

## 2 Grundlagen

Nachfolgend werden die theoretischen Konzepte von Synergetik der Kapitalmärkte bis hin zu finanzmathematischen Modellen unter Berücksichtigung der Risikosteuerung erläutert. Diese sind für ein grundlegendes Verständnis der Ausarbeitung essentiell und werden in einführender Kürze und Prägnanz dargestellt.

### 2.1 Finanzmathematische Grundlagen

Ohne theoretische Grundlagen der Finanzmathematik lässt sich die Herausforderung dieses Projektes nicht in den Griff bekommen. Daher sollen nachfolgend in möglichstster Präzision die relevantesten Informationen dargestellt werden.

Aus der mathematischen Perspektive betrachtet, handelt es sich bei Aktienkursen um im positiven Wertbereich unbeschränkte, unendliche Folgen, die divergent und nicht determiniert sind.<sup>19</sup> Wären die Differenzen der Kursänderungen zwischen den einzelnen Folgengliedern konstant, so handelte es sich um eine arithmetische Folge, doch die Kursbildung an Finanzmärkten erfolgt keineswegs statisch sondern mit unterschiedlich stark variierender Geschwindigkeit variabel. Diese Differenzen bei Kursfestsetzung/Kursnotationen werden auch als „Ticks“ bezeichnet. Mathematisch kann ein Kursverlauf als Polynomialfunktion  $n$ . Grades ausgedrückt werden.

#### 2.1.1 Wertpapiermanagement

„Das Portefeuille ist die Gesamtheit aller Anlageformen und Wertpapiere“<sup>20</sup> die sich in einem Depot befinden. Das Wertpapiermanagement definiert dabei Anteil der Anlageformen und deren Risikogewichtung. Grundlegende Fragestellung des WM ist „Was determiniert den Wert eines Anlagegutes?“<sup>21</sup> Neben dem nominellen Preis gibt es für sämtliche Anlageformen an den Kapitalmärkten einen impliziten Wert, da der zukünftige Wert nicht eindeutig vorherbestimmt werden kann und der Anleger einem Risiko ausgesetzt ist.

---

19 Vgl. Dörsam, P. (2006), S. 143.

20 Pilz, G. (2007), S. 163.

21 Bruns, C., Steiner, M. (2007), S. 1.

Grundlegende Einflussfaktoren der Kapitalallokation sind:<sup>22</sup>

- Marktspezifische Risikofaktoren (Volatilität, Fungibilität)
- Fundamentaldaten Risikofaktoren (Bonität, EKQ)
- Fristigkeit
- Effizienz des Marktes (Preisbildung)
- Transaktionskosten
- Kapitalkosten
- Steuerliche Behandlung
- Ggf. unternehmerische Kontrollfunktionen (nur langfristig)

Diese Einflussfaktoren müssen gemäß der Risikoneigung des Investors und mit der Anlageentscheidung bestmöglich (d.h. risikoeffizient) in Einklang gebracht werden.

### 2.1.2 Portfolio Selection Theory

Die von Harry Markowitz 1952 publizierte Theorie der Wertpapiermischung („Portfoliotheorie“) analysierte erstmalig den Zusammenhang zwischen Streuung der Investments (Diversifikation) und der Rendite zwecks Risikominimierung. Aus der Kombination von Risikoaversion der Anleger und Optimierung der Nutzenfunktion eines Investments ergab sich dann die optimale Zusammensetzung eines Portfolios.<sup>23</sup> Grundsätzlich lässt sich einbringen, dass der größere Teil der Menschen risikoscheu sind und daher auch nur ein geringer Teil des deutschen Privatvermögens an börslichen Investments beteiligt ist. Mankiw drückte es praxisorientiert aus: „Eine rationale Reaktion auf diese Risiken besteht jedoch nicht darin, sie um jeden Preis zu vermeiden, sondern sie in die eigene Entscheidungsfindung einzubeziehen.“<sup>24</sup>

