



Zeitlichkeit und Kognition im Hochfrequenzhandel

Beverungen, Armin; Lange, Ann Christina

Published in:
Medien der Finanz

Publication date:
2017

Document Version
Verlags-PDF (auch: Version of Record)

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Beverungen, A., & Lange, A. C. (2017). Zeitlichkeit und Kognition im Hochfrequenzhandel. In F. Balke, B. Siegert, & J. Vogl (Hrsg.), *Medien der Finanz* (Band 17, S. 9-20). Wilhelm Fink Verlag.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Zeitlichkeit und Kognition im Hochfrequenzhandel

Hochfrequenzhandel, in dem Algorithmen fast in Lichtgeschwindigkeit Aufträge auf den Finanzmärkten dieser Welt ausführen, wurde in den letzten Jahren in den Medien- und Kulturwissenschaften langsam mehr Aufmerksamkeit zuteil.¹ Nicht zuletzt durch den *Flash Crash* vom 6. Mai 2010, währenddessen Hochfrequenz-Algorithmen sich gegenseitig affizierten und so in kürzester Zeit den *Dow Jones* zum Einsturz brachten, wurde in der Öffentlichkeit deutlich, wie sehr automatisierter Handel allgemein Finanzmärkte prägt und zu kaum beherrschbaren Dynamiken führt.² Hochfrequenzhandel ist aus medienkulturwissenschaftlicher Perspektive gerade deswegen interessant, weil er mit der medientechnologischen Beschaffenheit von Finanzmärkten spielt.

Hochfrequenzhandel profitiert dabei von einer sehr eigenen und relativ neuen Zeitlichkeit. Wie N. Katherine Hayles bemerkt, erzeugt die medientechnologische Aufrüstung von Finanzmärkten, auf der Hochfrequenzhandel beruht, eine »complete transformation of the temporal regimes within which trading occurs«.³ Er findet in Millisekunden statt und nutzt dabei die kleinsten zeitlichen und somit informationellen Vorteile für sich aus, um mit einer Unzahl von Transaktionen in der Summe sehr große Gewinne zu erzielen. Dabei operiert der Hochfrequenzhandel innerhalb und zwischen Finanzmärkten und blendet zugleich eine Bezugnahme auf eine Welt außerhalb der Märkte praktisch aus. Somit erzeugt er einen Selbstbezug und einen engen zeitlichen Horizont, der, auf Millisekunden reduziert, wenig mit anderen zeitlichen Aspekten des Handels zu tun hat. Während Derivate wie Optionen und Futures wesentlich zur Finanzkrise von 2007/08 beigetragen haben, indem sie versucht haben, die Zukunft in die Gegenwart zu falten und immer schon mitzuberechnen,⁴ befasst sich Hochfrequenzhandel immer nur mit zeitlich naheliegenden Preisdifferenzen in den Finanzmärkten selbst.

Diese besondere Zeitlichkeit des Hochfrequenzhandels verstärkt die kognitive Krise, in der sich das Finanzkapital befindet. Spätestens die Finanzkrise von 2007/08 hat deutlich gemacht, dass die Komplexität der Finanzmärkte menschliche Intelligenz überfordert, und die vom Finanzkapital erzeugte Welt nicht mehr problemlos von menschlicher

(1) Ann-Christina Lange/Marc Lenglet/Robert Seyfert, *Cultures of High-Frequency Trading. Mapping the Landscape of Algorithmic Developments in Contemporary Financial Markets*, in: *Economy and Society* 45, 2016, S. 149–165.

(2) Zur Rezeptionsgeschichte des ›Flash Crash‹ als Ereignis siehe Christian Borch, *High-Frequency Trading, Algorithmic Finance and the Flash Crash. Reflections on Eventalization*, in: *Economy and Society* 45, 2016, S. 350–378.

(3) N. Katherine Hayles, *Unthought. The Power of the Cognitive Nonconscious*, Chicago (IL)–London 2017, S. 165.

(4) Vgl. Elena Esposito, *Die Zukunft der Futures. Die Zeit des Geldes in Finanzwelt und Gesellschaft*, Heidelberg 2010; Joseph Vogl, *Das Gespenst des Kapitals*, Zürich 2010, S. 83–114.

Kognition zu beherrschen ist.⁵ Während bei Derivaten die Verteilung von Risikozusammenhängen undurchsichtig wird und so Preis und damit Wert für die Zukunft unberechenbar werden, fordert Hochfrequenzhandel menschliche Kognition durch schierer Höchstgeschwindigkeit heraus. Denn das zeitliche Regime des Hochfrequenzhandels entzieht sich menschlichem Bewusstsein und findet in der ›kognitiven Lücke‹ menschlicher Aufmerksamkeit statt, die in der Regel auf eine halbe Sekunde berechnet wird.⁶ In dieser Zeitspanne können Algorithmen bereits hunderte Aufträge ausführen, Finanzmärkte ins Wanken bringen und Handelsfirmen in den Ruin stürzen.

In diesem Beitrag möchten wir uns mit der besonderen Zeitlichkeit und kognitiven Herausforderung des Hochfrequenzhandels befassen und aufzeigen, auf welcher medientechnologischen Aufrüstung er beruht, welche Zeitlichkeiten er mit sich bringt und ausnutzt, und welche kognitiven Gefüge er dabei erzeugt. Wir stützen uns dabei auf die bestehende Literatur, aus der wir medientechnologische Aspekte herausarbeiten, sowie insbesondere auf die ethnografische Feldforschung der zweiten Verfasserin in einem *prop shop* für Hochfrequenzhandel, die zwischen 2014 und 2016 in New York stattgefunden hat und die durch Interviews mit anderen Hochfrequenzhändlern in New York und Chicago ergänzt wurde. Laut Ann-Christina Lange, Marc Lenglet und Robert Seyfert dient algorithmischer Hochfrequenzhandel als Fallstudie für die Untersuchung algorithmischer Kulturen, da die ihm zugrunde liegende medientechnologische Konfiguration es auch erlaubt, Fragen zur allgemeineren Proliferation von automatisierten Prozessen und ihren vielfältigen Verstrickungen mit unserem Alltagsleben zu erkunden.⁷

