



## Doctoral Thesis

# On the emergence of volatility, return autocorrelation and bubbles in equity markets

**Author(s):**

Harras, Georges E.

**Publication Date:**

2012

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007606691> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 20439

**On the emergence of volatility, return  
autocorrelation and bubbles in equity markets**

A dissertation submitted to  
**ETH ZURICH**

for the degree of  
DOCTOR OF SCIENCES

presented by  
GEORGES EMMANUEL HARRAS  
Msc. in Physics, University of Fribourg  
born on December 24<sup>th</sup> 1980  
Citizen of Luxembourg

accepted on the recommendation of  
Prof. Dr. Didier Sornette, examiner  
Prof. Dr. Thorsten Hens, co-examiner

2012

# Summary

This thesis addresses three important aspects of price dynamics of publicly traded assets. For one, the emergence of a trending price is studied, resulting from the myopic optimization of socially influenceable investors, leading to the destabilization of prices and the growth of bubbles. My second contribution focuses on the volatility of price dynamics and, more generally, on the volatility of dynamic macroscopic observables, governed by a large number of interconnected units under the influence of a rapidly varying external signal. Whereas the first two contributions explore the first and second moment of collective/price dynamics via theoretical studies, my third contribution is an empirical study investigating the autocorrelation of daily price returns and its dependencies on other macroscopic variables such as volatility, long-term price movements and illiquidity.

My first scientific contribution consists of a financial market model, where the behavior of trading agents, interconnected by their social network, and the resulting price dynamics are investigated. Agents invest according to their opinion on future price movements, which is based on three sources of information, (i) public information, i.e. news, (ii) information from their social network and (iii) private information. In order to form the best predictor of future price movements, agents are continuously adapting their trading strategy to the current market regime by weighting the news and information from their peers according to their recent predicting performance. Paradoxically, it is their myopic adaptation to the current market regime which leads to a dramatic amplification of the price volatility and the occurrence of a bubble, followed by a crash. The model offers a simple reconciliation of the two opposite (herding versus fundamental) explanations for the origin of crashes within a single framework and shows that a crash is not a reaction to an extreme negative news event, but a sudden correction of an unsustainable high price. More general, this model shows that even with bounded rational and adapting agents, bubbles and crashes emerge naturally.

By reducing the complexity of the previous model, but keeping the same three basic influences, it is possible to apply this model to a very wide range of systems, generalizing the interpretation of the individual agent from an investor to any bistable entity, susceptible to its surrounding, a common and varying driving force and independent noise sources. This model, which is based on the kinetic Ising model, is a priori a physical model but can easily be related to social systems via the derived equivalence between the Ising model and a discrete choice model with social interactions. It is found that, independently of the shape of the driving force, increased levels of fluctuations in the macroscopic dynamics are observed for an intermediate noise strength (or coupling strength,

depending on the setup). Whereas for periodic forcing, the peak in the fluctuation amplitude corresponds to a pronounced amplification of the signal, with a strong correlation between the macroscopic dynamics and the driving force, this correlation is completely destroyed if the system is driven by a stochastic signal. This shows that even though these fluctuations are induced by the common forcing, the macroscopic dynamics have an endogenous origin. As an example of a system where this phenomenon can be observed, the social system of stock markets is proposed, explaining not only the excess of volatility observed in stock prices, but also the apparent absence of correlation between news and price changes and the persistence of volatility during times of crises.

The last part of this thesis contains an empirical study, motivated by the question of whether investors behave differently in different market regimes. For individual stocks traded on the New York Stock Exchange, I investigate the dynamics of the cross-sectional average of the first order autocorrelation of their daily returns and show that changes in the average autocorrelation of returns strongly correlate with prior changes in the cross-sectional volatility and market trends. It is found that return autocorrelation relates negatively to past volatility changes and positively to past market trends. This observation, which is a market-wide phenomenon, is persistent for over 20 years of data and also present in individual stocks. In contrast to the existing literature on return autocorrelation, illiquidity and bid-ask bounce can be rejected as driving forces behind the return autocorrelation dynamics. A behavioral origin of the phenomenon is proposed, where high volatility and bear markets lead to uncertainty and panic, reflected in overreacted behavior on a daily scale, whereas low volatility and bull markets lead to overconfidence, identified by price momentum.

# Kurzfassung

Diese Dissertation behandelt drei wichtige Aspekte der Preisdynamik von öffentlich gehandelten Wertpapieren. Zum einen wird das Erscheinen von Preistrends behandelt, die aus einer kurzsichtigen Optimierung von sozial beeinflussbaren Investoren hervorgehen und zur Destabilisation von Preisen und zur Bildung wirtschaftlicher Blasen führen können. Meine zweiter Beitrag richtet sich auf die Volatilität von Preisen oder, im Allgemeinen, die Volatilität der makroskopischen Dynamik von Systemen die aus einer Sammlung von vielen untereinander verbundenen Einheiten bestehen und beeinflusst durch ein schnell variierendes externes Signal sind. Im Gegensatz zu den beiden ersten Beiträge, die dem ersten und zweiten Moment der Dynamik von Renditen oder kollektiven Systemen gewidmet sind, besteht mein dritter Beitrag aus einer empirischen Studie, welche die Abhängigkeit der Autokorrelation täglicher Renditen von gehandelter Wertpapier gegenüber andern makroskopischen Variablen untersucht, wie zum Beispiel Volatilität, langfristige Preisänderungen oder Illiquidität.

