

DISS. ETH NO. 23111

PORTFOLIO SELECTION WITH FRICTIONS

A thesis submitted to attain the degree of
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH
(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

REN LIU

MSc of Science UZH ETH in Quantitative Finance
University of Zurich, Switzerland
ETH Zurich, Switzerland
born on 03.02.1987
citizen of Niederlenz AG, Switzerland

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Johannes Muhle-Karbe	examiner
Prof. Dr. H. Mete Soner	co-examiner
Prof. Dr. Steven E. Shreve	co-examiner

2016

Abstract

This thesis studies several extensions of the utility maximization problem with (small) proportional transaction costs. We analyze how the optimal investment policy of a risk-averse investor is affected by the interplay between proportional transaction costs and i) binding portfolio constraints, ii) linear price impact, iii) continuous dividends and iv) the presence of multiple risky assets.

In the first part of the thesis, we consider the one-dimensional Black-Scholes model, i.e., the financial market consists of one safe asset with constant interest rate and one risky asset following a geometric Brownian motion. In the presence of (small) proportional transaction costs, an investor with constant relative risk aversion maximizes the long-term growth rate of her expected utility from terminal wealth. We incorporate additional market frictions such as i) binding portfolio constraints, ii) linear price impact, and iii) continuous dividends into the optimization problem. For each extension we characterize the optimal trading policy and discuss possible applications.

In the second part of the thesis, we consider a general multidimensional diffusion model in which trades are subject to small proportional transaction costs. In concrete terms, we assume that an investor with constant relative risk aversion maximizes her expected (risk-adjusted) profits. Since efficient algorithms for computing the optimal no-trade region in high dimensions are not available, we track the frictionless solution and optimize over suitable trading times. We provide explicit formulas for the optimal trading frequency and the associated welfare loss due to small transaction costs. Using Monte-Carlo simulations we numerically assess the performance of the trading frequency based strategy and compare it to several benchmarks.

Kurzfassung

Diese Arbeit thematisiert verschiedene Erweiterungen des Nutzenmaximierungsproblems mit (kleinen) proportionalen Transaktionskosten. Wir analysieren wie die optimale Anlagestrategie eines risikoaversen Investors durch das Zusammenspiel von proportionalen Transaktionskosten und i) Portfolio Constraints, ii) linearen Preisauswirkungen, iii) stetigen Dividenden und iv) der Präsenz mehrerer Aktien, beeinflusst wird.

Im ersten Teil der Arbeit betrachten wir das eindimensionale Black-Scholes Modell. Dies bedeutet, dass der Finanzmarkt aus einer Obligation mit konstanter Zinsrate und einer einzigen Aktie besteht. Diese wird durch eine geometrische Brownsche Bewegung modelliert. Unter kleinen Transaktionskosten maximiert ein Investor mit konstanter Risikoaversion die langfristige Wachstumsrate des erwarteten Nutzens seines Endvermögens. Wir integrieren zusätzliche Markteigenschaften wie i) Portfolio Constraints, ii) lineare Preisauswirkungen und iii) stetige Dividenden in das vorliegende Maximierungsproblem. Für jede Erweiterung charakterisieren wir die optimale Anlagestrategie und diskutieren mögliche Anwendungen.

Im zweiten Teil der Arbeit betrachten wir ein allgemeines, multidimensionales Diffusionsmodell, in welchem Aktieneinkäufe beziehungsweise -verkäufe kleine proportionale Transaktionskosten nach sich ziehen. Konkret nehmen wir an, dass ein Investor mit konstanter Risikoaversion die erwarteten (nach Risiko gewichteten) Profite maximiert. Da in höheren Dimensionen kein effizienter Algorithmus zur Berechnung der No-Trade Region bekannt ist, nehmen wir die friktionslose Lösung als Basis und optimieren die zugehörigen Handelszeiten. Wir leiten explizite Formeln für die optimale Handelsfrequenz und den assoziierten Nutzenverlust durch kleine Transaktionskosten her. Mit Hilfe von Monte-Carlo Simulationen testen wir die Performance unserer Lösung und vergleichen diese mit verschiedenen Alternativstrategien.