Vor allem Vermögensverwalter und Portfoliomanager sehen sich gezwungen, ihr Anlageverhalten den neuen Marktanforderungen und strategischen Rahmenbedingungen anzupassen.

Erstaunlicherweise sind inzwischen institutionelle Investoren die eigentliche Zielgruppe der Hochfrequenzhändler und nicht unbedingt die klassischen Privatanleger. Für die Hochfrequenzhändler interessant sind die hohen Handelsvolumina der institutionellen Investoren. Im Hochfrequenzhandel gibt es zahlreiche Algorithmen, die allein darauf abzielen, das Orderverhalten beispielsweise von großen Fonds aufzuspüren und dann genau diese Aktien vorab zu kaufen und sie an die Fonds wieder überteuert weiter zu verkaufen.

## **Der Hochfrequenzhandel beinhaltet gezielte Kursmanipulationen**

Bestimmte Algorithmen im Hochfrequenzhandel bestehen allein darin, in den Orderbüchern Fake Order zu platzieren, um das Verhalten der Gegenseite gezielt zu beeinflussen und daraus Kursbewegungen mit hoher Prognosequalität und Trefferquote zu erzeugen. Es werden bestimmte Verhaltensweisen mithilfe gezielter Manipulationen in den Orderbüchern im Hochfrequenzhandel gezielt provoziert. Auch bei dieser Vorgehensweise sind institutionelle Anleger der lukrativste Gegenpart der Hochfrequenzhändler.

## Der Hochfrequenzhandel beschleunigt Kursbewegungen

Bestehende Kursbewegungen werden durch die hohe Handelsaktivität und vor allem durch das gezielte Agieren in extremen Marktsituationen im Hochfrequenzhandel verstärkt, was zusätzlich zu einer weiteren und gezielten Verunsicherung der anderen Marktteilnehmer führt.

Es kommt somit zum einen zu einer zunehmenden lokalen Volatilität in kurzen Zeiteinheiten wie Minuten als auch zu einem Anstieg der globalen Volatilität durch das Verstärken bzw. Beschleunigen von teilweise unerklärbaren Kursbewegungen in größeren Zeiteinheiten wie Stunden oder sogar Tagen.

Jede Form von Volatilität führt zu einer Form der Irritation und Verunsicherung und somit zwangsläufig zur Verstärkung der gegebenen volatilen Kurssituation. Volatilitäten multiplizieren sich durch derartige Dominoeffekte und erzeugen irrationale Verhaltensweisen bei Anlegern, die auf einer gewissen Form von Panik und Verunsicherung basieren.

Somit ist der Hochfrequenzhandel maßgeblich für die Zunahme der Kursvolatilitäten an vielen Handelsplätzen mitverantwortlich.

## Der Hochfrequenzhandel ist charakterisiert durch eine hohe Order to Trade Ratio (OTR)

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang die durchaus als kritisch zu sehende Tatsache, dass im Hochfrequenzhandel Marktmanipulationen durch fiktive Gebote vorgenommen werden. Kurzfristige Volatilitäten werden durch bestimmte Hochfrequenzhandelsstrategien gezielt erzeugt, um die darauf basierenden Order zu platzieren und diese simultan zu canceln.

Derartige Strategien sind Basis der systematischen Orderbuchanalyse im Hochfrequenzhandel.

Diese strategische Vorgehensweise ist durchaus aus analytischer Sicht als marktinkonform zu bezeichnen, da es hierbei nicht um einen eigentlichen Handel geht, sondern allein darum, den Markt durch nicht zur Ausführung bestimmte Order zu testen oder sogar zu reizen.

### **Der Hochfrequenzhandel beinhaltet marktinkonforme strategische Vorgehensweisen**

Derartige marktinkonforme strategische Verhaltensweisen führen zwangsläufig zu Marktirritationen, die sich insbesondere durch spontan zunehmende Volatilitäten bemerkbar machen. Diese Verhaltensweise ist aus ethischer Sicht durchaus als negativ zu beurteilen, ist aber inzwischen Bestandteil der aktuellen Marktsituation.