Medientechnologische Aufrüstung der Finanzmärkte

Hochfrequenzhandel ist ein Teilbereich des automatisierten, algorithmischen Handels an Finanzmärkten, der kleinste Informationsvorteile und Preisdifferenziale ausnutzt, und durch die Abwicklung von Aufträgen in zeitlichen Intervallen unterhalb der Schwelle menschlicher Wahrnehmung gekennzeichnet ist. Im Jahr 2016 machte der Hochfrequenzhandel knapp die Hälfte des gesamten Handelsvolumens mit Aktien aus;⁸ demnach sind der Informationsfluss und das medientechnologische Gefüge der Finanzmärkte deutlich vom Hochfrequenzhandel geprägt. Hierzu bedurfte es einer medientechnologischen Entwicklung und Aufrüstung von Finanzmärkten, die bereits Ende des 19. Jahrhunderts begann. Die Mediengeschichte der Finanzmärkte zeigt, dass diese immer schon stark von Medientechnologien

(5) Randy Martin, *Whose Crisis Is That? Thinking Finance Otherwise*, in: *ephemera: theory & politics in organization* 9, 2009, S. 344–349, hier S. 345.

(6) Zur kognitiven Lücke, klassisch: Brian Massumi, *The Autonomy of Affect*, in: *Cultural Critique* 31, 1995, S. 83–109; aktuell und mit Bezug zu Hochfrequenzhandel: Hayles, *Unthought*, wie Anm. 3.

(7) Lange/Lenglet/Seyfert, *Cultures of High-Frequency Trading*, wie Anm. 1, S. 154f.

(8) Preslav Raykov, *Is HFT Trading Here to Stay?*, in: <https://themarketmogul.com/hft-trading/?hvid=3SYVaj> [Zugriff 10.09.2017].

geprägt waren, und »durch den engen Zusammenhang zwischen der Preisbildung in Börsengeschäften und medientechnischen Innovationen strukturiert« sind.⁹ Finanzmärkte sind medientechnologisch bedingt.

Seit Ende der 1970er Jahre schreitet die Automatisierung der Finanzmärkte voran, auch angetrieben von Vorgängern des Hochfrequenzhandels, wie zum Beispiel frühen Formen des automatisierten Handels, die Donald MacKenzie am Beispiel der Firma Automated Trading Desk (ATD) verfolgt hat.¹⁰ Erst der Triumph der elektronischen Handelsplattformen gegen Ende der 1990er Jahre hat dazu geführt, dass seit den 2000er Jahren alle Finanzmärkte »out of the pits« als elektronische Handelsplattformen neu aufgestellt sind und somit Hochfrequenzhandel möglich machen.¹¹ Seitdem findet ein noch deutlicheres »Wettrüsten« statt, indem die medientechnologischen Gefüge der Finanzmärkte auf Geschwindigkeit getrimmt werden.¹²

Die US-amerikanische *Commodity Futures Trading Commission* definiert Hochfrequenzhandel durch folgende vier Kernaspekte:

- (a) algorithms for decision making, order initiation, generation, routing, or execution, for each individual transaction without human direction;
- (b) low-latency technology that is designed to minimize response times, including proximity and colocation services;
- (c) high speed connections to markets for order entry; and
- (d) high rates of orders or quotes submitted.¹³

Die ersten drei Aspekte deuten auf die medientechnologischen Bedingungen des Hochfrequenzhandels hin: Algorithmen zur automatischen Bearbeitung von Aufträgen; geringe Latenzzeiten garantiert durch schnelle Computer und Nähe zu den Handelsplattformen der Finanzmärkte; sowie schnelle Verbindungen zwischen den einzelnen Märkten.

Um zum Beispiel preisliche Unterschiede zwischen zwei korrelierenden Produkten, die an zwei verschiedenen Märkten gehandelt werden, auszunutzen – *to make the spread* –, greifen Hochfrequenzhändler auf schnelle Verbindungen zwischen Märkten zurück. So etwa im Handel mit Wertpapieren am *New York Stock Exchange* und den dazugehörigen *Futures* am *Security Futures Exchange* in Chicago. Eine Preisveränderung in New York braucht dabei 13 Millisekunden, bis sie auch in Chicago umgesetzt wird. Dadurch dass Hochfrequenzhändler schnellere Datennetze nutzen, in denen der Datentransfer in ca. 8 Millisekunden abläuft, können sie mit jedem Auftrag einen Gewinn verbuchen.¹⁴ *Scalping* funktioniert ähnlich: auch hier werden kleinste Kursunterschiede zwischen

(9) Vogl, *Das Gespenst des Kapitals*, wie Anm. 4, S. 105; zur Mediengeschichte der Finanzmärkte siehe Ramón Reichert, *Das Wissen der Börse*, Bielefeld 2009, S. 83–157.

(10) Donald MacKenzie, *A Material Political Economy. Automated Trading Desk and Price Prediction in High-Frequency Trading*, in: *Social Studies of Science* 47, 2016, S. 172–194.

(11) Zur Übersetzung der Kulturtechniken des Parketthandels in den elektronischen Handel vgl. Caitlin Zaloom, *Out of the Pits. Traders and Technology from Chicago to London*, Chicago (IL)–London 2006.

(12) Eric Budish/Peter Crampton/John Shim, *The High-Frequency Trading Arms Race. Frequent Batch Auctions as a Market Design Response*, in: *The Quarterly Journal of Economics* 130, 2015, S. 1547–1621.

(13) CFTC Working Group, *FIA Special Report. CFTC Discusses High-Frequency Trading*, in: <https://fia.org/articles/fia-special-report-cftc-discusses-high-frequency-trading> [Zugriff 20.08.2017].

