Seminararbeit

Wieso ändert sich der Preis von Wertpapieren?

ausgeführt am

Institut für
Finanz- und Verischerungsmathematik
TU Wien

unter der Anleitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Stefan Gerhold

durch

Jutas Bodó
Matrikelnummer: 11840563

Wien, am 22.02.2022

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung

Wieso ändert sich der Preis von Wertpapieren? Im klassischen Modell eines effizienten Marktes bewegen sich die Preise weger neuen Informationen, wodurch Marktteilnehmer ihre Meinung ändern und dadurch Wertpapiere anders einpreisen. Alternativ führt auch der Handel von Wertpapieren direkt zu Preisänderungen, denn durch die Marktbewegungen kommt es zu Fehlern, Missstimmung oder sogar Panik. In einem realistischen Modell müssen diese beiden Elemente modelliert werden. In dieser Seminararbeit versuchen wir ein einfaches Modell zu erstellen, das die wichtigsten Merkmale der Preisänderung von Wertpapieren erfasst. Weiters wird das Modell so konstruiert, dass es möglichst einfach erweitert werden kann, um den empirischen Daten besser gerecht zu werden.

Wir beginnen diese Arbeit mit einer kurzen Begriffserklärung, die unerlässlich ist, da diese Begriffe immer wieder verwendet werden. Danach betrachten wir das Modell. Wir fangen mit den Grundlagen an, erforschen die Gründe einer Kursänderung und versuchen diese Gründe als Parameter in unserem Modell festzuhalten. Es werden immer wieder Eigenschaften vorausgesetzt, wobei hier darauf geachtet wird, dass diese Voraussetzungen auf empirische Beobachtungen ruhen und dadurch gerechtfertigt sind.

Anschließend formen wir unser Modell auf eine Form um, wo wir nur vier Parameter haben. Diese Parameter wurden in der ursprünglichen Arbeit, auf der diese Seminararbeit beruht, geschätzt. Wir erklären kurz die Schätzmethoden, die dabei verwendet wurden und stellen anschließend das Gleichungssystem auf.

Im 4. Kapitel vergleichen wir unser Modell mit Aktien aus dem New York Stock Exchange. Hier werden 274 Aktien rausgefiltert, die gewissen wichtigen Voraussetzungen entsprechen, wie zum Beispiel, dass genug Informationen in der Datenbank vorhanden sind. Danach betrachten wir die wichtigsten statistischen Werte von diesen Aktien. Anschließend interpretieren wir die geschätzten Parameter aus unserem Modell. Diese Parameter werden anhand der Daten von den 274 Aktien geschätzt und wir versuchen die Muster dieser Parameter aus ökonomischer Sicht zu erklären.

Im vorletzten Kapitel behandeln wir zuerst Limitationen des Modells, anschließend betrachten wir, wie unser Modell erweitert beziehungsweise verbessert werden könnte. Hierfür gibt es verschiedene Ansätze, wie zum Beispiel die Implementation des Volumens, ein stetiges Modell oder die Betrachtung diskreter Preise.

Ziel dieser Seminararbeit ist es ein einfaches Modell zu erstellen und damit die Preisbewegungen bei Wertpapieren besser zu verstehen beziehungsweise ein paar Muster erklären zu können. Dabei orientiert sich diese Seminararbeit am Artikel "Why do Security Prices Change? A Transaction-Level Analysis of NYSE Stocks" von Ananth Madhavan, Matthew Richardson und Mark Roomans, 1996. [1]

Kapitel 2

Begriffserklärung

In diesem Kapitel werden kurz wichtige Begriffe erklärt, da diese später häufig verwendet werden.

2.1 Bid-Ask-Spread

Der sogenannte Bid-Ask-Spread beschreibt die Differenz zwischen dem angegebenen Käufer- und Verkäuferpreis. Auf Deutsch ist Bid der "Geldkurs", Ask der "Briefkurs". Damit ist der Geldkurs der höchste Preis, den der Käufer bereit ist zu zahlen. Genauso ist der Briefkurs der niedrigste Preis, wofür ein Verkäufer gewollt ist seine Wertpapiere zu verkaufen.

Die Differenz zwischen den beiden ist der sogenannte "Spread", wobei dieser Spread im allgemeinen immer positiv ist. Der Kurs, der diese Differenz beschreibt, wird als Quotierung bezeichnet.[2]

2.2 Market Maker

Die Market Maker sorgen an einer Börse für Liquidität, indem sie große Mengen an Wertpapieren zu einem relativ niedrigen Preis anbieten und Wertpapiere für einen relativ hohen Preis kaufen, dabei wird das Auktionsprinzip verwendet. Damit ermöglichen sie die Preisfindung von Wertpapieren. Ihr Gewinn besteht in der Marge zwischen Geld- und Briefkurs.

An der Deutschen Terminbörse verpflichten sich Market Maker, im Wertpapierhandel meist Banken, dazu, jederzeit Brief- und Geldkurse zu stellen. Damit haben potentielle Käufer und Verkäufer immer Vertragspartner.[7]

2.3 Order

Unter einem Order versteht man einen Kauf- oder Verkaufsauftrag, eine bestimmte Menge an Wertpapieren zu kaufen. Es gibt viele verschieden Ordertypen, die zwei wichtigsten sind:

- **Market Order** Ist ein Kauf- oder Verkaufsorder, der bei der nächsten Möglichkeit ausgeführt werden soll.

- **Limit Order** Ist ein Kauf-oder Verkaufsorder, der bei einem Kaufauftrag zu einem angegebenen Limit (Preis) oder billiger ausgeführt werden soll, bei einem Verkaufsauftrag soll zum Limit oder teurer verkauft werden.[10]

Der Begriff "Orderflow" beschreibt alle Kauf- und Verkaufsaktivitäten, dabei ist der Orderflow selten gleichmäßig, meistens ist eine Wellenbewegung festzustellen. Der Orderflow zeigt dabei unter anderem, wie beliebt ein Werpapier ist und ob eher gekauft oder verkauft wird. Anhand des Orderflows können auch Trends erkannt werden.[9]

2.4 Volumen

Das Volumen oder Handelsvolumen ist der Umsatz von Wertpapieren, beziehungsweise die Anzahl der Wertpapiere eines Unternehmens oder auch Kryptowährungen, sowie Rohstoffe, die gehandelt werden. Dabei beinhaltet das Volumen viele wichtige Informationen, zum Beispiel gibt es Ausschluss über Trends, Beliebtheit von Wertpapieren und Aktivität der Trader. Generell je größer das Volumen an einer Börse, desto größer ist das Angebot an Wertpapieren. Bei Wertpapieren mit niedrigem Volumen kann es öfter zu großen Kursschwankungen kommen.[5]