Die Order to Trade Ratio (OTR), berechnet aus Quotient der Anzahl der platzierten Gebote zu den ausgeführten Geboten, liegt im Hochfrequenzhandel im Durchschnitt bei 15, das heißt nur jede 15 Order führt zu einem Trade.

### **Die Profitabilität des Hochfrequenzhandels basiert auf technologischer Überlegenheit**

Der Erfolg und damit die Profitabilität der meisten Hochfrequenzhandelsstrategien basiert auf einer technologischen Überlegenheit. Dies erfordert für die Akteure eine kostenintensive Beschaffung entsprechender technologischer Infrastrukturen wie beispielsweise Co-Location-Infrastrukturen und der Bezug schneller Data Feeds.

Hierbei steht allein die Geschwindigkeit der Datenübermittlung im Vordergrund, die einerseits durch die möglichst geringe physische Distanz des Systems zum Börsenserver erreicht wird und andererseits auch durch den Bezug der Gesamtheit der Daten möglichst vieler Handelsplätze.

## **Der Hochfrequenzhandel beeinflusst nachhaltig die Marktqualität**

Im Hochfrequenzhandel kommen beispielsweise bestimmte Market-Making-Strategien wie Liquidity Rebate zur Anwendung, die darin bestehen, durch eine hohe Orderbuchaktivität Rabatte zu erhalten und nicht dazu dienen, in bestimmte, objektiv nachvollziehbare Kursbewegungen zu investieren.

Derartige Handelsaktivitäten leisten logischerweise keinen positiven Beitrag zur Marktqualität und liefern dementsprechend keinen Mehrwert im Rahmen einer fundamentalen Unternehmens- bzw. Marktbewertung.

Die Gefahr einer gezielten Marktmanipulation besteht darin, dass insbesondere Privatanleger nicht mehr zwischen einer objektiven und einer derart künstlich generierten Marktbewegung unterscheiden können. Ein derartiges marktinkonformes Marktverhalten ist eine als negativ zu bewertende Besonderheit des Hochfrequenzhandels und aufgrund der nötigen Technologien nur diesen vorbehalten.

## **Der Hochfrequenzhandel erhöht die kurzfristigen Volatilitäten**

Der Hochfrequenzhandel agiert in minimalen Zeiteinheiten zwischen Kauf und Verkauf an den Börsen und platziert die Gebote mit extrem hohen Handelsvolumina. Er beeinflusst dadurch zwangsläufig die Kursfluktuation und damit zumindest die kurzfristige Volatilität. Dies führt oft zu einer Kettenreaktion durch ein entsprechendes Verhalten der anderen Trader und Investoren, die auf derartige punktuelle und unvorhersehbare Kurschwankungen irritiert und nicht rational reagieren. Dadurch entstehen unberechenbare Intraday-Volatilitäten oder sogenannte Sekunden-Crashes, die außerhalb jeglicher strategischen Kontrolle stehen.

Da einerseits die Algorithmen der Hochfrequenzhändler für derartige Sekunden-Crashes verantwortlich sind und zugleich als einzige in der

Lage sind, mithilfe ihrer Server, die sich direkt an den Matching Engines befinden, in diesen Zeiteinheiten reagieren können, entsteht eine Situation einer eindeutigen Benachteiligung aller anderen Anleger. Der Sekundenhandel ist somit allein in den Händen der Hochfrequenzhändler, die diese Marktsituationen letztendlich dominieren.

## **Der Hochfrequenzhandel beeinflusst die Markteffizienz**

Die Frage eines etwaigen positiven Einflusses des Hochfrequenzhandels auf die Markteffizienz muss differenziert betrachtet und insbesondere bei den einzelnen Aspekten im Hinblick auf die Auswirkungen auf Markteffizienz und -qualität detailliert argumentiert werden.

Der Hochfrequenzhandel beeinflusst unbestritten die Informationseffizienz positiv. Grundsätzlich nehmen durch den Hochfrequenzhandel die Informationseffizienz und insbesondere die darin begründete Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung an den Kapitalmärkten zu.