(14) Budish/Crampton/Shim, *The High-Frequency Trading Arms Race*, wie Anm. 12, S. 1548f.

verschiedenen Börsen bzw. Handelsplattformen ausgenutzt um mit großem Volumenhandel multiplizierte Gewinne zu erzielen. Donald MacKenzie und seine Mitverfasser berichten, dass zwischen Chicago und New York bzw. den Vororten Aurora und Mahwah, in deren Datenzentren die Handelsplattformen operieren, durch Berge gebohrt wurde, um eine *dark fibre*-Leitung zu legen, die 1,3 Millisekunden schneller als bestehende Glasfaserleitungen ist. Auch schnellere Mikrowellen werden auf dieser Strecke genutzt; Lichtgeschwindigkeit wird zur realen Grenze für Datenübertragung im Hochfrequenzhandel.¹⁵

Ähnlich verhält es sich mit der *co-location*, bei der die Server der Handelsfirma, auf denen die Algorithmen für den Hochfrequenzhandel ausgeführt werden, so nah wie möglich an den Servern der Märkte, auf denen die Handelsplattformen operieren, positioniert werden. Die Nähe zu den Handelsplattformen lassen sich die Betreiber der Datenzentren gut bezahlen; denn wenige Meter Glasfaserkabel können einen entscheidenden Unterschied machen. Viele Märkte haben mittlerweile Regeln für einen fairen Zugriff auf die Handelsplattformen aufgestellt, zum Beispiel indem sie die Länge der Kabel für Handelsfirmen im selben Datenzentrum reglementiert haben.¹⁶ Trotzdem beruht Hochfrequenzhandel fundamental auf »informationellen Asymmetrien«. Nur durch das Ausnutzen medientechnologisch bedingter informationeller Vorteile kann Hochfrequenzhandel Gewinn bringen: »the design of capital exchanges, particularly increasing information inequality among market participants, has been a key means through which HFT traders have extracted wealth.«¹⁷

Viele der Strategien des Hochfrequenzhandels wären ohne *co-location* undenkbar. So benötigt auch das elektronische *market-making* – die am häufigsten eingesetzte Strategie, die den Märkten ihre Liquidität verleiht – einen schnellen Zugriff auf die Handelsplattformen. Indem regelmäßig aktualisierte Ankaufs- und Verkaufspreise angeboten werden, versuchen Hochfrequenz-Algorithmen einen *bid-offer spread*, also eine kleine Preisdifferenz von oft nur einem Cent zwischen den Preisen, auszunutzen. Das kann nur funktionieren, wenn die Algorithmen schneller als andere menschliche oder maschinelle Händler Daten aus den Handelsplattformen auslesen und verarbeiten und ihre Ankaufs- und Verkaufsgebote schneller als andere an veränderte Marktbedingungen anpassen können.¹⁸

Genauso benötigt Hochfrequenzhandel schnelle Rechner, auf denen die Algorithmen ausgeführt werden können, und die über einen schnellen Anschluss an die Datennetzwerke der Märkte angeschlossen sind. Daher werden keine Standard-Rechner verwendet, sondern die wichtigsten Elemente des Computersystems, insbesondere mögliche Engpässe, optimiert, um sehr kurze Latenzzeiten von oft nur Nanosekunden zu erreichen. So werden zum Beispiel für den Anschluss an das Datennetz dafür zugeschnittene *Switches* verwendet, die mehrere Gigabits an Marktdaten pro

(15) Donald MacKenzie/Daniel Beunza/Yuval Millo/Juan Pabo Pardo-Guerra, *Drilling Through the Allegheny Mountains. Liquidity, Materiality and High-Frequency Trading*, in: *Journal of Cultural Economy* 5, 2012, S. 279–296, hier S. 287; Donald MacKenzie, *Be Grateful for Drizzle*, in: *London Review of Books* 36, 2014, S. 27–30.

(16) MacKenzie/Beunza/Millo/Pardo-Guerra, *Drilling Through the Allegheny Mountains*, wie Anm. 15, S. 289.

(17) Matthew Zook/Michael H. Grote, *The Microgeographies of Global Finance. High-Frequency Trading and the Construction of Information Inequality*, in: *Environment and Planning A* 49, 2017, S. 121–140, hier S. 130.

(18) Zu verschiedenen Handelsstrategien: MacKenzie/Beunza/Millo/Pardo-Guerra, *Drilling Through the Allegheny Mountains*, wie Anm. 15; Zook/Grote, *The Microgeographies of Global Finance*, wie Anm. 17.

Sekunden weiterleiten können; es werden Netzwerkkarten verwendet, die mit *Kernel-Bypass* ausgestattet sind, damit ihre Hardware direkter für die nötigen Arbeitsprozesse genutzt werden kann; und Hochfrequenzhandel treibt neben den Computerspielen die Entwicklung von *Parallel Computing* insbesondere durch Grafikprozessoren voran, damit große Datenmengen möglichst schnell parallel bearbeitet werden können.¹⁹

Zeitlichkeit des Hochfrequenzhandels

Welche Zeitlichkeit wird durch diese Aufrüstung der Finanzmärkte für den Hochfrequenzhandel erzeugt, und wie können Mensch und Maschine in diesem medientechnologischen Gefüge agieren? Im Vergleich zu einigen Episoden aus der Mediengeschichte der Finanzmärkte lassen sich die Besonderheiten der Zeitlichkeit des Hochfrequenzhandels herausarbeiten. Zunächst ist festzustellen, dass zeitliche Beschleunigung für die Finanzmärkte nichts Neues ist. So weist Ramón Reichert darauf hin, dass die medientechnologische und soziale Akzeleration des Börsenhandels »ihre Wirkungskraft aus einer historischen Dimension, die weit ins 19. Jahrhundert«²⁰ zurückreicht, entfaltet. Als erste Beispiele führt Reichert die Telegrafie und insbesondere den darauf beruhenden Börsenticker an.

Der Börsenticker macht deutlich, dass zeitlicher Informationsfluss für den Börsenhandel wesentlich ist. Der Börsenticker, ein 1867 erfundener druckender Telegraph, mit dem aktuelle Aktienkurse von den Schauplätzen der Börsen per Telegrafie an viele Orte gesendet werden können, ermöglicht einen erweiterten und schnelleren Informationsfluss. Während bis dahin oft noch Briefe anstelle von Telegrafie zur Übermittlung von kontextualisierten Marktinformationen bevorzugt wurden, konnten mit dem Börsenticker genaue und zeitlich sensible Preisinformationen übermittelt werden.²¹ In diesem medientechnologischen Gefüge stand der Mensch mit seinen kognitiven Fähigkeiten weiterhin im Mittelpunkt; allerdings forderte der Börsenticker nun vom Händler eine ständige Anwesenheit, Aufmerksamkeit und Beobachtung, und intensivierte und beschleunigte so die Zeit des Finanzhandels schon Ende des 19. Jahrhunderts.²² Der Börsenticker konnte allerdings nur informieren und nicht selbst zum Handeln eingesetzt werden – dies erfolgte über andere telegrafische Geräte und menschlichen Handel.