2.5 New York Stock Exchange

Die New York Stock Exchange, abgekürzt NYSE, ist die größte Börse der Welt und befindet sich in der Stadt New York City. Sie ist von Montag bis Freitag von 9:30-16:00 (Ortszeit) geöffnet.[8]
Wenn wir im 4. Kapitel die geschätzten Parameter anhand der Daten von 274 NYSE Aktien betrachten, muss man im Hinterkopf behalten, dass diese Daten aus dem Jahr 1990 stammen. In den letzten 30 Jahren hat sich vieles an der Börse verändert, durch das Internet wurde das Investieren für die breite Masse viel zugänglicher, wodurch ein viel höheres Volumen zu erwarten ist. Weiters ist auch die Marktkapitalisierung stark gestiegen. Laut Fortune 500 [3] war damals die größte Firma General Motors mit knapp 130 Milliarden Marktkapitalisierung, in Dezember 2021 war es Apple Inc. mit 2.9 Billionen[4]. Es ist also wahrscheinlich, dass die Parameter in Kapitel 4 heutzutage verschieden sind.

Kapitel 3

Das Modell

In diesem Kapitel erstellen wir unser Modell und beschreiben die wichtigsten Eigenschaften.

3.1 Kaufaufträge

Wir betrachten ein riskantes Wertpapier, dessen Preis sich mit der Zeit ändert. Das Wertpapier wird in einer auktionsähnlichen Umgebung gehandelt, wo Handelsteilnehmern Market Maker als Kontrahenten zur Verfügung stehen und ihnen Kaufbeziehungsweise Verkaufspreise anbieten, sogenannte "bid and ask"Preise. Wertpapiere können zum Ask-Preis gekauft und zum Bid-Preis verkauft werden, wobei es auch zwischen diesen Preisen zu Transaktionen kommen kann.
Seien p_t die Transatkionskosten von einem Wertpapier zum Zeitpunkt t. Wir definieren weiters eine Zufallsvariable x_t folgendermaßen:
Bei einem Kaufauftrag ist $x_t = +1$, bei einem Verkaufsauftrag $x_t = -1$. Manche Aufträge können auch von beiden Seiten gleichzeitig eingeleitet werden (zum Beispiel wurde eine Transaktion vorverhandelt), in diesem Fall sei $x_t = 0$. Sei weiters λ die Wahrscheinlichkeit, dass eine Transaktion innerhalb des Spreads erfolgt, also

$$\lambda := \mathbb{P}(x_t = 0).$$

Wir nehmen an, dass Kaufaufträge und Verkaufsaufträge beide gleich wahrscheinlich sind ($\mathbb{P}(x_t = +1) = \mathbb{P}(x_t = -1)$), damit erhalten wir

$$\mathbb{E}[x_t] = 1 \cdot \mathbb{P}(x_t = +1) - 1 \cdot \mathbb{P}(x_t = -1) + 0 \cdot \mathbb{P}(x_t = 0) = 0$$

beziehungsweise

$$\begin{aligned} \mathbb{V}[x_t] &= (1-0)^2 \cdot \mathbb{P}(x_t = 1) + (-1-0)^2 \cdot \mathbb{P}(x_t = -1) + 0 \cdot \mathbb{P}(x_t = 0) \\ &= \mathbb{P}(x_t = 1) + \mathbb{P}(x_t = -1) = 1 - \lambda \end{aligned}$$

3.2 Gründe für Kursänderung

Im allgemeinen wird der Preis von Wertpapieren von der öffentlichen Meinung bestimmt, das heißt, die Erwartung und Bewertung von Investoren bestimmen den

Preis. Die Marktstimmung spielt eine entscheidende Rolle. Nun kann diese öffentliche Meinung auf zwei Arten verändert werden:

- neue Informationen werden veröffentlicht,
- Orderflow.

Demnach gibt es hauptsächlich zwei unterschiedliche Quellen von Informationen. Die erste Quelle ist nicht mit dem Handel verbunden, die Information kommt aus Jahresberichten, Quartalsberichten oder Zeitungen. Die Information wird demnach nicht durch den Handel, also durch Orderflow oder Volumen beeinflusst. Bei der zweiten Quelle, dem Orderflow, entstehen neue Informationen durch den Handel der Wertpapiere. Durch den Ordeflow entsteht Marktbewegung, dadurch sieht man unter anderem, wie beliebt eine Firma ist, wie groß die Nachfrage nach dem Wertpapier ist. Es entstehen verschiedene Kauf- oder Verkaufsignale, welche den Preis des Wertpapiers verändern können.

Definiere ϵ_t als die Veränderung der öffentlichen Meinung durch neuer öffentlicher Information im Zeitraum $(t-1, t]$. Wir nehmen an, ϵ_t sei eine unabhängige und identisch verteilte stochastische Größe mit

$$\mathbb{E}[\epsilon_t] = 0, \quad \mathbb{V}[\epsilon_t] = \sigma_\epsilon^2.$$

Weiters haben auch Kaufs- und Verkaufsorder von Personen mit Insiderinformationen einen Einfluss auf die öffentliche Meinung, zum Beispiel werden Insiderkäufe von Personen in Führungspositionen in einer Firma positiv, Insiderverkäufe negativ bewertet.

Wir nehmen an, dass die Meinungsänderung positiv korreliert ist zur Veränderung des Orderflows. Ist die Meinung positiv gestimmt, wird häufiger gekauft, bei einer negativen Stimmung häufiger verkauft. Formal beschreiben wir die Meinungsänderung durch Orderflow durch

$$\theta(x_t - \mathbb{E}[x_t|x_{t-1}]),$$

wobei $x_t - \mathbb{E}[x_t|x_{t-1}]$ der unerwartete Orderflow ist und $\theta \geq 0$ beschreibt die Informationsasymmetrie beziehungsweise die Auswirkung auf die Meinung durch eine Veränderung des Orderflows. Hohe Werte für θ bedeuten eine starke Änderung der Meinung aufgrund des Orderflows, wenn es keine Informationsasymmetrie gibt, ist $\theta = 0$.

Es sei bemerkt, dass wir in unserem Modell eine konstante Ordergröße annehmen beziehungsweise das Volumen als konstant angenommen wird. Dies vereinfacht unser Modell, im 5. Kapitel wird dann behandelt, wie man das Volumen implementieren könnte.

3.3 Der erwartete Preis einer Aktie

Sei μ_t der erwartete Preis einer Aktie nach dem Handel, bedingt durch öffentlicher Information. Mit den bisherigen Überlegungen erhalten wir

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \theta(x_t - \mathbb{E}[x_t|x_{t-1}]) + \epsilon_t. \tag{3.1}$$

Also wird der neue Preis durch den alten Preis, durch den Orderflow und durch Änderung der öffentlichen Meinung bestimmt.

