



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

„Arbitrage durch quantitatives Pairs Trading“

Verfasser

Heinz Lorenz Habermuth

angestrebter akademischer Grad

Magister der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften
(Mag.rer.soc.oec.)

Wien, im Juni 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 157

Studienrichtung lt. Studienblatt: Internationale Betriebswirtschaft

Betreuer: a.o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Christian Keber

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken wurden als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, im Juni 2011

(Heinz Lorenz Habermuth)

Inhaltsverzeichnis

Notationsverzeichnis.....	6
Anhangsverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis.....	10
1 Einführung und Problemstellung.....	12
2 Statistisches Arbitrage Pairs Trading.....	14
2.1 Entstehungsgeschichte des Pairs Trading.....	16
2.2 Liquidität	17
2.3 Marktneutrale Handelsstrategie und Beta	18
2.4 Relative Bewertung oder das Gesetz des einheitlichen Preises	24
2.5 Mean Reversion und die Kritik am Pairs Trading.....	28
2.6 Korrelation, Korrelationskoeffizient und Pairs Trading.....	34
2.7 Volatilität.....	38
2.7.1 Alternative Berechnungsmethoden der Volatilität.....	43
2.7.2 Bollinger Bands.....	48
2.8 Spread.....	51
2.9 Am Kapitalmarkt existierende geeignete Finanztitel zur Durchführung des Pairs Trading	55
2.9.1 Aktien.....	56
2.9.2 Optionen.....	58
2.9.3 Futures.....	60
2.10 Durchführung der Pairs Trading Methode	62
3 Modellerstellung und Auswahl des Kapitalmarkt	69
3.1 Modellansatz nach Evan G. Gatev & Co und Mark Whistler	71
3.2 Modell zur Berechnung der durchschnittlichen Handelskosten.....	75
4 Datenanalyse.....	77
4.1 Auswertung Modellansatz Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst.....	78
4.2 Auswertung Modellansatz Mark Whistler und Vergleich mit Modellansatz von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst.....	80
4.3 Auswertung Mean Reverse Verfahren und Vergleich mit Modellansatz von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst	83

4.4 Auswertung Modellansatz Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst mit Simulation von realen Handelskosten und Vergleich mit einfacher Investition in einen NYSE Composite Index Fond	85
4.5 Das Jahr 2008 und Pairs Trading	88
5 Zusammenfassung und Schlusswort	92
Anhang A	94
Anhang B	96
Anhang C	101
Literaturverzeichnis.....	106
Internetquellen.....	110
Abstract	112
Curriculum Vitae.....	114

Notationsverzeichnis

$\%b$	Bollinger Oszillator
$ACAR_{X,T}$	durchschnittliche kumulierte Residualrendite
BB_t^{mitte}	mittleres Bollinger Band
BB_t^{oben}	oberes Bollinger Band
BB_t^{unten}	unteres Bollinger Band
$CAR_{G,T}$	Gewinnerportfolio
$CAR_{V,T}$	Verliererportfolio
$Cov(r_p, r_M)$	Kovarianz zwischen Rendite p-tes Wertpapier und Marktportfolio
$Cov(r_a, r_b)$	Kovarianz von Rendite Aktie A und Rendite Aktie B
$CU_{i,T}$	kumulierte Residualrendite
CU_i	kumulierte Residualrendite i-te Aktie
CU_k	kumulierte Residualrendite der k-ten Aktie
$DIFF_N$	Summe der quadrierten Differenzen
$diff_t$	Differenz stetige Renditen zum Zeitpunkt t
$E(r_m)$	erwartete Rendite des Marktportfolios
$E(r_p)$	erwartete Rendite für das p-te Wertpapier
H_{t-i+1}	Tageshöchstkurs der Option
L_{t-i+1}	niedrigster Tageskurs der Option
$\ln$	natürlicher Logarithmus
n	Summe der vorhandenen Datensätze
p	Anzahl der Persistenzparameter
p_{it}	Schlusskurs i-te Aktie zum Zeitpunkt t
r_{ai}	i-te stetige Rendite von Aktie A
r_f	Rendite risikolose Wertanlage