Ziel der Portfolio Theorie ist es demnach „finanzwirtschaftliche Probleme ganzheitlich anzugehen“.<sup>25</sup> Die wirtschaftswissenschaftlich wichtigste Erkenntnis von Markowitz ist demnach die „Risikoeffizienz“. Ein Portfolio ist dann optimal, wenn es erstens kein anderes Portfolio gibt, welches bei identischer Rendite ein geringeres Risiko, zweitens bei identischem Risiko eine höhere Rendite oder beides aufweist.<sup>26</sup>

22 Vgl. Perridon, L., Steiner, M., Rathgeber, A. (2009), S. 19.

23 Vgl. Perridon, L., Steiner, M., Rathgeber, A. (2009), S. 252.

24 Mankiw, N. (2004), S. 639.

25 Wahren, H.-K. (2009), S. 56.

26 Vgl. Bruns, C., Steiner, M. (2007), S. 8.

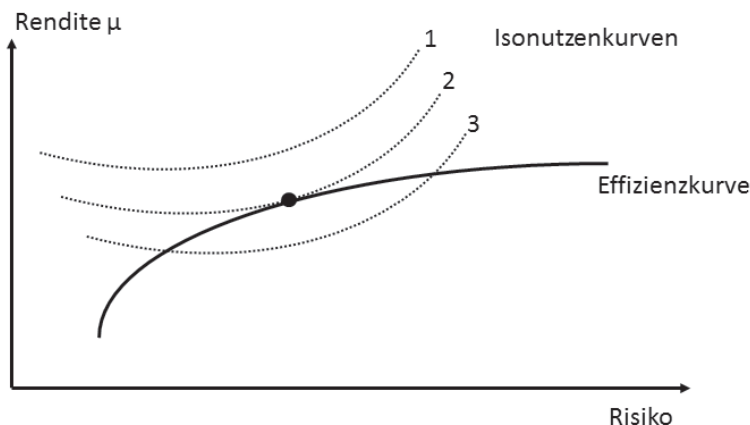


Abbildung 1: Effizienzkurve des optimalen Portfolios gemäß Markowitz<sup>27</sup>

Durch die individuellen Differenzen bei der risikoaversen Disposition entstehen Spielräume, die es mit einer Risikoklassifizierung auf persönlicher Ebene zu erfassen gilt. Breuer spricht hier von so genannten „Interessensdivergenzen“.<sup>28</sup>

Finanzinstitute nutzen hierfür vereinfachende Kennzeichnungs- oder Ampelsysteme, um die jeweilige Risikoneigung ihrer Kunden zu beurteilen. Diese Simplifizierung ist notwendig, da oftmals auch der Kunde selbst nicht genauer seine Vorlieben kommunizieren kann, als ausschließlich tendenziös. Im Rahmen dieses Projektes soll jedoch die Möglichkeit implementiert werden, die Risikoverversion gezielt und möglichst granular zu parametrisieren. So hat der Anleger, der seine Investments zwar automatisieren, dennoch nicht seine persönliche Intuition für das subjektive Marktverhalten außen vor lassen möchte, die Möglichkeit sein Trading zu beeinflussen (Stichwort: Behavioral Finance).<sup>29</sup>

Da nun die Portfolio Theory aufgrund ihrer Kreuzkorrelationen einen nahezu unbewältigenden Berechnungsaufwand mit sich bringt, wurde in den letzten fast 70 Jahren seit Markowitz' Publikation an der (zeit-)effizienten Implementierung der Portfolio Theory gearbeitet. Ein wichtiger Ansatz dafür bietet der Single-Index-Ansatz, welcher die Inputmenge für die Algorithmen durch stellvertretende Verwendung von Indizes approximiert und dadurch stark reduziert.<sup>30</sup>