Sei p_t^a der Briefkurs zum Zeitpunkt t, p_t^b analog für den Geldkurs. Market Maker sorgen auf dem Markt für Liquidität, ihre Vergütung besteht aus der Differenz des Bid und Ask Preises. Durch $\phi \geq 0$ stellen wir die Kosten für die Bereitstellung der Liquidität pro Aktie von Market Maker dar. ϕ kann auch als Vergütung von Market Maker für Transaktionskosten, Inventarkosten und Risiko betrachtet werden. Wir erhalten

$$p_t^a = \mu_{t-1} + \theta(1 - \mathbb{E}[x_t|x_{t-1}]) + \phi + \epsilon_t, \quad p_t^b = \mu_{t-1} - \theta(1 + \mathbb{E}[x_t|x_{t-1}]) - \phi + \epsilon_t.$$

Der Kauf beziehungsweise Verkauf von Wertpapieren erfolgt nicht immer zum Briefkurs beziehungsweise Geldkurs, es kann auch zu Transaktionen innerhalb des Bid-Ask-Spreads kommen. In diesem Fall nehmen wir den Mittelpunk m_t, also

$$m_t = \frac{p_t^a + p_t^b}{2} = \mu_{t-1} + \epsilon_t - \theta\mathbb{E}[x_t|x_{t-1}].$$

Der Transaktionspreis kann dargestellt werden als die öffentliche Meinung nach dem Handel plus die Dealerkosten für einen Kaufsorder, beziehungsweise als die öffentliche Meinung nach dem Handel minus die Dealerkosten für einen Verkaufsorder. Formal schreiben wir:

$$p_t = \mu_t + \phi x_t + \xi_t,$$

wobei ξ_t eine unabhängige, gleichverteilte Zufallsvariable ist mit Erwartungswert 0. Sie beschreibt den Effekt des stochastischen Rundungsfehlers. Dieser entsteht, da wir stetige Preise verwenden, obwohl an Börsen diskrete Preise verwendet werden. Systematische Abweichungen von 0 beim Rundungsfehler (zum Beispiel wird bei einem Kauf nach oben und bei einem Verkauf nach unten gerundet) werden mit ϕ erfasst.

Insgesamt erhalten wir mit Gleichung (3.1):

$$p_t = \mu_t + \phi x_t + \xi_t = \mu_{t-1} + \theta(x_t - \mathbb{E}[x_t|x_{x-1}]) + \phi x_t + \epsilon_t + \xi_t. \tag{3.2}$$

Um diese Gleichung besser schätzen zu können, müssen wir das kurzzeitige Verhalten von Orderflow besser beschreiben. Wir nehmen an x_t ist ein allgemeiner Markov-Prozess. Sei γ die Wahrscheinlichkeit, dass nach einem Kaufauftrag wieder ein Kaufauftrag kommt, beziehungsweise nach einem Verkaufsauftrag wieder ein Verkaufsauftrag kommt, formal also

$$\gamma = \mathbb{P}(x_t = x_{t-1}|x_{t-1} \neq 0).$$

Aufträge mit großem Volumen werden meistens auf kleinere Order aufgeteilt, damit der Order besser ausgeführt werden kann. Dabei ist es wahrscheinlicher, dass nach einem Kaufsauftrag wieder ein Kaufsauftrag und nach einem Verkaufsauftrag wieder ein Verkaufsauftrag kommt, deshalb gilt $\gamma > \frac{1}{2}$.

Sei nun ρ die Autokorrelation von x_t, also

$$\rho = \frac{\mathbb{E}[x_t x_{t-1}]}{\mathbb{V}[x_{t-1}]}.$$

Wegen

$$\begin{aligned}
\frac{\mathbb{E}[x_t x_{t-1}]}{\mathbb{V}[x_{t-1}]} &= \frac{1 \cdot \mathbb{P}(x_t x_{t-1} = 1) - 1 \cdot \mathbb{P}(x_t x_{t-1} = -1) + 0 \cdot \mathbb{P}(x_t x_{t-1} = 0)}{1-\lambda} \\
&= \frac{\mathbb{P}(x_t = x_{t-1} = 1 \vee x_t = x_{t-1} = -1)}{1-\lambda} \\
&\quad - \frac{\mathbb{P}((x_t = 1 \wedge x_{t-1} = -1) \vee (x_t = -1 \wedge x_{t-1} = 1))}{1-\lambda} \\
&= \frac{\mathbb{P}(x_t = x_{t-1} = 1 \vee x_t = x_{t-1} = -1)}{1-\lambda} \\
&\quad - \frac{\mathbb{P}(x_t = 1 \wedge x_{t-1} = -1) + \mathbb{P}(x_t = -1 \wedge x_{t-1} = 1)}{1-\lambda} \\
&= \frac{\mathbb{P}(x_t = x_{t-1} \wedge x_{t-1} \neq 0)}{\mathbb{P}(x_{t-1} \neq 0)} - \frac{\mathbb{P}(x_t = 1 \wedge x_{t-1} = -1) + \mathbb{P}(x_t = -1 \wedge x_{t-1} = 1)}{\mathbb{P}(x_{t-1} \neq 0)} \\
&= \mathbb{P}(x_t = x_{t-1} | x_{t-1} \neq 0) \\
&\quad - \frac{\mathbb{P}(x_t = 1 \wedge x_{t-1} = -1 \wedge x_{t-1} \neq 0) + \mathbb{P}(x_t = -1 \wedge x_{t-1} = 1 \wedge x_{t-1} \neq 0)}{\mathbb{P}(x_{t-1} \neq 0)} \\
&= \gamma - (\mathbb{P}(x_t = 1, x_{t-1} = -1 | x_{t-1} \neq 0) + \mathbb{P}(x_t = -1, x_{t-1} = 1 | x_{t-1} \neq 0)) \\
&= \gamma - (1 - \mathbb{P}(x_t = x_{t-1} | x_{t-1} \neq 0) - \mathbb{P}(x_t = 0)) \\
&= \gamma - (1 - \gamma - \lambda) = 2\gamma - (1-\lambda)
\end{aligned}$$

erhalten wir $\rho = 2\gamma - (1-\lambda)$. Man sieht, dass für $\lambda = 0$ und $\gamma = 1/2$ Orderflow unkorrelliert ist, also genau dann, wenn es keine Transaktion innerhalb des Bid-Ask-Spreads geben kann ($\lambda = 0$) und der Orderflow unabhängig ist ($\gamma = 1/2$).