Der jeweilige Aktienkurs reflektiert durch den Hochfrequenzhandel die vorhandene Marktinformation schneller und adäquater als in Zeiten ohne vollautomatisierten Hochfrequenzhandel. Die informationsbasierte Kursfindung findet innerhalb kürzerer Zeiteinheiten statt und insbesondere werden etwaige Kurskorrekturen in höherer Geschwindigkeit ausgeführt. Die Informationseffizienz der Kursbildung ist zusammenfassend der zentrale Aspekt in der Diskussion der Marktqualität in Zusammenhang mit dem Hochfrequenzhandel.

## **Der Hochfrequenzhandel reduziert die Transaktionskosten**

Weitere Aspekte sind die als positiv zu bewertenden Argumente der Reduzierung der Spreads und damit der Transaktionskosten. Spreads sind als indirekte Transaktionskosten zu sehen und der Hochfrequenz-

handel reduziert die Spreads allein aufgrund seiner hohen Handelsvolumina und seiner hohen Handelsfrequenz.

Diese Argumente müssen im Zusammenhang mit der Informationseffizienz gesehen werden und beinhalten insbesondere für Privatanleger eine Verbesserung der Handelssituation, die primär in der Aktivität des Hochfrequenzhandels zu sehen ist.

Von diesen Vorteilen profitieren Privatanleger nicht nur beim eigenen Handel, sondern auch bei etwaigen Investitionen in Fonds. Insbesondere Pensionsfonds profitieren von den Kostenvorteilen in Verbindung mit hohen Orderaktivitäten.

## **Der Hochfrequenzhandel erhöht die Liquidität**

Der Hochfrequenzhandel leistet auch in Zusammenhang mit der Frage der Liquidität einen positiven Beitrag zur Marktqualität, wovon sowohl die Privatanleger als auch die institutionellen Anleger profitieren.

Ganzheitlich betrachtet bleibt jedoch die Frage, ob derartige positive Aspekte insbesondere im Zusammenhang mit der Liquiditätsgenerierung bei der Gesamtbetrachtung durch die im Hochfrequenzhandel begründeten Risiken und durchaus bestehenden negativen Auswirkungen kompensiert werden.

Zusammenfassend besteht die Tendenz, dass der Hochfrequenzhandel insgesamt durchaus positiv unter Berücksichtigung der genannten Aspekte zu beurteilen ist.

## **Die langfristig agierenden Anleger profitieren vom Hochfrequenzhandel**

Insbesondere langfristig orientierte Investoren, deren Investitionsvorhaben von kurzfristigen Anomalien, verursacht durch die Aktivität des Hochfrequenzhandels, unberührt sind, profitieren durchaus von den



positiven Aspekten. Insbesondere kommt den langfristig orientierten Anlegern der Vorteil der reduzierten Transaktionskosten und der erhöhten Informationseffizienz in vollen Umfang zugute.

## Literatur

**Anand, A. / McCormick, T. / Serban, L. (2013)**

Incentives For Liquidity Provision: Is The Make-Take Structure The Answer?  
Working Paper

**Angel, J. / Harris, L. / Spatt, C. S. (2011)**

Equity Trading In The 21st Century  
Quarterly Journal of Finance 1 / 1  
Seite 1-53

**Australian Securities and Investment Commission (2013)**

Dark Liquidity And High-Frequency Trading  
Report 331  
März 2013

**Baron, M. / Brogaard, J. / Kirilenko, A. (2012)**

The Trading Profits Of High-Frequency Traders  
Working Paper

**Bershova, N. / Rakhlin, D. (2013)**

High-Frequency Trading And Long-Term Investors: A View From The Buy-Side  
Journal of Investment Strategies 2 / 2  
Seite 25-69

**Biais, B. / Foucault, T. / Moinas, S. (2011)**

Equilibrium High-Frequency Trading  
International Conference of The French Finance Association (AFFI)  
Mai 2011

**Brewer, P. / Cvitanic, J. / Plott, C. (2012)**

Market Microstructure Design And Flash Crashes: A Simulation Approach  
SSRN Working Paper  
3. Dezember 2012

**Brogaard, J. (2010)**

High-Frequency Trading And Its Impact On Market Quality  
Working Paper

**Brogaard, J. / Hendershott, T. / Hunt, S. / Ysusi, C. (2014)**

High-Frequency Trading And The Execution Costs Of Institutional Investors  
The Financial Review