27 Bruns, C., Steiner, M. (2007), S. 13.

28 Vgl. Breuer, W. (2001), S. 143.

29 Vgl. Goldberg, J., Nitzsch, R. (2004), S. 17f.

30 Vgl. Elton, E., Gruber, M., Brown, S., Goetzmann W. (2009), S. 130f.

### 2.1.3 Fundamentaldaten und Kennzahlen

#### 2.1.3.1 Volatilität $\sigma$

„Im Wertpapiermanagement ist die Volatilität ein Maß für das Kursrisiko einer Aktie. Je volatil eine Aktie ist, um so größer ist die Schwankungsbreite ihrer Kurse, und um so wahrscheinlicher ist es, daß ein bestimmter Kurs überschritten wird.“<sup>31</sup> Dieses Maß für die Streuung um ihr arithmetisches Mittel<sup>32</sup> wird im Finanzumfeld als Standard für die Abschätzung des so genannten titelspezifischen Risikos angesehen und basiert auf der Standardabweichung der Kursschwankungen. Markowitz weist in diesem Zusammenhang zusätzlich auf den möglichen Einsatz einer „Semideviation“ hin, um effiziente Portfolios zu berechnen.<sup>33</sup>

„Zur Interpretation von Streuungsmaßen lässt sich festhalten: Je größer der Wert eines Streuungsmaßes ist, desto mehr streuen die Beobachtungen. [...] Streuungsmaße sollten daher eher als vergleichende Maßzahlen für thematisch gleichartige Datensätze verwendet werden.“<sup>34</sup>

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n u_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n u_i \right)^2}$$

$n$  = Zahl der einkalkulierten Kursbildungen

$u$  = aktueller Kurs (lässt sich auch mit dessen arithmetischem Mittelwert berechnen)

Nun ist abschließend zu berücksichtigen, dass ein geeigneter Betrachtungszeitraum gewählt werden muss, damit die Volatilität aussagekräftig ist. Hierfür wird für gewöhnlich ein Zeitraum von 90 bis 180 Handelstagen gewählt.<sup>35</sup>

#### 2.1.3.2 Varianz $\sigma^2$

Die Varianz ist das quadratische Produkt der Standardabweichung und bildet ein statistisches Streuungsmaß. Die empirische Varianz ist quantifizierendes Maß für die Abweichung.<sup>36</sup> Es wird dazu benötigt, Korrelationen zu berechnen.<sup>37</sup>

---

31 Pflaumer, P., Heine, B., Hartung, J. (2005), S. 56.

32 Vgl. Oppitz, V., Nollau, V. (2004), S. 288.

33 Vgl. Markowitz, H. (1991), S. 77.

34 Cramer, E., Kamps, U. (2008), S. 34.

35 Vgl. Hull, J. (2001), S. 372.

36 Vgl. Cramer, E., Kamps, U. (2008), S. 33.

37 Vgl. Pfeifer, A. (2009), S. 293.

### 2.1.3.3 Rendite $\mu$

Die Rendite eines Investment beschreibt den relativen Wertzuwachs in Prozent, entweder pro Jahr (p.a.) oder pro Trade. Sie errechnet sich als Quotient aus dem Kurs ( $k$ ) eines Investments zum Zeitpunkt des Kaufs und Verkaufs.<sup>38</sup>

$$\mu = \frac{k_{t+1}}{k_t}$$

### 2.1.3.4 Risikonutzen ( $\mu\sigma$ -Prinzip)

Das Prinzip von Vereinigung der Volatilität  $\sigma$  und zu erwartender Rendite  $\mu$  wird auch Erwartungswertprinzip genannt. Es wird bei gegebenem (möglichst geringem) Risiko-Level das Portfolio mit dem höchsten  $\mu$  zusammengestellt. Mathematisch lässt es sich mit  $x_i$  als Anteil am Einzelwert folgendermaßen ausdrücken:<sup>39</sup>