Nun berechnen wir die bedingte Wahrscheinlichkeit von x_t. Es gilt:

- Falls $x_{t-1} = 0$:

$$\mathbb{E}[x_t | x_{t-1}] = \mathbb{P}(x_t = 1 | x_{t-1} = 0) - \mathbb{P}(x_t = -1 | x_{t-1} = 0) = 0,$$

- Falls $x_{t-1} = 1$:

$$\mathbb{E}[x_t | x_{t-1}] = \mathbb{P}(x_t = 1 | x_{t-1} = 1) - \mathbb{P}(x_t = -1 | x_{t-1} = 1) = \gamma - (1 - \gamma - \lambda) = \rho,$$

- Falls $x_{t-1} = -1$:

$$\mathbb{E}[x_t | x_{t-1}] = -\rho.$$

Daraus folgt insgesamt

$$\mathbb{E}[x_t | x_{t-1}] = \rho x_{t-1}.$$

Nun substituieren wir in die Gleichung (3.2) unser μ_{t-1}. Mit $\mu_{t-1} = p_{t-1} - \phi x_{t-1} - \xi_{t-1}$ und $\mathbb{E}[x_t|x_{t-1}] = \rho x_{t-1}$ erhalten wir

$$p_t - p_{t-1} = (\phi + \theta)x_t - (\phi + \rho\theta)x_{t-1} + \epsilon_t + \xi_t - \xi_{t-1}. \tag{3.3}$$

Mit dieser Gleichung können wir den Verlauf der Kurse besser analysieren. Ohne Transaktionskosten und Informationsasymmetrie vereinfacht unser Modell die klassische Beschreibung von einem effizienten Markt, wo Kurse sich wie eine Irrfahrt verhalten. Mit Transaktionkosten und Informationsasymmetrie wird auch Orderflow, das Rauschen vom diskreten Preis und neue Impulse durch öffentliche Information modelliert.

3.4 Schätzung der Parameter

Die vier Parameter, die die Transaktionskosten beschreiben sind:

- θ, der Parameter der Informationsasymmetrie,
- ϕ, die Kosten für die Liquidität,
- λ, die Wahrscheinlichkeit, dass der Handel innerhalb des Bid-Ask-Spreads zustande kommt,
- ρ, die Autokorrelation vom Orderflow.

Wir definieren $\beta := (\theta, \phi, \lambda, \rho)$ als den Vektor dieser Parameter. Im folgendem Abschnitt wollen wir uns überlegen, wie wir diese Parameter anhand unserer Daten schätzen können.

Gleichung (3.3) beschreibt die Transaktionspreisänderung als eine lineare Funktion des derzeitigen und vergangenen Orderflows. Deswegen wäre die Methode der kleinsten Quadrate eine sehr naheliegende Methode diese Parameter zu schätzen. Da jedoch nicht jeder Parameter aus β mit der Methode des kleinsten Quadrates geschätzt werden kann, verwenden wir das Prinzip der verallgemeinerten Momentenmethode, welches von Lars Peter Hansen in seiner Arbeit "Large sample properties of generalized method of moments estimators (1982)"entwickelt wurde. Die Momentenmethode hat gegenüber anderen Methoden, wie zum Beispiel die Maximum-Likelihood-Methode, den Vorteil, dass wir keine Annahmen bezüglich der Verteilung unseres Prozesses treffen müssen, der uns die Daten generiert.

Im nächsten Abschnitt beschreiben wir kurz die Verfahren, die beim Schätzen der Parameter verwendet wurden.

Momentenmethode [11] Sei X eine stochastische Größe, $F_X(x;\theta)$ Verteilungsfunktion, $\theta = (\theta_1, ..., \theta_k)$ unser Parametervektor mit $\forall i = 1, ..., k : \theta_i \in \mathbb{R}$. Seien $X_1, ..., X_n$ Stichproben von X. Das r-te Moment von X ist definiert als

$$\mu_{(r)} = \mathbb{E}[X^r] = \int_{-\infty}^{\infty} x^r \cdot f_X(x;\theta),$$

wobei $f_X(x;\theta)$ unsere Dichtefunktion bezeichnet (wir nehmen an, sie existiert). Das r-te empirische Moment ist

$$m_{(r)} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} X_i^r.$$

Dann sind die Schätzer des Parametervektors θ die Lösungen $\omega_1, ..., \omega_k$ des Gleichungssystems

$$\begin{aligned} \mu_{(1)} &= m_{(1)}, \\ \mu_{(2)} &= m_{(2)}, \\ &\vdots \\ \mu_{(k)} &= m_{(k)}. \end{aligned}$$

Nun betrachten wir die verallgemeinerte Momentenmethode, welche eine Verallgemeinerung der Momentenmethode ist.

Verallgemeinerte Momentenmethode [12] Angenommen wir haben Stichprobenvariablen $X_1, ..., X_n$ mit Stichproben $x_1, ..., x_n$ und einen unbekannten Parametervektor $\theta \in \mathbb{R}^p$ mit realem Wert θ_0. Sei $f(x_i, \theta)$ eine stetig differenzierbare Funktion $\mathbb{R}^p \to \mathbb{R}^q$ von θ und $\mathbb{E}[f(x_i, \theta)]$ existiere und sei endlich für alle i und θ. Wir nehmen an, dass

$$\mathbb{E}[f(x_i, \theta_0)] = 0.$$

Die Stichprobenmomente sind gegeben durch

$$f_n(\theta) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} f(x_i, \theta)$$

Wir definieren

$$Q_n(\theta) := f_n(\theta)^\top W_n f_n(\theta)$$

wobei W_n gegen eine positiv definite Matrix W konvergiert. Dann ist der verallgemeinerte Momentenmethodenschätzer von θ_0 gegeben durch

$$\hat{\theta} = \arg\min_{\theta \in \Theta} Q_n(\theta)$$

wobei

$$\arg\min_{\theta \in \Theta} Q_n(\theta) = \{\theta \in \Theta \mid Q_n(\theta) \text{ minimal}\}$$

Die Idee hinter der verallgemeinerten Momentenmethode ist also, wenn wir mehr unbekannte Parameter haben als Gleichungen und das Gleichungssystem bei der Momentenmethode nicht eindeutig gelöst werden kann, wählen wir die kleinste Lösung, die die Bedingungen noch löst.