**Brogaard, J. / Hendershott, T. / Riordan, R. (2013)**

High-Frequency Trading And Price Discovery  
The Review of Financial Studies

**Campbell, J. Y. / Froot, K. A. (1993)**

International Experiences With Securities Transaction Taxes  
NBER Working Paper 4587  
Dezember 1993

**Carrion, A. (2013)**

Very Fast Money: High-Frequency Trading On The NASDAQ  
Journal of Financial Markets 16 / 4  
Seite 680-711

**Cartea, A. / Penalva, J. (2012)**

Where Is The Value In High-Frequency Trading?  
Quarterly Journal of Finance 2 / 3  
Seite 1-46

**Coval, J. / Shumway, T. (2001)**

Is Sound Just Noise?  
Journal of Finance 56  
Seite 1887-1910

**Dann, L. Y. / Mayers, D. / Raab, R. J. (1977)**

Trading Rules, Large Blocks And The Speed Of Price Adjustment  
Journal of Financial Economics 4  
Seite 3-22

**Degryse, H. / de Jong, F. / van Kervel, V. (2011)**

The Impact Of Dark Trading And Visible Fragmentation On Market Quality  
CEPR Discussion Paper 8630

**Easley, D. / López de Prado, M. / O'Hara, M. (2011)**

The Microstructure Of The Flash Crash: Flow Toxicity, Liquidity Crashes And The Probability Of Informed Trading  
Journal of Portfolio Management  
Winter 2011

**Easley, D. / O'Hara, M. (1987)**

Price, Trade Size And Information In Securities Markets  
Journal of Financial Economics 19  
Seite 69-90

**Foresight (2011)**

End-User Perspective On Computerized Trading  
UK Government Office for Science

**Foresight (2012)**

The Future Of Computer Trading In Financial Markets - An International Perspective  
Final Project Report  
UK Government Office for Science

**Gao, C. / Mizrach, B. (2013)**

Market Quality Breakdowns In Equities  
Working Paper

**Grant, J. (2010)**

Light Speed Ahead: How Technology Is Changing Trading  
Financial Times  
24. September 2010

**Grant, J. (2011)**

High-Frequency Boom Time Hits Slowdown  
Financial Times  
12. April 2011

**Gresser, U. (2004)**

Trading mit CFDs. Methoden - Ansätze - Strategien  
Finanzbuch Verlag

**Gresser, U. (2005)**

Investment Style: Systematische Trading-Strategien im modernen Portfoliomanagement  
Gabler Verlag

**Gresser, U. (2008)**

Automatisierte Handelssysteme: Erfolgreiches Investieren mit Gresser K9  
Finanzbuch Verlag

**Gresser, U. (2017)**

Die Börse von morgen: Wie Sie als Privatanleger das Spiel im Hochfrequenzhandel gewinnen  
Wiley

**Hagstromer, B. / Norden, L. (2013)**

The Diversity Of High-Frequency Traders  
Journal of Financial Markets 16 / 4  
Seite 741-770

**Hasbrouck, J. (2013)**

High-Frequency Quoting: Short-Term Volatility In Bids And Offers  
Working Paper  
22. Februar 2013

**Hendershott, T. / Jones, C. / Menkveld, A. (2011)**

Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?  
Journal of Finance 66 / 1  
Seite 1-33

**Hendershott T. / Riordan, R. (2011)**

Algorithmic Trading And Information  
Working Paper

**Hirschey, N. H. (2013)**

Do High-Frequency Traders Anticipate Buying And Selling Pressure?  
Working Paper

**Hoffman, P. (2013)**

A Dynamic Limit Order Market With Fast And Slow Traders  
European Central Bank (ECB)  
28. Januar 2013

**Hofstede, G. (2001)**

Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions And Organizations Across Nations  
Sage Publication

**Jones, C. (2013)**

What Do We Know About High-Frequency Trading?  
Working Paper

**Jones, H. (2013)**

EU Agrees Preliminary Deal To Rein In Speed Traders  
Reuters  
22. Oktober 2013

**Kearns, M. / Kulesza, A. / Nevmyvaka, Y. (2010)**

Empirical Limitations On High-Frequency Trading Profitability  
SSRN Working Paper  
17. September 2010