$r_{i,t}$	Rendite der i-ten Aktie zum Zeitpunkt t
$r_{m,t}$	Rendite des Marktportfolios in Periode t
S_0	vereinbarter Basispreis zu $t = 0$
Sk_A	Schlusskurs Aktie A
Sk_B	Schlusskurs Aktie B
Sk_t	Schlusskurs einer Aktie zum Zeitpunkt t
$Spread_D$	Spread Differential
$Spread_{ratio}$	Spread Ratio
Thz	Tageshandelszeit in Minuten
$u_{i,t}$	marktadjustierte Residualrendite des Wertpapiers i zum Zeitpunkt t
VAR_{DIFF}	Varianz der quadrierten Differenzen
Var_x	Varianz einer stochastischen Größe
w_i	Gewichtung des i-ten Teils
$w_i(T)$	Gewichtung des Wertpapiers i
X	aktueller Kurs
$y_{i,t}$	stetige Rendite i-te Aktie zum Zeitpunkt t
y_t	stetige Rendite zum Zeitpunkt t
β	Beta Koeffizient des CAPM
β_p	normiertes systematisches Risiko für das p-te Wertpapier
β	exponentielle Gewichtung EWMA Modell
μ_a	Mittelwert der Rendite von Aktie A
μ_{DIFF}	Mittelwert der quadrierten Differenzen
μ	zum Zeitpunkt t erwartete Rendite
σ_{ann}	annualisierte Volatilität
σ_{DIFF}	Standardabweichung der quadrierten Differenzen

σ_M^2	Varianz des Marktportfolios
$\sigma(r_a)$	Standardabweichung von Rendite Aktie A
$\sigma(r_b)$	Standardabweichung von Rendite Aktie B
$\sigma^2(r_M)$	Varianz der Rendite des Marktportfolios
ε	stochastischer Störterm
θ	Idiosynkratisches Risiko
$\varrho(r_a, r_b)$	Korrelationskoeffizient von Rendite Aktie A und Rendite Aktie B

Anhangsverzeichnis

Anhang A	Berechnung der Korrelation im Zwei-Aktien-Modell	94
Anhang B	Pairs Trading Paare nach Modellansatz Evan G. Gatev	96
Anhang C	Pairs Trading Paare nach Modellansatz Mark Whistler	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Aktienbeispiel.....	14
Abbildung 2 - Kapitalmarktklinie	19
Abbildung 3 - Wertpapierlinie	22
Abbildung 4 - Perfekte Korrelation 1	35
Abbildung 5 – Perfekte Korrelation -1	35
Abbildung 6 - Positive Korrelation.....	35
Abbildung 7 - Negative Korrelation	35
Abbildung 8 - Gauß'sche Glockenkurve	40
Abbildung 9 - Historischen Volatilität bei unerwarteten Einzelereignissen.....	41
Abbildung 10 - Historische Volatilität und linearer Kursverlauf	42
Abbildung 11 – Bollinger Bands Modell.....	50
Abbildung 12 - Spread Differential Tagesschlusskurse.....	51
Abbildung 13 – Spread Differential.....	54
Abbildung 14 - Spread Differential in der Kaufs- und Verkaufsentscheidung.....	66
Abbildung 15 – Wann wird welche Aktie gekauft und verkauft	67
Abbildung 16 - Aktientitel pro Bewertungszeitraum, Modellansatz Evan G. Gatev	72
Abbildung 17 - Aktientitel pro Bewertungszeitraum, Modellansatz Mark Whistler.....	72
Abbildung 18 - Pairs Trading Paare nach Modellansatz Evan G. Gatev	73
Abbildung 19 - Pairs Trading Paare nach Modellansatz Mark Whistler	74
Abbildung 20 - Pairs Trading Paare zur Überprüfung der Mean Reverse Kritik	74
Abbildung 21 – Durchschnittliche Handelskosten pro Transaktion	75
Abbildung 22 – Portfolio 1, Modell Evan G. Gatev et al.	79
Abbildung 23 - Portfolio 2, Modell Evan G. Gatev et al.	79