Methode der kleinsten Quadrate [6] Die Methode der kleinsten Quadrate ist ein Verfahren zur Schätzung von Parametern von linearen Funktionen abhängig von mehreren unabhängigen Variablen. Für ein einfaches lineares Regressionsmodell der Form

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$$

mit $i = 1, ..., n$ erhalten wir die Schätzer

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}, \quad \hat{\beta}_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^n y_i - \hat{\beta}_1 \cdot \frac{1}{n}\sum_{i=1}^n x_i$$

Zurück zu unserem Modell. Die verallgemeinerte Momentemethode besteht darin β so zu wählen, dass die Momentbedingungen, durch unserem Modell gegeben, minimiert werden. Sei $u_t = p_t - p_{t-1} - (\phi+\theta)x_t + (\phi+\rho\theta)x_{t-1}$. Wir erhalten folgendes Gleichungssystem, wobei β unser Parametervektor ist und α eine Konstante:

$$\mathbb{E}\begin{pmatrix} x_t x_{t-1} - x_t^2\rho \\ |x_t| - (1-\lambda) \\ u_t - \alpha \\ (u_t - \alpha)x_t \\ (u_t - \alpha)x_{t-1} \end{pmatrix} = 0$$

Die 1. Gleichung erhalten wir aus der Definition der Autokorrelationsfunktion $\rho = \mathbb{E}[x_t x_{t-1}]/\mathbb{V}[x_{t-1}]$. Da nun $\mathbb{V}[x_{t-1}] = \mathbb{V}[x_t]$ und $\mathbb{E}[x_t] = 0$ können wir umformen:

$$\mathbb{E}[x_t x_{t-1}] = \rho\mathbb{V}[x_t] = \rho\mathbb{E}[x_t^2] \Leftrightarrow \mathbb{E}[x_t x_{t-1}] - \mathbb{E}[x_t^2\rho] = 0 \Leftrightarrow \mathbb{E}[x_t x_{t-1} - x_t^2\rho] = 0.$$

Die 2. Gleichung kommt aus der Wahrscheinlichkeit einer Transaktion innerhalb des Spreads. Es gilt:

$$\mathbb{E}[|x_t|] = 1 \cdot \mathbb{P}(|x_t| = 1) + 0 \cdot \mathbb{P}(|x_t| = 0) = \mathbb{P}(x_t \neq 0) = 1 - \mathbb{P}(x_t = 0) = 1 - \lambda.$$

Umgeformt erhalten wir damit

$$\mathbb{E}[|x_t|] = 1 - \lambda \Leftrightarrow \mathbb{E}[|x_t| - (1-\lambda)] = 0,$$

also unsere 2. Gleichung.

Bei der 3. Gleichung wird α als der durchschnittliche Rundungsfehler von u_t definiert, folgt direkt aus der Form von u_t. Es gilt damit

$$\mathbb{E}[u_t] = \alpha.$$

und in ungeformter Form wie in unserem Gleichungssystem.

Die letzten beiden Gleichungen folgen mit der Methode der kleinsten Quadrate, besser gesagt aus dessen Normalgleichungen.

Mit diesem Gleichungssystem können wir mit der verallgemeinerten Momentenmethode die Parameter von β schätzen, die Ergebnisse sehen und diskutieren wir im nächsten Kapitel.

Kapitel 4

Empirische Ergebnisse

In diesem Kapitel betrachen wir die empirischen Ergebnisse. Die Daten, die verwendet wurden, bestehen aus Bid und Ask Preisen, Transaktionspreisen und Volumen von Aktien aus dem Jahr 1990, zur Verfügung gestellt von "Institue for the Study of Securities Markets". Die Stichprobe besteht aus 750 Aktien, aus diesen nehmen wir nur Aktien, die im NYSE gelistet sind und im Jahr 1990 keinen Aktiensplit hatten. Da wir den Prozess der Preisbildung besser verstehen wollen, wollen wir auch die Veränderung der Parameter tagsüber beobachten, deshalb unterteilen wir den Tag in 5 Intervalle: 9.30-10.00, 10.00-11.30, 11.30-2.00, 2.00-3.30, 3.30-4.00.
Damit wir für jedes Intervall hinreichend Informationen haben wählen wir 274 Aktien aus, wo es pro Intervall mindestens 250 Beobachtungen gab. Weiters ignorieren wir im ersten Intervall 9.30-10.00 Transaktionen, die außerbörslich stattgefunden haben. Um den Bid-Ask-Quote eindeutig bestimmen zu können nehmen wir nur Quotes, wo sich der Quote 16 Sekunden lang nicht verändert hat, der sogenannte "lag" also länger ist als 16 Sekunden.

4.1 Die Statistik

Bei der ersten Tabelle sehen wir eine beschreibende Tabelle der Aktien. Panel A liefert eine Zusammenfassung von der Varianz der Veränderung der Transaktionskosten, Varianz der Veränderung des Ask-Preises, durchschnittliche Transaktionen pro Tag, Marktkapitalisierung und Aktienpreise der 274 Aktien.

Panel A	Mean	Std.Dev.	75%	Median	25%
Variance of ΔP	.0067	.0025	.0079	.0062	.0051
Variance of ΔP^{ask}	.0044	.0030	.0059	.0037	.0025
Transactions/Day	95	86	107	66	44
Market Cap. ($ bn.)	4.36	6.95	4.42	2.21	1.02
Price ($)	38.85	21.82	49.13	36.63	22.25
Panel B	9.30 – 10.00	10.00 – 11.30	11.30 – 2.00	2.00 – 3.30	3.30 – 4.00
Variance of ΔP	.0073	.0068	.0065	.0066	.0070
Variance of ΔP^{ask}	.0061	.0048	.0042	.0040	.0040
Transactions/hour	17	16	12	13	17
Volume/hour (100s)	385.8	357.4	235.6	252.3	272.5
Volume/transaction	22.7	22.3	19.6	19.4	16.0
Spread ($)	.228	.211	.204	.205	.210

Die Aktien wurden aktiv gehandelt (der Median der Transaktionen am Tag ist 66) und haben eine relativ hohe Marktkapitalisierung mit einem Median von 2.2 Milliarden US-Dollar (zumindest für das Jahr 1990, damals hatte der NYSE eine Marktkapialisation von 2.8 Billionen, im September 2021 waren es 28.4 Billionen).

In Panel B werden diese Daten auf Zeitintervalle aufgeteilt. Statt der Marktkapitalisierung und dem Preis kommt das Volumen pro Stunde, das Volumen pro Transaktion und der Spread dazu.
Bei den Transaktionen pro Stunde und Volumen pro Stunde erkennt man eine U-Form, diese Form wird im späteren noch bei vielen anderen Parametern und Werten vorkommen. Überraschenderweise hat das Volumen pro Transaktionen im Gegensatz zum Volumen pro Stunde keine U-Form. Man erkennt sofort, dass am Anfang des Tages viel gehandelt wird mit einem großen Volumen pro Transaktion, daher ist das Volumen pro Stunde auch besonders hoch. Danach fällt die Anzahl der Transaktionen und das Volumen pro Transaktion, daher auch das Volumen pro Stunde. Obwohl das Volumen pro Transaktion monoton weiterfällt, gibt es im letzten Intervall eine stark erhöhte Anzahl an Transaktionen wodurch auch das Volumen pro Stunde wächst, obwohl das Volumen pro Transaktion seinen Tiefpunkt erreicht.