$$\sum_{i=1}^n x_i \mu_i \rightarrow \text{Max.}$$

Aus dem Produkt von  $\sigma$  und  $\mu$  ergibt sich der so genannte Risikonutzen  $\Phi$ . Daraus ergibt sich die Risikonutzen- oder Präferenzfunktion:<sup>40</sup>

$$\Phi(x) = \Phi(\mu, \sigma)$$

Dementsprechend gibt es für jede „Risikoneigung“ eines Investors eine korrelierende Rendite. Diese mögliche Maximalrendite bei zuvor definiertem Risiko mit einem entsprechenden Portfolio zu „treffen“ ist die Aufgabe des Wertpapiermanagements. Das Portfolio ist risikoeffizient, wenn es bei gleichem Risiko kein anderes gibt, welches eine höhere erwartete Rendite aufweist.

### 2.1.4 Technische Analyse

Die technische Analyse beschreibt die Interpretation von Kursdaten in Form von Charts und dient der „rechtzeitigen Erkennung von Aktienkursverlaufsmustern,

---

38 Vgl. Kremer, J. (2005), S. 73.

39 Vgl. Perridon, L., Steiner, M., Rathgeber, A. (2009), S. 108.

40 Vgl. Perridon, L., Steiner, M., Rathgeber, A. (2009), S. 111.

von denen angenommen wird, dass sie sich in der Zukunft wiederholen.“<sup>41</sup> Anders als bei der Anlagebewertung auf Basis von Fundamentaldaten, beruht die technische Analyse ausschließlich auf dem Kursverlauf und dessen Ableitungen. An dieser Stelle soll allerdings nicht auf die, von vielen Händlern in der Praxis genutzte Interpretation von Chartformationen eingegangen werden, da diese nur unzulängliche Ergebnisse im Anbetracht des Implementierungsaufwandes darstellt. Von wesentlicher Relevanz dagegen sind die Kennzahlen zur Markt- bzw. Kursdynamik. Hier sind insbesondere die nachfolgenden vom Autor angedacht.

#### 2.1.4.1 Moving Average

Der „gleitende Durchschnitt“ ist Mittel der Wahl, wenn es darum geht, im fortlaufenden Handelsverlauf Kursschwankungen auszublenden und unberücksichtigt zu lassen. „Bei der Methode der gleitenden Durchschnitte wird der Wert der glatten Komponente zu einem bestimmten Zeitpunkt jeweils durch das arithmetische Mittel aus Beobachtungswerten in einem Zeitfenster um diesen Zeitpunkt genähert.“<sup>42</sup>

#### 2.1.4.2 Momentum

Innerhalb der technischen Analyse ist das Momentum die Kennziffer, die sich am direktesten auf die aktuelle Marktdynamik bezieht und diese zum Ausdruck bringt. „Das Momentum misst die Kraft eines Kurszyklus, indem die Zuwachsraten der Kurse betrachtet werden.“<sup>43</sup> Dementsprechend ist das Momentum der Grad der Kursänderung. Im Punkt Momentum = 0 findet keine Kursänderung statt.

Darüber hinaus kann eine einmal in Gang gekommene Marktdynamik sich selbst verstärken: „[The] Momentum can be generated by the slow diffusion of information – as more people become aware of certain news, more people decide to buy or sell a stock, thereby driving the price in the same direction. [...] This leads to a momentum strategy called post earnings announcement drift“.<sup>44</sup> Das Momentum lässt sich in relativen und absoluten Werten ermitteln:

$$M_t = \frac{K_t}{K_{t-1}} - 1 \quad \text{bzw.} \quad M_t = K_t - K_{t-1}$$

---

41 Bruns, C., Steiner, M. (2007), S. 272.

42 Cramer, E., Kamps, U. (2008), S. 143.

43 Bruns, C., Steiner, M. (2007), S. 283.

44 Chan, E. (2008), S. 117f.

### 2.1.4.3 Put-Call-Ratio

Die konventionelle Put-Call-Ratio betrachtet das Verhältnis von Verkäufen und Käufen eines Marktes bzw. eines Einzelwertes. „Verwendung findet die Put-Call-Ratio als Indikator für die Stimmung des Marktes und wird deswegen auch als Sentiment-Indikator bezeichnet. Eine hohe Put-Call-Ratio ist ein Zeichen für vorhandenen Pessimismus im Markt.“<sup>45</sup>