Abbildung 25 - Portfolio 1, Modell Mark Whistler	80
Abbildung 26 - Portfolio 2, Modell Mark Whistler	81
Abbildung 26 – Gesamtübersicht Portfoliogewinn für beide Modellansätze	82
Abbildung 27 - Portfolio, Mean Reverse Verfahren.....	83
Abbildung 28 – Kombiniertes Gesamtportfolio, Modell Evan G. Gatev et al.....	84
Abbildung 29 - Portfolio 1, Modell Evan G. Gatev et al., reale Handelskosten.....	85
Abbildung 30 - Portfolio 1, Modell Evan G. Gatev et al., reale Handelskosten.....	86
Abbildung 31 - Gesamtportfolio, Modell Evan G. Gatev et al., reale Handelskosten....	87
Abbildung 32 - NYSE Composite Index Fond, reale Handelskosten.....	87
Abbildung 33 - Renditen, Portfolios unter besonderer Betrachtung des Jahres 2008	89

1 Einführung und Problemstellung

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die quantitative statistische Pairs Trading Theorie¹ auf die Möglichkeit der Erzielung eines Arbitragegewinnes beziehungsweise eines höheren Gewinnes als durch die simple Investition in Marktindexpapiere zu überprüfen. Zu diesem Zweck werden drei mathematische Modelle erstellt, die folgende Thesen validieren:

- Aufgrund der Erwartung einer höheren Rendite beim Modell des quantitativen statistischen Arbitrage Pairs Trading Verfahren handelt es sich nicht um eine weitere Form des „Mean Reverse in Stock Prices“ Verfahren.
- Durch die Anwendung von Pairs Trading lässt sich eine höhere Rendite als bei einer Veranlagung in Marktindexpapiere erzielen.

Die Diplomarbeit gliedert sich im Wesentlichen in fünf Kapitel:

Kapitel eins beinhaltet eine kurze Definition von Pairs Trading. Pairs Trading² ist die Anwendung einer marktneutralen Handelsstrategie welche sich dadurch auszeichnet, dass bei der Portfolioerstellung zwei Aktien verwendet werden wobei in weiterer Folge bei einer Aktie eine Long Position und bei der zweiten Aktie eine Short Position im Markt eingenommen wird. Entscheidend für den Erfolg dieser Handelsstrategie ist die gemeinsame historische Renditenentwicklung beider Aktien. Liegt hierbei eine hohe Korrelation vor so ist davon auszugehen, dass sich die weitere Entwicklung beider Aktien ähnlich ihrer historischen Renditeentwicklung verhalten wird. Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg dieser Investitionsmethode ist daher die Korrelation der paarbildenden Aktien als auch die Ermittlung und Anwendung des Spread Differential.

Im zweiten Kapitel werden die Definitionen der quantitativen statistischen Arbitrage Modelle erläutert und die Ansätze beschrieben. Infolge dessen geht es um die Klärung folgender Fragen: Welche Ideen und welche Theorien stecken hinter Pairs Trading? Wie werden die für die Verwendung in Frage kommenden Aktienpaare identifiziert? Welche Bedingungen müssen die ausgewählten Paare erfüllen? Wie wird die Preisdifferenz, beziehungsweise der Spread zwischen den Paaren berechnet? Ab welchen Zeitpunkt entfernt sich ein Spread von seinem Mittelwert? Welche realen