Um die Preisdynamik und das Verhalten von Agenten, die in ein soziales Netzwerk eingebunden sind, zu erforschen, wird ein Börsenmodell vorgestellt indem Investoren ein Wertpapier handeln und der Preis durch Angebot und Nachfrage verändert wird. Die Agenten investieren bezüglich ihrer Meinung zu bevorstehenden Preisänderungen. Diese Meinung basiert auf drei verschiedenen Informationen, (i) öffentliche Informationen, i.e., Neuigkeiten, (ii) Informationen aus ihrem sozialen Netzwerk und (iii) private Informationen. Um die Preisbewegungen möglichst gut voraussagen zu können, adaptieren die Agenten kontinuierlich ihre Handelsstrategien indem sie die verschiedene Informationsquellen bezüglich ihrer rezenten Leistung gewichten. Paradoxerweise ist es ihre kurzsichtige Anpassung an das herrschenden Marktregime das zu einer dramatischen Verstärkung der Preisfluktuationen und dem Aufkommen von Blasen führt, die von einem Börsenkrach beendet werden. Unser Modell vereint auf eine einfacher Art und Weise die zwei widersprüchlichen Erklärungen zum Ursprung von Börsenkrachen (Herdenverhalten und Nachrichten bezüglich des Fundamentalpreises) und zeigt, dass ein Krach nicht eine Reaktion zu extrem schlechten Nachrichten ist, sondern eine plötzliche Korrektur eines übermässig aufgeblähten Preises. Im Allgemeinen zeigt dieses Modell, dass auch mit rationalen und optimierenden Investoren, Börsenblasen und Krache ganz natürlich entstehen können.

Durch das Vereinfachen des vorherigen Modells, indem nur die drei Grundinflüsse erhalten bleiben, ist es möglich das Modell auf eine breite Spannweite von Systemen anzuwenden. So kann man die Interpretation vom einzelnen Agent als ein Investor, auf jede beliebige bistabile Einheit verallgemeinern,

welche von ihrem Umfeld, von einem gemeinen wechselnden Treiben und einem unabhängigen Rauschen beeinflusst wird. Dieses Modell, welches auf dem dynamische Ising Modell basiert ist, ist also a priori ein physikalisches Modell, kann jedoch einfach auch für soziale Systeme verwendet werden durch die Äquivalenz zwischen dem Ising Modell und diskrete Wahl Modell mit sozialen Beeinflussung. Wir dokumentieren, unabhängig von der Natur der treibenden dynamischen Kraft, dass für intermediär Intensitäten von Rauschen (oder Wechselwirkung) ein starkes Ansteigen der Fluktuationen der makroskopischen Dynamik. Für eine periodisch treibende Kraft entspricht dieses Maximum an Fluktuationen dem Verstärken des Signal, mit einer ausgeprägten Korrelation zwischen dem Signal und der makroskopischen Dynamik. Diese Korrelation wird jedoch stark verringert wenn das System einem aperiodischen Treiben unterliegt. Dies zeigt, dass obwohl die Fluktuationen durch das gemeine Treiben ausgelöst wird, sie ein endogenen Ursprung haben. Als Beispiel für ein System wo dieses Phänomen beobachtet wird, schlagen wir den Finanzmarkt vor, womit nicht nur die übermässig Volatilität von Preisen erklärt werden kann, jedoch auch die Abwesenheit der Korrelation zwischen Neuigkeiten und Preisänderungen, sowie die anhaltende Volatilität in Krisenzeiten.

Der letzte Teil dieser Dissertation enthält eine empirische Studie, angeregt durch die Frage, wie und ob Investoren ihr Verhalten in verschiedenen Marktphasen verändern. Für individuelle Wertpapiere die auf dem New York Stock Exchange gehandelt werden, untersuche ich die Änderungen des querschnittlichen Mittels der Autokorrelation ersten Grades täglicher Renditen und zeige, dass diese Änderungen stark korreliert sind mit vorhergehenden Änderungen der querschnittlichen Volatilität oder des Preises. Die Renditenautokorrelation Änderungen sind negative proportional zur vergangenen Änderungen der Volatilität, und positive proportional zu vergangenen Preisänderungen. Diese Beobachtung, welche ein marktweites Phänomen ist, besteht anhaltend seit über 20 Jahren und wird auch für individuelle Papiere gefunden. Im Gegensatz zu der bestehenden Literatur zum Thema von Renditenautokorrelation, kann Illiquidität und Geld-Brief-Sprung als Ursache verworfen werden. Ein Erklärung aus der Verhaltensökonomie wird vorgeschlagen, in der eine hohle Volatilität und fallende Preise zu Unsicherheiten und Panik führen, was in Überreaktionen während dem täglichen Handeln wiedergespiegelt wird, wogegen niedrige Volatilität und steigende Preise zu übermäßigem Selbstvertrauen und scheinbarer Sicherheit führen, was sich durch einen Trend im Preis zeigt.