Dieser Wert ist zwar exakt quantifizierbar, allerdings nicht besonders aussagekräftig, keineswegs stabil und darüber hinaus nicht sinnvoll in die eigenen Algorithmen zu integrieren. Dennoch ergibt es Sinn, das Verhältnis von Käufern und Verkäufern zu messen. Allerdings nicht so indifferenziert wie es von Bruns und Steiner vorgeschlagen wird, sondern bezogen auf das Orderbuch. Selbst das ist augenscheinlich noch nicht besonders aussagekräftig, da die Historie und damit die Relation fehlt. Demnach schlägt der Verfasser vor, aus der auf Basis der einzelnen Order gewichteten Put-Call-Ratio des Orderbuches eine Momentumanalyse durchzuführen, die somit die Dynamik der aktuellen Nachfrageänderung darstellt. Steigt diese in kurzer Zeit überdurchschnittlich (gleitender Durchschnitt) stark an, so hat dieser Einzelwert eine gesteigerte Aufmerksamkeit der Händler. Sofern sich dann additiv ein positiv gerichteter Aufwärtstrend ergibt, könnte dies bei gegebener Stabilität als Kaufsignal interpretiert werden.

### 2.1.4.4 Weiterführende Ansätze

Die bisher angeführten Ansätze sind nicht erschöpfend. Hier sind unter anderem die Oszillatoren, Trendkanäle (vergleichbar mit Konfidenzintervallen) und den so genannten „relativen Stärke“-Faktoren wie dem Relative Strength Index (RSI) zu nennen. Eine umfassende Betrachtung ist im Rahmen dieser Ausarbeitung weder vorgesehen noch erforderlich, zur initialen Filterung von Kapitalmarktdaten sind die bisher angedachten Ansätze hinreichend.

## 2.2 Kapitalmarktsynergetik

Nachfolgend werden organisatorische Grundlagen des börslichen Kapitalmarktes, der wiederum eine Teilmenge der Finanzmärkte ist, darstellt. In diesem werden Wertpapiere (verbriefte Privatrechte) gehandelt. Weiterhin wird hier zwischen Primär- und Sekundärmarkt differenziert.<sup>46</sup> Im Rahmen dieses Projektes ist

---

45 Bruns, C., Steiner, M. (2007), S. 286.

46 Vgl. Perridon, L., Steiner, M., Rathgeber, A. (2009), S. 162.

der Handel mit bereits am Markt etablierten Wertpapieren vorgesehen, insofern ist hier lediglich der Sekundärmarkt von Relevanz. Wie bereits eingangs definiert, bezieht sich die nachfolgende Betrachtung auf die Anlageklasse „Aktie“, d.h. Kassamarkt.

Ein relevanter Teilbereich der Kapitalmarktsynergetik ist der vergleichsweise neue Forschungszweig der Mikrostrukturtheorie. Hier werden die Interaktionsbeziehungen einzelner Kapitalmarktteilnehmer detailliert analysiert, um so Erkenntnisse über zugrunde liegende Zusammenhänge der dynamischen Preisbildung zu gewinnen.<sup>47</sup>

### 2.2.1 Ordertypen

Es gibt viele unterschiedliche Arten von Typen der Orderausführung an den Kapitalmärkten. Dabei handelt es sich um so genannte Orderzusätze, welche die Order um zusätzliche Semantik erweitern. Es kann grundsätzlich nach den drei Kategorien Preis, Zeit und Volumen unterschieden werden.