¹ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999

² Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 1 - 4

Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 73 - 74

Methoden existieren, um Pairs Trading erfolgreich durchzuführen? Gibt es einen methodischen Ansatz um den Zeitpunkt zu bestimmen? In diesem Kapitel wird auch der Ansatz des „Mean Reversion in Stock Prices“ Verfahren erklärt und auf die Kritik am Pairs Trading, dass es sich nur um eine weitere Variante dieses Verfahrens handelt, eingegangen.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich sowohl mit der Auswahl des Kapitalmarktes als auch der Darstellung und Definition der drei Modelle, die zur Beurteilung der Pairs Trading Theorie verwendet werden. Beim ersten Modell handelt es sich um ein Pairs Trading Modell ohne reale Handelskosten. Dieses Modell wird einmal nach den theoretischen Annahmen, getroffen von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst³ bezüglich Liquidität und Standardabweichung berechnet und einmal nach den von Mark Whistler⁴ in diesen Punkten getroffenen Modellaussagen. Hierbei soll ein direkter Vergleich zwischen beiden Modellansätzen gezogen werden. Danach wird dem theoretischen Ansatz gegenüber ein „Mean Reversion in Stock Prices“ Verfahren gestellt um den Ansatz der Erwartung einer höheren Rendite zu überprüfen. Das letzte Modell ist der Versuch der Simulation eines Pairs Trading mit realen Handelsbeziehungsweise Transferkosten zwecks direkten Vergleichs des Gewinnes mit einer Investition in den Marktindex. Jedes dieser Modelle umfasst einen Zeitraum von fünf plus einem Jahr. Das Ziel ist, die vorhandenen historischen Daten eines Jahres zur Erstellung der Pairs Trading Paare zu verwenden und danach eine sechs Monate dauernde Handelssimulation folgen zu lassen. Nach Ablauf der sechs Monate werden die Handelspositionen aufgelöst und nach einer Neubewertung der Daten, im Umfang eines Zeitraumes von einem Jahr, wieder für sechs Monate gestartet.

Das vierte Kapitel behandelt die mathematische Auswertung und Gegenüberstellung der Modelle. Zuerst erfolgt die Auswertung der Pairs Trading Methode nach dem theoretischen und dem praxisbezogenen Ansatz ohne Handelskosten. Danach wird die Performance des theoretischen Modells gegenüber einem unter gleichen Bedingungen bezüglich Liquidität und Standardabweichung erstellten simplen „Mean Reverse in Stock Prices“ Verfahren getestet. Im Anschluss wird die Rendite des Pairs Trading Modells ohne Handelskosten mit der erzielten historischen Marktrendite verglichen. Um sowohl eine möglichst akkurate Vergleichsmöglichkeit mit dem Marktindex zu haben als auch um die These einer real existierenden Arbitragevariante zu prüfen, wird schlussendlich das „Pairs Trading Modell mit Handelskosten“ mit dem Marktindex verglichen. Eine abschließende Zusammenfassung der Resultate und die daraus zu ziehenden Thesen werden im fünften Kapitel präsentiert.

³ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, “Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule”, National Bureau of Economic Research, March 1999

⁴ Vgl. Whistler, Mark, “Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies”, John Wiley & Sons, Inc., 2004

2 Statistisches Arbitrage Pairs Trading

Unter Pairs Trading versteht man eine marktneutrale Handelsstrategie in ihrer einfachsten Form.⁵ Bei der Portfolioerstellung verwendet man zwei Aktientitel, welche sich dadurch auszeichnen, dass in einem Titel eine Long Position am Markt gewählt wird und demgegenüber im zweiten Titel eine Short Position eingegangen wird.