Dabei hatte der Börsenticker bereits eine Unmittelbarkeit und Sofortigkeit versprochen: die »nahezu in *Echtzeit* ablaufende telegrafische Übermittlung von Börsenkursen« machte den Finanzmarkt auch für Außenstehende »zu einem fast ›unmittelbar‹ erfahrbaren Phänomen«.²³ Der Börsenticker lässt den Markt als kontinuierlich tickendes Geschehen erscheinen, das jeden, der Zugang zum Gerät hat, teilhaben lässt. Dabei teilt der Börsenticker die Phantasmen des Immediaten mit der Telegrafie,

(19) Zu technischen Details siehe Zook/Grote, *The Microgeographies of Global Finance*, wie Anm. 17; Sorin Zoican/Marius Vochin, *Computing Systems and Network Architectures in High Frequency Trading Financial Applications*, in: *International Conference on Communications (COMM)*, Bucharest 2016, S. 139–144.

(20) Reichert, *Das Wissen der Börse*, wie Anm. 9, S. 126.

(21) Alex Preda, *Socio-Technical Agency in Financial Markets. The Case of the Stock Ticker*, in: *Social Studies of Science* 36, 2006, S. 753–782, hier S. 759–761.

(22) Ebenda, S. 768: »Constant presence, attention and observation were explicitly required by manuals of the time.«

(23) Urs Stäheli, *Spektakuläre Spekulation. Das Populäre in der Ökonomie*, Frankfurt/M. 2007, S. 321.

auf die er aufbaut.²⁴ Erstmal erweckt der Börsenticker den Eindruck, als ob alle Nutzer gleichberechtigten Zugriff auf Marktinformationen erhalten; auch das Börsengeschehen selbst muss sich an die Erfordernisse der Technologie anpassen, denn Preise und Handelsvolumen müssen nun klarer dokumentiert und übertragbar werden.²⁵ Trotzdem bestehen natürlich Informations-Asymmetrien. Joseph Vogl berichtet davon, wie schon vor dem Börsenticker in Frankreich die optische Telegrafie missbraucht wurde, um Kursdaten über Staatsanleihen illegal zu kommunizieren und somit einen Informationsvorteil zu gewinnen.²⁶ Auch beim Börsenticker kommt es letztendlich darauf an, wie nah man sich am Börsengeschehen befindet und wie schnell einen somit das Signal erreicht, damit man dann zeitnah handeln kann. Eine ›Echtzeit‹ der Börse gibt es nicht; ob die Information trotzdem ›rechtzeitig‹ ankommen und verarbeitet werden, hängt von Privilegien ab.²⁷

Auch auf den automatisierten Handelsplattformen begegnen wir noch Phantasmen des Immediaten. So bemerkt Sven Grzebeta, die Automatisierung der Finanzmärkte schaffe die Möglichkeit, heute »an beinahe jedem Ort der Welt über das Internet Börsenkurse in Echtzeit beziehen«²⁸ zu können. Auch, wenn gegenwärtige Medientechnologien wie insbesondere das Internet weiterhin eine sofortige Übertragung versprechen,²⁹ wird mit dem Hochfrequenzhandel deutlich, dass es für die Finanzmärkte keine gemeinsame, geteilte Echtzeit gibt. Zwar basieren die meisten Handelsplattformen auf einem Auftragsbuch, das Ankaufs- und Verkaufsangebote minutiös dokumentiert und auf dessen Basis eingehende Aufträge in der Reihenfolge, in der sie eintreffen, bearbeitet werden. Der Zugriff auf Informationen über den Zustand des Auftragsbuches sowie die Geschwindigkeit, mit der versandte Aufträge dann auf den Handelsplattformen ankommen, hängen jedoch von den medientechnologischen Voraussetzungen der einzelnen Händler ab und sind demnach von eben den informationellen Asymmetrien betroffen, die den Hochfrequenzhandel überhaupt kennzeichnen.

Die medientechnologische Aufrüstung, die wir oben beschrieben haben, schafft diese informationellen Asymmetrien also nicht ab, sondern spitzt sie zu und verlagert relative Informationsvorteile in den Bereich von Millisekunden. Was den Hochfrequenzhandel insbesondere auszeichnet, ist, dass diese Ungleichheiten heute nicht mehr, wie noch beim Börsenticker oder auch späteren Medientechnologien, noch von eigenständig handelnden Menschen selbst ausgenutzt werden können. Die medientechnologisch ermöglichten Informationsflüsse sind nicht mehr für menschlichen Konsum konzipiert, sondern können nur noch von Maschinen rechtzeitig gelesen, analysiert und verarbeitet werden. Nur Algorithmen können rechtzeitig auf die gegebenen Informationen reagieren und gegebenenfalls Handelsaktivitäten einleiten oder anpassen.

(24) Zu *Phantasmen des Immediaten insbesondere mit Bezug zur Telegrafie* vgl. Florian Sprenger, *Medien des Immediaten. Elektrizität – Telegraphie – McLuhan*, Berlin 2012.

(25) Preda, *Socio-Technical Agency in Financial Markets*, wie Anm. 21, S. 765–767.

(26) Vogl, *Das Gespenst des Kapitals*, wie Anm. 4, S. 104 f.

(27) Zu ›Echtzeit‹ und ›Rechtzeit‹ siehe Sprenger, *Medien des Immediaten*, wie Anm. 24.

(28) Sven Grzebeta, *Temporalisierung der Börse*, in: Andreas Langenohl/Kerstin Schmidt-Beck (Hg.), *Die Markt-Zeit der Finanzwirtschaft*, Marburg 2007, S. 121–147, hier S. 139.