Die relevantesten Ordertypen sind die konventionelle Marketorder und die Limitorder. Unterschied ist der auszuführende Handelskurs. Bei der Limitorder wird gemäß Bezeichnung ein Preislimit aufgestellt, sodass die Order nur ausgeführt wird, sofern das Limit eingehalten werden kann. Die Marketorder dagegen orientiert sich bei der Preisfindung am aktuellen Marktpreis, deshalb wird diese mitunter auch „Bestens“ genannt, da der ausführende Broker den bestmöglichen Preis gemäß Marktlage wählt. Zeitlich gesehen kann darüber hinaus die Gültigkeit der eigenen Order angepasst werden. Im Normalfall wird der Handelsauftrag bei „Ultimo“ bis zur Standardlöschung durch die Handelsplattform oder bis zu einem konkret durch den Investor definierten Zeitpunkt im System belassen. Schlussendlich kann noch anhand des Ordervolumens differenziert werden. Hier besteht die zumeist Möglichkeit, die Option „all or none“ zu wählen, bei der dafür Sorge getragen wird, dass der Handelsauftrag ganz oder gar nicht ausgeführt wird. Per Default allerdings werden die Order gesplittet und zur Teilausführung freigegeben, dies ist insbesondere bei zunehmend größer werdenden Volumina unumgänglich.

Im Rahmen dieses initialen Prototypen soll nur der konventionelle Marketorder gehandelt werden. Hier bleibt ein gewisses Renditepotential vorerst ungenutzt und soll bei weiterführenden Iterationen der Software berücksichtigt werden.

---

47 Vgl. Bruns, C., Steiner, M. (2007), S. 6.

### 2.2.2 Kursbildung

Fälschlicherweise wird oftmals angenommen, dass der Kurs eines Wertpapiers sich nach der Verrechnung von anliegendem Angebot und gegenüberstehender Nachfrage richtet und der so entstandene Kurs ein Mittelwert bzw. Durchschnitt sei.<sup>48</sup> Dem ist nicht so, da bevor es zur Orderausführung und damit zur Kursbildung kommt, die Quantitäten von Angebot und Nachfrage im Orderbuch abgetragen werden.

Beispielhafte Darstellung eines Orderbuches:

| Kaufaufträge | Limit    | Verkaufsaufträge | Limit    |
|--------------|----------|------------------|----------|
| 40 Stück     | Billigt  | 30 Stück         | Bestens  |
| 20 Stück     | 124 Euro | 50 Stück         | 124 Euro |
| 60 Stück     | 125 Euro | 40 Stück         | 125 Euro |
| 50 Stück     | 126 Euro | 20 Stück         | 127 Euro |

Abbildung 2: Einheitspreis und Orderbuch<sup>49</sup>

„Die Feststellung des so genannten Einheitskurses erfolgt dann vom Börsenmakler nach dem Meistausführungsprinzip“.<sup>50</sup> Wenn nun der Broker bzw. das elektronische Handelssystem Angebot und Nachfrage entgegen genommen hat, wird die Wertigkeit für die höchste Transferrmenge errechnet. Der neu entstehende Kurs ist also der Wert, bei dem der Austausch zwischen Käufern und Verkäufern am größten ist. Diese Dynamik bedingt auch, dass der überwiegende Teil des Orderbuches vorerst nicht ausgeführt werden kann. Dies ist insbesondere bei beschränkenden Limitorders der Fall. Auch bei Marketorders kommt es daher nicht selten zu Teilausführungen, sodass nicht das gesamte beanspruchte Volumen umgesetzt wird. Dies muss im Rahmen der Algorithmik berücksichtigt werden. Zusammenfassend lässt sich sagen: „Die Aufgabe der Börse ist dahingehend festgeschrieben, dass sie immer und zu jedem Zeitpunkt den Kurs ermitteln muss, bei dem Angebot und Nachfrage bestmöglich ausgeglichen sind“.<sup>51</sup> Dieser dynamische Aspekt der Preisbildung ist Teil der Mikrostrukturtheorie.