Entscheidend für den Erfolg dieser Strategie als auch deren Anwendung ist der Spread.⁶ Unter Spread versteht man die Differenz im Preis zwischen den beiden verwendeten Aktientitel. Entfernt sich dieser Preisunterschied zu weit von seinem Mittelwert, entsteht dadurch eine Möglichkeit, unter der Annahme einer Rückkehr zum langläufigen Mittelwert, eine Position in beiden Titel einzunehmen. Nähert sich der Mittelwert wieder seiner gewohnten Schwankungsbreite an, werden die beiden Positionen aufgelöst und der dabei entstandene Gewinn realisiert.

Es ist jedoch zu beachten, dass es sich trotz der oftmals falsch verstandenen Bezeichnung als marktneutrale Strategie nicht um ein risikoloses Verfahren handelt.

Zur Darstellung anbei, wie in Abbildung 1 graphisch dargestellt, ein einfaches Beispiel:

Es existieren zwei Aktientitel am Markt. Aktie A wird um 120,- Euro gehandelt und Aktie B um 100,- Euro.

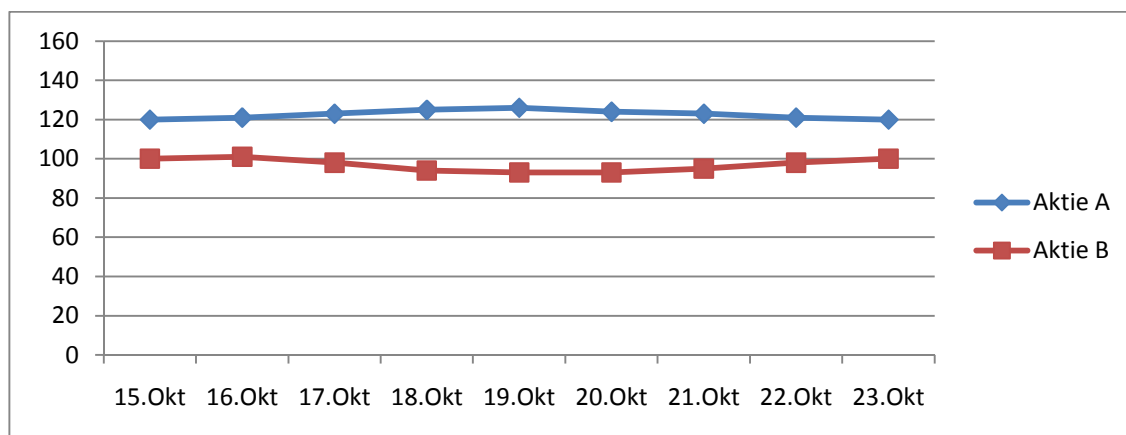


Abbildung 1 - Aktienbeispiel

⁵ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999

Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 1 - 4

Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 5 - 8

⁶ Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 42

Der Mittelwert der Preisdifferenz beträgt in diesem Beispiel 20,- Euro. Durch eine Marktfluktuation wird Aktie A nun mit 123,- Euro bewertet und Aktie B mit 98,- Euro. Die Preisdifferenz beträgt nun 25,- Euro und hat sich damit auch vom Schwankungsbereich um den Mittelwert entfernt. Dies würde dazu führen, dass bei der Portfolioerstellung bei Aktie A eine Short Position (Verkauf) gewählt wird und bei Aktie B eine Long Position (Kauf) eingenommen wird. Unter der theoretischen Annahme, dass es zu einer Rückkehr des Preisunterschiedes zur gewohnten Schwankungsbreite um den Mittelwert kommt, würde sich dadurch eine Arbitragemöglichkeit von 5,- Euro ergeben. Erreicht die Preisdifferenz wieder den angenommenen Schwankungsbereich um den Mittelwert, werden beide Positionen, durch einen Kauf von Aktie A und einen Verkauf von Aktie B, aufgelöst.

Ein weiterer wichtiger Punkt im Konzept des statistischen Arbitrage Pairs Trading ist die Idee der relativen Bewertung⁷. Darunter versteht man das Konzept, dass Aktientitel mit ähnlichen Eigenschaften mehr oder weniger gleich bewertet werden. Der Preisunterschied zwischen beiden Titel wird als unterschiedliche Wahrnehmung des Marktes definiert. Je größer jedoch diese Preisdifferenz wird, desto eher ist von einer Fehleinschätzung des Marktes auszugehen und desto profitabler kann ein Markteintritt werden.