(29) Vgl. Florian Sprenger, *Politik der Mikroentscheidungen. Edward Snowden, Netzneutralität und die Architekturen des Internets*, Lüneburg 2015.

Affektive Ansteckung und das kognitive Nicht-Bewusstsein

Trotz der massiven Beschleunigung von Handelsplattformen, Netzwerk- und Computerarchitekturen liegt auch beim Design von Algorithmen die Betonung weiterhin auf Geschwindigkeit. Dies hat zur Folge, dass Algorithmen nur relativ einfache Strategien umsetzen können, denn komplexere Strategien benötigten komplexeren Code, dessen Ausführung mehr Zeit in Anspruch nehmen würde. Jakob Arnoldi führt aus: »current technological developments strongly indicate that strategic priority is granted to speed rather than sophisticated data processing. Crudely put, algos get faster but not smarter.«³⁰ Selbst wenn zum Beispiel die Anwendung von lernenden künstlichen neuronalen Netzwerken im Hochfrequenzhandel bereits erprobt wurde, war zumindest zur Zeit unserer Datenerhebung der Handel auf Basis dieser Technologien weder weit fortgeschritten noch profitabel; einige Händler spekulierten jedoch darauf, dass Algorithmen in ein paar Jahren *smart* und schnell sein könnten.³¹ Es ist jedoch nur schwer vorzustellen, dass auch dann keine Abwägung zwischen Geschwindigkeit und *smartness* mehr notwendig ist.

Die konsequente ›Dummheit‹ der Algorithmen im Hochfrequenzhandel hat schwerwiegende Folgen. Denn die Parameter, die ein Handelsalgorithmus berücksichtigen und berechnen kann, können kaum die Komplexität der Finanzmärkte widerspiegeln. Und das Zusammenspiel unzähliger Handelsalgorithmen erzeugt Dynamiken, die weder menschlich präjudiziert, noch berechenbar oder gar kontrollierbar sind. Es entstehen kognitive Maschinenökologien, in denen komplexe Dynamiken zu unvorhersehbaren Entwicklungen führen, die unterhalb der Schwelle menschlicher Wahrnehmung stattfinden.³² Der Hochfrequenzhandel hat diese Dynamiken deutlich verschärft, weswegen er auch in den Medienkulturwissenschaften oft als Paradebeispiel für komplexe Maschinenökologien, die durch affektive Ansteckung auf maschinischer Ebene stattfindet, herangezogen werden. Aus Maurizio Lazzaratos Sicht zum Beispiel verwundert dies nicht, denn der Börsenhändler ist kein souveränes oder rationales Subjekt, und der Finanzmarkt selbst ist von Ansteckung und Emulation geprägt, die auf affektiver Ebene agiert.³³

Das Fallbeispiel für diese komplexen Dynamiken liefert ein Ereignis vom 6. Mai 2010: der sogenannte *Flash Crash*, während dessen US-amerikanische Finanzmärkte sehr plötzlich zusammenbrachen und der *Dow Jones Industrial Average* fast 1000 Punkte und somit 10 Prozent seines Wertes verlor, bevor der Handel nach etwa 30 Minuten unterbrochen wurde und die Finanzmärkte sich erholen konnten.³⁴ Auch, wenn die Auswirkung

(30) Jakob Arnoldi, *Computer Algorithms, Market Manipulation and the Institutionalization of High Frequency Trading*, in: *Theory, Culture & Society* 33, 2016, S. 29–52, hier S. 46.

(31) Siehe zu diesen Entwicklungen der künstlichen Intelligenz im Finanzhandel auch Rich Wordsworth, *How AI Is Transforming the Future of Fintech*, in: *Wired*, 16. April 2017; <http://www.wired.co.uk/article/how-ai-is-transforming-the-future-of-fintech> [Zugriff 21.04.2017].

(32) Neil Johnson/Guannan Zhao/Eric Hunsader/Hong Qi/Nicholas Johnson/Jing Meng/Brian Tivnan, *Abrupt Rise of New Machine Ecology Beyond Human Response Time*, in: *Scientific Reports* 3, <https://www.nature.com/articles/srep02627> [Zugriff 13.03.2017]; N. Katherine Hayles, *Cognition Everywhere. The Rise of the Cognitive Nonconscious and the Costs of Consciousness*, in: *New Literary History* 45, 2014, S. 199–220, hier S. 210f.

(33) Maurizio Lazzarato, *Signs and Machines. Capitalism and the Production of Subjectivity*, Los Angeles (CA) 2014, S. 99.

(34) Vgl. dazu Borch, *High-Frequency Trading, Algorithmic Finance and the Flash Crash*, wie Anm. 2.

des *Flash Crash* auf das Verständnis und Verhältnis der Händler zum Markt, auf Marktwerte und deren Entwicklung sowie auf systemische Verständnisse von Marktdynamiken in Frage gestellt werden können³⁵ – der *Flash Crash* zeigt auf, wie Hochfrequenzhandel starke Marktvolatilität dadurch erzeugt, dass Hochfrequenz-Algorithmen sich gegenseitig anstecken und so Dynamiken erzeugen, die es in so deutlicher Ausprägung vorher an Finanzmärkten nicht gab. So werden plötzlich *stub quotes*, die Aktien zu 1 Cent oder 99.999,99 Dollar anbieten, wirklich ausgeführt, obwohl diese eigentlich nur als Test für die Funktionsfähigkeit der Handelsplattformen gedacht sind.³⁶ Diese extremen Preisschwankungen, in der die sonst oft unsichtbaren medientechnologischen Bedingungen sichtbar werden, erschüttern das Vertrauen in die Operationen des Marktes.