Beim Spread erkennen wir wieder die U-Form, mögliche Erklärungen dafür werden in den nächsten Abschnitten diskutiert.

4.2 Geschätzte Parameter

In folgender Tabelle sieht man die geschätzten Prameter aus β:

	9.30 – 10.00	10.00 – 11.30	11.30 – 2.00	2.00 – 3.30	3.30 – 4.00
θ					
Mean	0.0415	0.0318	0.0275	0.0274	0.0287
(Av. Std.Er.)	(0.0057)	(0.0023)	(0.0019)	(0.0022)	(0.0038)
Std. Dev.	0.0277	0.0212	0.0190	0.0190	0.0200
Median	0.0355	0.0274	0.0234	0.0236	0.0241
ϕ					
Mean	0.0344	0.0402	0.0437	0.0450	0.0461
(Av. Std.Er.)	(0.0053)	(0.0021)	(0.0017)	(0.0021)	(0.0036)
Std. Dev.	0.0166	0.0125	0.0109	0.0111	0.0119
Median	0.0368	0.0419	0.0450	0.0469	0.0485
ρ					
Mean	0.4073	0.3676	0.3684	0.3789	0.3847
(Av. Std.Er.)	(0.0370)	(0.0184)	(0.0166)	(0.0203)	(0.0330)
Std. Dev.	0.0724	0.0657	0.0720	0.0763	0.0884
Median	0.4021	0.3663	0.3700	0.3838	0.3871
λ					
Mean	0.3360	0.3086	0.2893	0.2874	0.2825
(Av. Std.Er.)	(0.0218)	(0.0108)	(0.0097)	(0.0118)	(0.0184)
Std. Dev.	0.0984	0.0971	0.0984	0.0949	0.0920
Median	0.3411	0.3105	0.2888	0.2898	0.2886

Hier ist besonders die Informationsasymmetrie θ interessant. Besonders am Anfang des Tages fällt sie sehr stark, der Durchschnitt fällt von 0.0415 bis 0.0275, um mehr als ein Drittel bis Mittag. Danach bleibt sie ungefähr konstant, bis sie am Ende des Tages wieder leicht steigt. Um die Verlässligkeit dieser Zahlen messen zu können, wurde auch der durchschnittliche Standardfehler angegeben. Wie wir sehen können, ist dieser ziemlich gering, wir haben also relativ gute Schätzungen.

Die starke Abnahme von θ hat eine klare ökonomische Interpretation. θ beschreibt das Ausmaß der Änderung der Meinung von Market Makers von einem Wertpapier veranlasst durch den Orderflow. Eine Abnahme bedeutet also weniger Verlässlichkeit im Signalinhalt des Orderflows. Dies kann man dadurch erklären, dass Market Maker durch den Handelsprozess die fundamentalen Vermögenswerte besser verstehen. Deswegen fällt θ im ersten Zeitintervall besonders stark, da hier der Markt öffnet und es wieder zum Handel kommt.

Die Transaktionskosten ϕ sind in der ersten halben Stunde zirka 3.4 Cents und steigen bis zum Ende des Tages auf 4.6 Cents, ein ungefährer Anstieg von 30 Prozent. Ähnlich zu θ ist der durchschnittliche Standardfehler relativ gering. In unserem Modell ist ϕ die ökonomischen Kosten der Market Maker. Wenn der Markt geschlossen ist, haben Market Maker ein höheres Risiko mit ihrem Bestand an Wertpapieren. Dadurch ist auch der Anstieg erklärbar: Am Anfang des Tages ist das Risiko am niedrigsten (der Markt hat gerade geöffnet) und am Ende des Tages ist das Risiko am höchsten, denn danach wird für einen längeren Zeitraum nicht gehandelt.

Bei der Autokorrelation ρ gibt es kaum Veränderung, man erkennt aber eine U-Form. Wir können hier mit unserem Modell kein klares Muster erklären und der durchschnittliche Standardfehler ist ziemlich groß.

Der Parameter λ, der für die Wahrscheinlichkeit steht, dass es zu einem Handel innerhalb des Quotes kommt, ist monoton fallend. Er fällt von zirka 34 Prozent auf 28 Prozent am Ende des Tages. Während der durchschnittle Standardfehler um die 1-2 Prozent groß ist, ist der Abfall ziemlich groß. Diesen Abfall können wir folgendermaßen erklären: Am Anfang des Tages ist der Spread (Tabelle 1) ziemlich groß und das Volumen ist ebenfalls hoch. Darum gibt es einen größeren Anreiz für Limit Order und durch das höhere Volumen ist es wahrscheinlicher, dass ein Kauf von beiden Seiten (Käufer und Verkäufer) eingeleitet wird.

4.3 Bid-Ask-Spread

Der Bid-Ask-Spread zum Zeitpunkt t ist $p_t^a - p_t^b$. Er ist eine Zufallsvariable mit Erwartungswert

$$\mathbb{E}[p_t^a - p_t^b] = \mathbb{E}[2\theta + 2\phi] = 2(\theta + \phi).$$

Sei s der erwartete Bid-Ask-Spread, s ist eine Funktion die von schätzbaren Parametern abhängt, wieder schätzen wir die Parameter mit der verallgemeinerten Momentenmethode. Die Daten stammen wieder von den 274 Aktien, die wir davor verwendet haben. In folgender Tabelle werden die geschätzten Werte abgebildet, die Bedeutung von r wird später diskutiert:

	9.30 − 10.00	10.00 − 11.30	11.30 − 2.00	2.00 − 3.30	3.30 − 4.00
s					
Mean	0.1518	0.1440	0.1425	0.1448	0.1496
(Av. Std.Er.)	(0.0066)	(0.0027)	(0.0024)	(0.0029)	(0.0048)
Std. Dev.	0.0331	0.0252	0.0233	0.0238	0.0246
Median	0.1467	0.1389	0.1380	0.1419	0.1461
r					
Mean	0.5107	0.4149	0.3630	0.3553	0.3601
(Av. Std.Er.)	(0.0378)	(0.0167)	(0.0138)	(0.0165)	(0.0270)
Std. Dev.	0.2527	0.2153	0.1977	0.1943	0.1994
Median	0.4812	0.3923	0.3345	0.3302	0.3210

Wir sehen den Mittelwert, Standardfehler, Standardabweichung und Median vom Spread. Am Anfang des Kapitels wurde festgestellt, dass der Erwartungswert vom Bid-Ask-Spread $2(\theta + \phi)$ ist. Intuitiv sollten die Werte aus der Tabelle mit den geschätzten Parametern von β eingesetzt in $2(\theta + \phi)$ mit den Werten aus dieser Tabelle übereinstimmen oder zumindest ähnlich sein. Dies ist leicht zu überprüfen und man bekommt tatsächlich sehr ähnliche Werte.
Da unser Spread von den Parametern aus unserem Modell abhängt, können Muster anhand unseres Modells erklärt werden. Wir erkennen beim Mittelwert des Spreads wieder die bereits bekannte U-Form. Jedoch ist dieser nicht besonders ausgeprägt,

da wir aktiv gehandelte Aktien betrachten (mit einem relativ hohen Volumen).