Neben dem Orderbuch gibt es die so genannten Times&Sales-Listen (T&A), diese erfassen lediglich das Ergebnis der Kursbildung und enthalten dementsprechend nur Kurs und Umsatz pro Zeiteinheit. Der Umsatz ist also die konkrete Umsetzung des anliegenden Ordervolumens. Beispiel einer T&A-Liste:

48 Vgl. Voigt, M. (2010), S. 63.

49 Eigene Darstellung in Anlehnung an Stiefl, J. (2005), S. 37.

50 Stiefl, J. (2005), S. 37.

51 Voigt, M. (2010), S. 75.

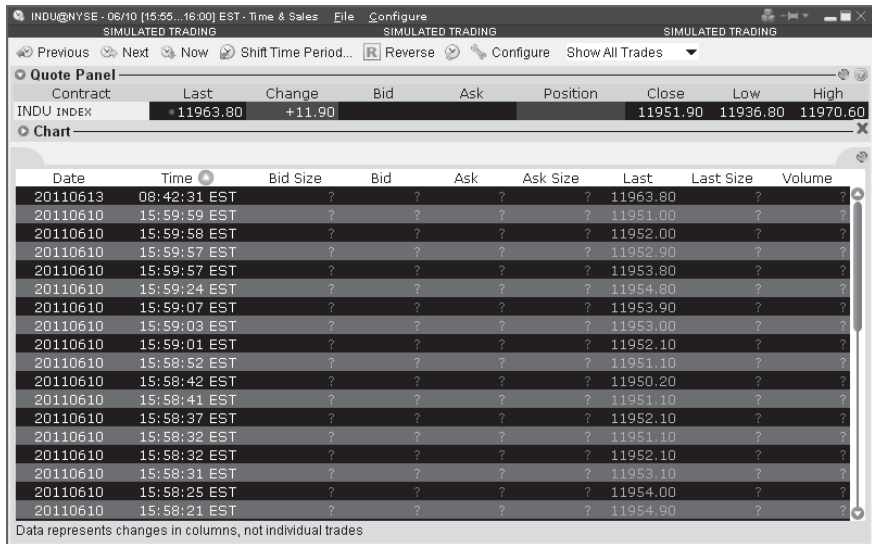


Abbildung 3: Beispiel Time&Sales-Liste

Das Orderbuch enthält dadurch mehr Informationen als die T&A-Liste, da sich – je nach erfasster Ordertiefe – eine quantifizierende Aussage über die Relation von Angebot und Nachfrage treffen lässt. Auch wenn die überschüssig angebotenen/nachgefragten Aktien keine Kursveränderung bedingen, lässt sich so die Präferenz der Marktteilnehmer interpretieren. (Stichwort: „Ask/Bid-Ratio“, Verhältnis von Kauf- und Verkaufspositionen). Hierbei handelt es sich um eine Akkumulierung der jeweils angebotenen Volumina mit anschließender Quotientenbildung. Diese simple Kennziffer verschafft dem Marktteilnehmer zwar einen schnellen Überblick, doch ist nach Auffassung des Autors nicht aussagekräftig genug, da die anliegende Preisstruktur und damit die individuelle Handelsintensität der Teilnehmer unberücksichtigt bleibt.

### 2.2.3 Relevante Einflussfaktoren

Die für die Kursentwicklung relevanten Einflussfaktoren sind aufgrund zahlreicher Interdependenzen an den Kapitalmärkten sehr vielfältig und variieren häufig. Darüber hinaus ist der betrachtete Zeitraum relevant. Der strategische Investor (zumeist institutionelle Anleger) verweilt länger im Markt und legt den Fokus auf andere Handelsbedingungen-/Kriterien als kürzer orientierte Marktteilnehmer.

Software-Entwicklung für dynamische Portfolioallokation  
und Risikomanagement

Impekoven, C.

2013, XIV, 106 S. 31 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-01181-9