**Kim, K. A. / Park, J. (2010)**

Why Do Price Limits Exist In Stock Markets? A Manipulation-Based Explanation  
European Financial Management 16 / 2  
Seite 296-318

**Kim, K. A. / Rhee, S. G. (1997)**

Price Limit Performance: Evidence From The Tokyo Stock Exchange  
Journal of Finance 52 / 2  
Seite 885-901

**Kirilenko, A. / Lo, A. (2013)**

Moore's Law Versus Murphy's Law: Algorithmic Trading And Its Discontents  
Working Paper

**Lehmann, B. N. (1989)**

Commentary: Volatility, Price Resolution And The Effectiveness Of Price Limits  
Journal of Financial Services Research 3  
Seite 205-209

**Lillo, F. / Farmer, J. D. (2004)**

The Long Memory Of The Efficient Market  
Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics 8 / 3

**Lopez, L. (2013)**

Goldman Sachs Massive Trading Error Bears A Scary Resemblance To The One That Brought  
Down Knight Capital  
Business Insider  
21. August 2013

**McInish, T. H. / Upson, J. (2013)**

The Quote Exception Rule: Giving High-Frequency Traders An Unintended Advantage  
Financial Management Fall 2013  
Seite 481-501

**Narang, M. (2010)**

Tradeworx, Inc. Public Commentary On SEC Market Structure Concept Release  
SEC Comment Letter

**Odean, T. (1999)**

Do Investors Trade Too Much?  
American Economic Review 89  
Seite 1279-1298

**O'Hara, M. / Oldfield, G. S. (1986)**

The Microeconomics Of Market Making,  
Journal of Financial And Quantitative Analysis 21  
Seite 361-376

**O'Hara, M. / Yao, C. / Ye, M. (2012)**

What's Not There: The Odd-Lots Bias In TAQ Data  
Working Paper

**O'Hara, M. / Ye, M. (2011)**

Is Market Fragmentation Harming Market Quality?  
Journal of Financial Economics 100

**Patterson, S. (2013)**

High-Frequency Traders Safeguards Come Under Scrutiny  
The Wall Street Journal  
18. Juli 2013

**Popper, N. (2013)**

Royal Bank Of Canada Gains By Putting The Brakes On Traders  
The New York Times  
25. Juni 2013

**Prix, J. / Loistl, O. / Hueltl, M. (2007)**

Algorithmic Trading Patterns In Xetra Orders  
European Journal of Finance 13  
Seite 717-739

**Protess, B. (2012)**

New York Stock Exchange Settles Case Over Early Data Access  
The New York Times  
14. September 2012

**Satchell, S. (2012)**

An Assessment Of The Social Desirability Of High-Frequency Trading  
The Finsia Journal of Applied Finance 3

**Schmerken, I. (2009)**

High-Frequency Trading Shops Play The Colocation Game  
Advanced Trading  
5. Oktober 2009

**Scholtus, M. L. / Van Dijk, D. J. C. / Frijns, B. (2012)**

Speed, Algorithmic Trading And Market Quality Around Macroeconomic News Announcements  
Tinbergen Institute  
Discussion Paper 12-121 / III

**Skjeltorp, J. A. / Sojli, E. / Tham, W. W. (2012)**

Sunshine Trading: Flashes Of Trading Intent At The NASDAQ  
AFA 2012 Chicago Meeting Paper

**Stevenson, A. (2013)**

Knight Capital To Pay \$12 Million Fine On Trading Violations  
The New York Times  
16. Oktober 2013

**Stoll, H. R. (1978)**

Supply Of Dealer Services In Securities Markets,  
Journal of Finance 33  
Seite 1133-1151

**Tse, J. / Lin, X. / Vincent, D. (2012a)**

High-Frequency Trading – The Good, The Bad And The Regulation  
Credit Suisse AES Analysis  
5. Dezember 2012

**Tse, J. / Lin, X. / Vincent, D. (2012b)**

High-Frequency Trading Measurement, Detection And Response  
Credit Suisse AES Analysis  
6. Dezember 2012

Praxishandbuch Hochfrequenzhandel Band 2

Advanced: Produkte, Systeme, Regulierung

Gresser, U.

2018, XXV, 774 S. 156 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-658-13876-9