Dem *Flash Crash* wurde viel Aufmerksamkeit geschenkt: als ein Ereignis, in dem solche extreme Dynamiken stattfinden, ist er allerdings nichts Besonderes. So haben Neil Johnson und seine Mitverfasser in einer 5-jährigen Zeitspanne zwischen 2006 und 2011 mehr als 18000 *ultrafast extreme events* gezählt, die an Finanzmärkten stattgefunden haben.³⁷ Da sie allerdings in der Regel nur weniger als 1500 Millisekunden andauerten, wurden sie von der großen Mehrheit der (menschlichen) Marktteilnehmer nicht wahrgenommen. Dass Märkte von Phänomenen wie Affizierung, Imitation oder Resonanz geprägt sind, ist also an sich nichts Neues; das Börsengeschehen ist seit jeher von Blasen und Paniken geprägt,³⁸ und auch Daniel Beunza und David Stark haben in ihrer Studie eines Handelsbüros für Derivate in New York um die letzte Jahrtausendwende bemerkt, dass zwischen Händlern kognitive Abhängigkeiten bestehen, die oft zu einer gefährlichen kognitiven Resonanz führen.³⁹ Die heutigen Dynamiken zeichnet allerdings aus, dass sie praktisch rein von Maschinen-Maschinen-Interaktionen, also in der neuen kognitiven Maschinenökologie der Finanzmärkte entstehen. Sie basieren nicht auf einer affektiven Ansteckung zwischen Menschen oder gar deren Psychopathologien,⁴⁰ sondern auf der Ansteckung zwischen Algorithmen.

Das medientechnologische *arms race* des Hochfrequenzhandels erzeugt also Dynamiken, an denen Menschen nicht unmittelbar beteiligt sind. Dem Menschen wird durch die medientechnologische Aufrüstung der Finanzmärkte ein zunehmend marginaler Platz zuteil, und gerade die kognitiven Kapazitäten der menschlichen Händler sind immer weniger wesentlich für das System, gerade weil sie mit den Geschwindigkeiten des Hochfrequenzhandels nicht mithalten können. N. Katherine Hayles nennt das, was hier als medientechnologische Aufrüstung beschrieben wurde, ein

(35) Ebenda, S. 361–365.

(36) Donald Mackenzie, *Mechanizing the Merc. The Chicago Mercantile Exchange and the Rise of High-Frequency Trading*, in: *Technology and Culture* 56, 2015, S. 646–675, hier S. 648.

(37) Johnson/Zhao/Hunsader/Qi/Johnson/Meng/Tivnan, *Abrupt Rise of New Machine Ecology Beyond Human Response Time*, wie Anm. 32; siehe auch Hayles, *Unthought*, wie Anm. 3, S. 163–165.

(38) Vgl. Marieke de Goede, *Virtue, Fortune and Faith. A Genealogy of Finance*, Minneapolis (MN)–London 2005.

(39) Daniel Beunza/David Stark, *From Dissonance to Resonance. Cognitive Interdependence in Quantitative Finance*, in: *Economy and Society* 41, 2012, S. 383–417.

(40) Dies scheint uns in Tiziana Terranovas Argument ein irreführender Vergleich zu sein: Tiziana Terranova, *Ordinary Psychopathologies of Cognitive Capitalism*, in: Arne de Boever/Warren Neidich (Hg.), *The Psychopathologies of Cognitive Capitalism. Part One*, Berlin 2013, S. 45–68.

»nonconscious cognitive arms race«: aus ihrer Sicht kann Hochfrequenzhandel als ein evolutionäres Milieu angesehen werden, »in which speed, rather than consciousness, has become a weapon in the nonconscious cognitive arms race – a weapon that threatens to proceed along an autonomous trajectory in a temporal regime inaccessible to direct conscious intervention«. ⁴¹ Laut Hayles werden hier die »costs of consciousness« ⁴² deutlicher und systematischer ausbeutbar.

Kosten menschlicher und nicht-menschlicher Kognition

Gerade der Hochfrequenzhandel verschärft die kognitive Krise des Finanzkapitals. So stellt die medienkulturwissenschaftliche Literatur zum Hochfrequenzhandel fest, dass die Undurchsichtigkeit der Finanzmärkte eine »epistemische Unsicherheit« mit sich bringt und dadurch Machtdifferenzen erzeugt. ⁴³ Algorithmen allgemein, und somit auch die Algorithmen des Hochfrequenzhandels, bringen epistemologische Herausforderungen mit sich, denn sie sind »never fixed in nature, but are emergent and constantly unfolding«. ⁴⁴ In dem Hochfrequenzhandel, den wir beobachtet haben, arbeiteten immer mehrere Algorithmen, die mit anderen Algorithmen in fortgeschrittenen und vorprogrammierten Rückkopplungsschleifen verknüpft waren. Lernende Algorithmen waren so programmiert, dass sie sich selbst neu schrieben, und das Handelssystem als medientechnologisches Gefüge entwickelte sich zu einem komplexen System interaktiver Rückkopplungsschleifen. ⁴⁵

Menschliche Kognition trifft hier also auf ihre Grenzen, und im Alltagsgeschäft des Hochfrequenzhandels werden die Kosten menschlichen Bewusstseins besonders deutlich, weil der Handel in der »kognitiven Lücke« stattfindet, sich also schneller vollzieht, als das menschliche Bewusstsein schafft, dem Handelsgeschehen zu folgen. Demnach handeln laut Hayles die Hochfrequenz-Algorithmen mit einer »punctuated agency«, ⁴⁶ also im Rahmen eines konkret begrenzten Handlungsspielraums, in der »kognitiven Lücke«. Dabei erarbeiten sich Hochfrequenzhändler Strategien, die die Kosten menschlichen Bewusstseins berücksichtigen, gleichzeitig aber auch die Kosten des kognitiven Nicht-Bewusstseins, wie es im medientechnologischen Gefüge der Finanzmärkte materiell verankert ist, relativieren. Erstens werden Algorithmen so programmiert, dass sie nur einen sehr bestimmten Handlungsspielraum erhalten. Zum Beispiel werden Risiken einzelner Handelsstrategien abgewogen und nur bestimmte Handlungen der Algorithmen zugelassen. Des Weiteren werden klare parametrische Grenzen gesetzt, damit Algorithmen ihr Handeln einstellen, sobald diese Grenzen

(41) Hayles, *Unthought*, wie Anm. 3, S. 165.

(42) Hayles, *Cognition Everywhere*, wie Anm. 32, S. 212.

(43) Zur »epistemic uncertainty« siehe Lange/Lenglet/Seyfert, *Cultures of High-Frequency Trading*, wie Anm. 1, S. 161; zu Machtdifferenzen David Columbia, *High-Frequency Trading. Networks of Wealth and the Concentration of Power*, in: *Social Semiotics* 23, 2013, S. 278–299.