Man kann diese U-Form mit unserem Modell genauer erklären. Dieses Muster wird durch unsere Informationsasymmetrie θ und Dealerkosten ϕ verursacht. Am Anfang des Handelstages ist die Informationsasymmetrie relativ hoch, dadurch auch der Spread. Danach fällt diese Informationsasymmetrie stark, wodurch auch der Spread kleiner wird. Obwohl am Ende des Tages die Informationsasymmetrie relativ klein ist, steigen die Dealerkosten, wodurch auch der Spread wieder größer wird. Jedoch stimmt unser geschätzter Spred nicht ganz mit dem wahren Spread von den Aktien überein, welche in der Tabelle im Kapitel 4.1 zu sehen sind. Tatsächlich sind die Werte stark unterschiedlich, wir erkennen eine ungefähre Abweichung von 0.05. Dies kann dadurch erklärt werden, dass wenn der Spread groß ist, die Wahrscheinlichkeit, dass es zu einem Handel innerhalb des Spreads kommt, erhöht ist. Denn in diesem Fall sind Marktteilnehmer eher dazu verleitet Limit Order aufzugeben, wodurch es häufiger zu Transaktionen innerhalb des Spreads kommt.

Um den Zusammenhang zwischen dem Bid-Ask-Spread und unserem Modell genauer zu untersuchen, betrachten wir den Anteil des Spreads, der auf die Informationsasymmetrie zurückzuführen ist. Wir definieren diesen Anteil als r. Wenn r gleich 0 ist, dann ist der ganze Spread gegeben durch ϕ, falls r gleich 1 ist, ist der Spread gegeben durch die Informationsasymmetrie. Daraus folgt, r hat den Mittelwert

$$\frac{\theta}{\phi + \theta}.$$

Mit r können wir nun die U-Form des Spreads noch besser erklären. Man sieht sofort, dass am Anfang des Tages r um die 51 Prozent ist, also wird der Spread stark durch die Informationsasymmetrie bestimmt, der ebenfalls hoch ist. Danach fällt r auf 36 Prozent. Wie wir schon gesehen haben, spielt da die Informationsasymmetrie keine große Rolle mehr. Desto wichtiger sind aber die Dealerkosten ϕ, die zu diesem Zeitpunkt relativ hoch sind und da r niedrig ist, wird der Spread dadurch wieder größer, somit entsteht die U-Form.

Kapitel 5

Diskussion

Unser Modell hat gewisse Einschränkungen, diese werden in diesem Kapitel behandelt.

5.1 Limitation des Modells

In einigen Umständen funktioniert unser Modell nicht besonders gut. Unser geschätzter Bid-Ask-Spread entspricht nicht ganz dem echten Bid-Ask-Spread. Erklärt werden kann es dadurch, dass nicht jeder Brief- und Geldkurs repräsentativ ist für den Preis, für den tatsächlich gehandelt wird. Zum Beispiel sind Transaktionen innerhalb des Bid-Ask-Spreads viel wahrscheinlicher, wenn der Spread besonders groß ist. Unser geschätztes λ, die Wahrscheinlichkeit eines Handels innerhalb des Spreads, ist mononton Fallend, obwohl der Spread eine U-Form hat. Weiters verlangen Market Maker oft zusätzliche Provisionen für die Bereitstellung der Liquidität, wodurch der Spread größer wird. Auch dies wurde in unserem Modell nicht behandet, man erkennt also tatsächlich Uneinigkeiten.

Im folgenden Abschnitt werden gewisse Erweiterungen behandelt, die unser Modell verbessern und mögliche Uneinigkeiten verbessern sollen.

5.2 Erweiterungen

5.2.1 Volumen

In unserem Modell wird Volumen nicht behandelt. Besonders bei Wertpapieren mit niedrigem Volumen sollte das Volumen eine wichtige Rolle spielen. Jedoch auch bei unseren ausgewählten Aktien, obwohl alle ein relativ hohes Volumen haben und dadurch die meisten Transaktionen innerhalb des Spreads oder zum Bid- oder Ask-Preis stattfinden, scheint das Volumen eine Rolle zu spielen. Es gibt mehrere Hinweise, die darauf deuten, unter anderem gibt es Zusammenhänge zwischen Volumen und Informationsasymmetrie. In Tabelle 1 fällt das Volumen pro Transaktion tagsüber stetig, genauso fällt die Informationsasymmetrie θ besonders am Anfang des Tages stark. Dies hat den Grund, dass durch den Handelsprozess und dem erhöhten Volumen die Informationsasymmetrie ausgeglichen wird. Wie wir bereits wissen, entstehen durch den Handelsprozess neue Informationen über den wahren Wert der Aktie, das erhöhte Volumen sorgt demnach für einen schnelleren Ausgleich und die Informationsasymmetrie fällt. Jedoch fällt die Informationsasymmetrie nur in der ersten Periode besonders stark, was nicht ganz mit dem Volumen zusammenpasst. Hier gibt es also tatsächlich leichte Widersprüche.

Eine Möglichkeit Volumen zu implementieren wäre es θ als eine Funktion $\theta = \theta(q_t)$ zu modellieren, wobei q_t die absolute Größe von Transaktionen ist. Diese Funktion könnte dann auf verschiedener Art und Weisee geschätzt werden, zum Beispiel mit der Hilfe einer Taylorentwicklung

$$\theta(q_t) = \alpha + \beta_1 q_t + \beta_2 q_t^2 + ...$$

eingesetzt in Gleichung (3.3), dadurch hätten wir jedoch mehr Parameter zum Schätzen. Eine weitere Möglichkeit ist, man schätzt das Modell mit verschiedenen Ordergrößen. Dabei kann man eine Indikatorfunktion für verschiedene Ordergrößen verwenden. Wieder wäre das zu schätzende Gleichungssystem um einiges größer, ansonsten würde sich jedoch am restlichen Modell nichts ändern.