(44) Rob Kitchin, *Thinking Critically About and Researching Algorithms*, in: *Information, Communication & Society* 20, 2017, S. 14–29, hier S. 21.

(45) Vgl. Hayles, *Unthought*, wie Anm. 3, S. 163; Ann-Christina Lange, *The Noisy Motions of Instruments. The Performativity of High-Frequency Trading*, in: Martina Leeker/Immanuel Schipper/Timon Beyes (Hg.), *Performing the Digital. Performativity and Performance Studies in Digital Cultures*, Lüneburg 2017, S. 101–116.

(46) Hayles, *Unthought*, wie Anm. 3, S. 142.

erreicht sind. Auch wenn Algorithmen so ›dumm‹ bleiben, sollten sie auf diese Weise die ihnen zugeschriebenen Handlungskompetenzen nicht überschreiten.

Trotz der klaren Eingrenzung der »punctuated agency« der Algorithmen stehen sie, zweitens, unter fast ständiger Beobachtung der Hochfrequenzhändler. Ähnlich wie der Börsenticker schon eine andere Aufmerksamkeit und veränderte zeitliche Rhythmik erforderte, bedarf auch der Hochfrequenzhandel solch einer Anpassung. Hochfrequenzhändler »*calibrate their bodily rhythms to their algorithms (and thereby indirectly to markets)*«; dabei vermitteln Algorithmen eine Anwesenheit im Markt: »being algorithmically present in markets in order to be able to sense their rhythms«.⁴⁷ Hier entwickeln Händler Bewusstseinsmodi, die eine engmaschige Beobachtung und Überarbeitung der Algorithmen ermöglichen. Ein Hochfrequenzhändler bemerkte: »I don't go more than 45 minutes without checking my strategies, that's absolutely sure«;⁴⁸ auch nachts schläft dieser Händler nie mehr als 4 Stunden, und wacht trotzdem alle 45 Minuten auf, um nach den Algorithmen zu sehen. Während diese Anpassung an den Rhythmus der Märkte erstmal die Schlaf- und Essensmuster der Hochfrequenzhändler betrifft, geht es hier vor allem um Kognition: eine konzentrierte, bewusste Aufmerksamkeit wird ergänzt durch eine ›algorithmische Präsenz‹ im Markt, in der Algorithmen als *cognizer* der Hochfrequenzhändler dienen,⁴⁹ also Teil eines erweiterten kognitiven Gefüges werden, das Hochfrequenzhändler umgibt und das sie auch durch die Algorithmen mitgestalten können.

Drittens werden Finanzmärkte und das Handeln der Algorithmen in ihnen auch simuliert. Hochfrequenzhandel bedient sich hier der wissenschaftlichen Methoden, die Computersimulationen zur Modellierung und Berechnung von Zukunftsszenarien nutzen.⁵⁰ Allerdings haben Hochfrequenzhändler auch klargemacht, dass die Komplexität der Finanzmärkte in ihrer Emergenz nicht ausreichend simuliert werden kann bzw. die finanziellen Risiken so hoch sind, dass man sich nicht alleine auf die Simulation verlassen kann. Ein Hochfrequenzhändler beschrieb dies wie folgt: »There is no perfect simulation program, so it's important when you launch a new strategy to test it with minimal possible risk... and I observe it full time if possible.«⁵¹ Neben der Simulation und dem begrenzten Handlungsspielraum der Algorithmen werden Algorithmen also permanent beobachtet und regelmäßig angepasst und weiterentwickelt. Die kognitive Arbeit der Hochfrequenzhändler teilt sich auf in Programmieren, Testen und Überwachen. Die Simulation unterstützt dabei menschliche Kognition und erhöht deren Leistungsfähigkeit.

(47) Christian Borch/Kristian B. Hansen/Ann-Christina Lange, *Markets, Bodies and Rhythms. A Rhythmanalysis of Financial Markets from Open-Outcry Trading to High-Frequency Trading*, in: *Environment and Planning D* 33, 2015, S. 1080–1097, hier S. 1090–1093 (kursiv im Original).

(48) Im Rahmen der Feldforschung der zweiten Verfasserin durchgeführtes Interview mit einem Hochfrequenzhändler, 15. April 2014, New York.

(49) Für Hayles sind ›cognizer‹ Menschen, biologische Lebensformen oder technische Systeme, die mit kognitiven Fähigkeiten ausgestattet sind, d. h. Entscheidungen treffen können. Hayles, *Unthought*, wie Anm. 3, S. 30–33.

(50) Vgl. Claus Pias, *On the Epistemology of Computer Simulation*, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1, 2011, S. 29–54; Peter Galison, *Computer Simulations and the Trading Zone*, in: Gabriele Gramelsberger (Hg.), *From Science to Computational Science*, Zürich 2011, S. 118–157; konkrete Forschung zur Simulation im Hochfrequenzhandel, neben Diskussionen der Black-Scholes-Formel, sind uns nicht bekannt.

(51) Im Rahmen der Feldforschung der zweiten Verfasserin durchgeführtes Interview mit einem Hochfrequenzhändler, 15. April 2014, New York.

Somit sind menschliches Bewusstsein und menschliche Kognition, auch wenn ihnen in Design und Aufbau der Finanzmärkte und ihrer medientechnologischen Gefüge wenig Bedeutung zuteilwird, wieder stark in diese Gefüge eingebettet.⁵² Das bedeutet allerdings nicht, dass menschliche Kognition Affekt komplett auslöscht: so wie schon die Tickerbandleser ihre ›leidenschaftliche Verbundenheit‹ zum Börsenticker vorsichtig handhaben mussten, berichteten auch einige Hochfrequenzhändler in unserer Studie darüber, dass sie eine zu enge Verbundenheit zu ihren Algorithmen, oder gar eine Süchtigkeit, verhindern mussten, um insbesondere Spielerfehlschlüsse zu vermeiden.⁵³

Andere Zeitlichkeiten, andere kognitive Gefüge

Während die medientechnologische Aufrüstung der Finanzmärkte zugleich eine Aufrüstung des kognitiven Nicht-Bewusstseins gegenüber menschlicher Kognition darstellt, so zeigt der Hochfrequenzhandel auch, dass diese nicht-bewusste, nicht-menschliche Kognition selbst auch ihre Kosten und ihre Grenzen besitzt. Auch wenn Hochfrequenzhandel weiterhin die ›kognitive Lücke‹ für Handel ausnutzt, die menschlicher Wahrnehmung entflieht, so entwickeln Hochfrequenzhändler Bewusstseinsmodi, die die ›kognitive Lücke‹ zwar nicht schließen können, jedoch über den Aufbau eines kognitiven Gefüges, in dem auch Algorithmen als *cognizer* wieder menschlicher Kognition zuspieren, ihre Konsequenzen relativieren.

Hochfrequenzhandel agiert auch unter menschlicher Übersicht gerade in den Zwischenräumen der medientechnologischen Gefüge, die heute Finanzmärkte und ihre Informationsflüsse ausmachen, indem er medientechnologisch erzeugte informationelle Vorteile ausnutzt. Dabei geben Finanzmärkte heutzutage keine Echtzeit oder Unmittelbarkeit her, und gerade der Hochfrequenzhandel zeigt auf, wie deutlich die informationellen Asymmetrien nicht nur die Phantasmen des Immediaten, sondern auch fundamentale Axiome bestimmter Wirtschaftswissenschaften, wie insbesondere die *efficient market hypothesis*, untergraben. Denn Hochfrequenzhandel stellt unwiderruflich klar, dass gerade der für effiziente Märkte so wichtige Informationsfluss – der die Auflösung der Preise im Equilibrium erzeugt – wahnsinnige Transaktionskosten mit sich bringt, die mit der weiteren Akzeleration des Finanzhandels wohl nicht sinken werden. Damit könnte Hochfrequenzhandel zum Ende der gängigen kapitalistischen Oikodizee beitragen.⁵⁴

Da informationelle Asymmetrien Grundlage des Hochfrequenzhandels bilden, stellt sich auch nicht die Frage, ob Hochfrequenzhandel zu einer Demokratisierung der Märkte beitragen könnte, wie es noch frühere medientechnologische Entwicklungen wie der Börsenticker oder auch die

(52) Dass Märkte so konzipiert und (medientechnologisch) umgesetzt werden, dass sie ohne menschliche Kognition funktionieren, überrascht nicht, wenn man bedenkt, dass gerade die angewandten Wirtschaftswissenschaften, die es sich zum Ziel gemacht haben, Märkte als Informationsprozessoren zu konstruieren, menschlicher Kognition immer weniger zentrale Bedeutung zuweisen. Vgl. Philip Mirowski/Edward Nik-Khah, *The Knowledge We Have Lost in Information. The History of Information in Modern Economics*, Oxford–New York (NY) 2017.

(53) Zum ›passionate attachment‹ der Tickerbandleser siehe Stäheli, *Spektakuläre Spekulation*, wie Anm. 23, S. 355–362.

(54) Zur ›efficient market hypothesis‹ und zur kapitalistischen Oikodizee vgl. Vogl, *Das Gespenst des Kapitals*, wie Anm. 4, S. 21–29, 174–178.

betriebswirtschaftliche Computerisierung der Finanzmärkte in den 1970er Jahren versprochen.⁵⁵ Hochfrequenzhandel gibt sich als durch und durch undemokratisch: die Eintrittsbarrieren für Hochfrequenzhandel selbst sind absurd, während der Hochfrequenzhandel von allem Finanzhandel aufgrund seines privilegierten Marktzugangs und der Bereitstellung von ›Liquidität‹ einen Anteil als Profit verbucht. Das medientechnologische und kognitive Wettrüsten des Hochfrequenzhandels wird auch diesen Aspekt weiter verschärfen.

Neben einer Regulierung des Hochfrequenzhandels und der Aufstellung ethischer Regeln bieten sich auch medientechnologische Lösungen an, die die Zeitlichkeit und Kognition des Hochfrequenzhandels grundlegend verändern bzw. ihn sogar komplett abschaffen. So wurde der *Investors Exchange* (IEX) als Antwort auf Hochfrequenzhandel gegründet, und versucht letzteren durch eine einfache medientechnologische Korrektur zu unterbinden: eine gut sechzig Kilometer lange, um den Server der Handelsplattform herum gelegte Spule Glasfaserkabel verzögert den Handel um 350 Mikrosekunden – genug, um Hochfrequenzhandel unmöglich zu machen. Ein anderer Lösungsvorschlag beinhaltet, von einem *continuous limit order book*, also von einem Auftragsbuch, in dem alle Aufträge vermerkt und in der Reihenfolge ihrer Ankunft bearbeitet werden, auf ein *frequent batch auction*-Modell umzusteigen, in dem es kein kontinuierliches Auftragsbuch gibt, sondern immer nur zu einem bestimmten Zeitintervall Aufträge gesammelt in einer Auktion bearbeitet würden.⁵⁶ Auch dies würde den Zeitvorteil des Hochfrequenzhandels praktisch auslöschen.

Mit diesen beiden medientechnologischen Antworten auf und gegen den Hochfrequenzhandel drängt sich die Frage auf, ob die finanzkapitalistische Akzeleration, die der Hochfrequenzhandel verkörpert, mit einer Politik der Verlangsamung und der Diskontinuität beantwortet werden muss, oder ob eine andere zeitliche und kognitive Politik möglich ist.

Armin Beverungen lehrt an der Universität Siegen.

Ann-Christina Lange lehrt an der Copenhagen Business School.

(55) Zum Börsenticker siehe Stäheli, *Spektakuläre Spekulation*, wie Anm. 23, S. 321–238; zur bürokratischen Computerisierung Reichert, *Das Wissen der Börse*, wie Anm. 9, S. 109–114.

(56) Zur Batch-Auktion siehe Budish/Crampton/Shim, *The High-Frequency Trading Arms Race*, wie Anm. 12; Hayles diskutiert beide Vorschläge in Hayles, *Unthought*, wie Anm. 3, S. 165–169.