Die Implementation von Volumen könnte aber auch Probleme mit sich bringen, die Ergebnisse könnten durch große Transaktionen verzerrt werden, die außerhalb des Auktionssystems stattfinden. Ein Beispiel dafür wären Transaktionen zwischen Institutionen und Firmen, die oft einen unterschiedlichen Preis zum Börsenpreis verhandeln. Dabei ist die Informationsasymmetrie bei solche Transaktionen um einiges niedriger als bei uns, da solche Transaktionen oft nicht anonymisiert sind. Man könnte daher Transaktionen ab einer gewissen Größe ignorieren, um unsere Parameter zu schätzen. Damit würde man die meisten Transaktionen außerhalb des Aukionssystems ignorieren.

5.2.2 Stetigkeit

Unser Modell ist zeitabhängig, bei unseren empirischen Ergebnissen haben wir den Handelstag auf mehrere Intervalle aufgeteilt. Dabei wurden unsere Parameter in diesen Intervallen geschätzt. Auch wenn unser Modell richtig ist, haben wir demnach diskrete Sprünge zwischen den Intervallen, im besten Fall also nur eine Approximation der Realität. Um dies zu beheben könnte man die Parameter mit einer nichtlinearen Funktion modellieren in Abhängigkeit von der Zeit.

Genauso wäre es interessant statt Handelstagen verschiedene Intervalle zu betrachten, wie etwa die Veränderung in einer Woche oder sogar in einem Jahr. In dem Fall würden wir erwarten, dass die Informationsasymmetrie θ von Montag bis Freitag fällt, da durch das häufigere Handeln die Händler zu mehr Informationen gelangen. Genauso sollte ϕ von Montag bis Freitag steigen, da Market Maker am Wochenende ein erhöhtes Risiko länger tragen müssen.
Bei größeren Ereignissen wie Quartalszahlen, Entscheidungen der Notenbank oder Bekanntgabe der Dividende sollte es ebenfalls zu deutlichen Veränderungen kommen. Besonders kurz vor wichtigen Ereignissen sollte die Informationsasymmetrie besonders hoch sein.

5.2.3 Orderflow und Preisprozess

In diesem Modell behandeln wir nur eine sehr einfache Form des Orderflows. Ein Ansatz zur Erweiterung des Orderflows auf kompliziertere Strukturen wäre es Orderflow als eine Markov-Kette zu modellieren.
Weiters wäre eine genauere Beschreibung des Preisprozesses von großer Bedeutung. Eine Option wäre die Unterscheidung zwischen den unterschiedlichen Ordertypen. In einfachster Form könnte man zwischen Market Order und Limit Order unterscheiden. Dann könnte man sehen, ob gewisse Ordertypen zu verschiedenen Tageszeiten bevorzugt werden. Zum Beispiel würde man erwarten, dass Limit Order häufiger ausgeführt werden, wenn der Spread besonders groß ist, also insbesondere am Anfang des Handelstages.

Weiters könnte man die Unterschiede zwischen Firmenspezifischen und Marktspezifischen Informationen betrachten. Dies könnte durch einen Parameter geschehen, der die Bewegungen eines großen Indexes wie zum Beispiel des S&P 500 erfasst. Dadurch könnte man erfassen, ob eine Preisbewegung aufgrund firmenspezifischer Ursachen geschieht, wie zum Beispiel das Übertreffen von Erwartungen, oder sich der Preis mit dem ganzen Markt bewegt.

5.2.4 Diskreter Preis

Eine weitere Erweiterung des Modells wäre ein Modell mit diskretem Preisprozess. In unserem Modell betrachen wir Rundungsfehler als eine unabhängige und identisch verteilte stochastische Größe. Besonders bei Aktien mit einem niedrigen Kurs wäre das von großer Bedeutung, da hier kleine Fehler beim Preis relativ gesehen eine größere Auswirkung haben als bei Aktien mit einem höheren Kurs. Gute Beispiele wären hierfür Pennystocks, die oft nur wenige Cent wert sind und dadurch Rundungsfehler einen großen Unterschied ausmachen.

Kapitel 6

Fazit

Preise von Wertpapieren ändern sich aufgrund neuer öffentlicher Informationen und durch Informationen, die durch den Handel zustande kommen. Diese Arbeit behandelt ein Modell, welches genau die beiden Merkmale in Betracht zieht, modelliert und mit der Hilfe von nur vier Parametern beschreibt. Bei diesen Parametern konnten wir einige Muster erkennen und erklären, es gab auch Widersprüche, die jedoch mit einem komplizierteren Modell behoben werden könnten. Hier muss erwähnt werden, dass diese Widersprüche auch abhängig vom New York Stock Exchange sein könnten, wir haben unser Modell schließlich nur anhand Aktien aus diesem Index getestet, es kann sein, dass bei Aktien oder anderen Wertpapieren aus anderen Indizes oder Ländern keine, beziehungsweise andere Probleme auftreten. Weiters spielt auch das Jahr, aus dem die Daten stammen, eine Rolle, besonders zwischen Bullen- und Bärenmärkten müsste es einen großen Unterschied bei den Parametern geben.

Dieses Modell soll als erste Strukturierung von Preisveränderungen dienen, das als Grundlage für kompliziertere und bessere Modelle verwendet werden kann. Besonders da unser Modell sehr einfach gehalten wurde, kann es relativ einfach und vielseitig erweitert werden oder man kann das Modell speziell für bestimmte Wertpapiere anpassen.

Literatur

[1] Mark Roomans Ananth Madhavan Matthew Richardson. “Why Do Security Prices Change? A Transaction-Level Analysis of NYSE Stocks”. In: (1996).

[2] *Bid-Ask-Spread*. https://www.finanzen.net/lexikon/chartanalyse/bid-ask-spread.

[3] *Fortune 500*. https://archive.fortune.com/magazines/fortune/fortune500_archive/full/1990/.

[4] *Fortune 500*. BiggestCompaniesintheWorldbyMarketCap.

[5] *Handelsvolumen*. https://www.rechnungswesen-verstehen.de/lexikon/handelsvolumen.php.

[6] *Kleinstquadratemethode, gewöhnliche*. https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kleinstquadratemethode-gewoehnliche-36085.

[7] *Market Maker*. http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/market-maker/market-maker.htm.

[8] *New York Stock Exchange*. https://www.investopedia.com/terms/n/nyse.asp.

[9] *Orderflow Trading erklärt - nextmarkets Wissen*. https://www.nextmarkets.com/de/handel/glossar/orderflow-trading.

[10] *Ordertypen*. https://www.wienerborse.at/handel/handelsinformationen/ordertypen/.

[11] Sebastian Szugat. “Generalisierte Momentenmethode”. In: (2012).

[12] Peter Zsohar. “Short Introduction to the Generalized Method of Moments”. In: (2012).