Das Hauptkriterium bezüglich der erfolgreichen Anwendung der Theorie ist die Korrelation⁸ zwischen den Aktientiteln. Je höher der Wert der ermittelten Korrelation ist, desto geringer ist das Risiko einer fehlgeschlagenen Handelstransaktion. Doch was versteht man unter marktneutraler Handelsstrategie und relativer Bewertung? Und handelt es sich bei der Durchführung der quantitativen Pairs Trading Methode nur um eine andere Bezeichnung für ein Mean Reversion Modell? Diese Fragen werden in den Kapiteln 2.3 bis 2.5 näher erläutert.

⁷ Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 74

Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 5 – p.7

Vgl. Krugman, Paul R., Obstfeld, Maurice, "International Economics: Theory and Policy", Harper Collins College Publishers, Third Edition, 1994, p. 13

Vgl. Sercu, Piet, Uppal, Raman, "International Financial Markets and The Firm", Champan & Hall, First Edition, 1995, p. 34 - 37

⁸Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 15

Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 51 - 69

Vgl. Lohninger, H., "Grundlagen der Statistik", http://www.statistics4u.info/fundstat_germ/, Epina Softwareentwicklungs- und Vertriebs-GmbH, September 2010

2.1 Entstehungsgeschichte des Pairs Trading

Bezugnehmend auf den Artikel „Layman's Guide to Pair Trading“⁹ wurde Pairs Trading zuerst von Alfred Winslow unter Verwendung von Leerverkäufen ab 1949 erfolgreich angewandt. Jedoch erst Anfang der 1980er Jahre entwickelte sich die quantitative Arbitrage Pairs Trading Methode aufgrund der elektronischen Revolution und der immer günstiger werdenden Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung zu einer erfolgreichen und beachteten Geschäftsmethode an der New Yorker Börse.

Nunzio Tartaglia¹⁰ sammelte zu diesem Zeitpunkt ein Team von Physikern, Mathematikern und Computerwissenschaftlern um sich, um die Entdeckung und Entwicklung neuer Methoden zur Erzielung von Arbitragegewinnen auf dem Kapitalmarkt voranzutreiben. Ziel seiner Tätigkeit war im Besonderen die Entwicklung hochtechnologischer und mittels einfachen Filterregeln automatisch auszuführender Handelsprogramme, welche durch die Anwendung von statistischen Methoden das Fachwissen und die Intuition erfahrener Aktienspekulanten eliminieren sollten. Bei einer der entwickelten Methoden handelte es sich um ein Verfahren „Aktienpaare“, deren Aktienkurse sich gemeinsam zu entwickeln schienen, zu identifizieren und aufgrund der schwankenden Preisunterschiede zu handeln. Die Gruppe um Nunzio Tartaglia wandte im Jahr 1987 dieses Modell äußerst erfolgreich an. Schlussendlich erzielte sein Team einen Gewinn von 50 Millionen Dollar.

Obwohl das Modell für einige Zeit äußerst erfolgreich angewandt wurde, entschloss sich Morgan Stanley das Team um Nunzio Tartaglia 1989, nach einigen Perioden unterdurchschnittlicher Marktperformance, aufzulösen.

Dies hinderte jedoch das quantitative statistische Arbitrage Pairs Trading Modell nicht daran, eine zunehmend populäre marktneutrale Investmentstrategie an den Börsen der Welt zu werden. In einem Interview gegenüber der Zeitschrift Institutional Investor, welches Nunzio Tartaglia 1989 gab, erklärte er, dass laut seiner Meinung vor allem der psychologische menschliche Faktor für den Erfolg der Methode ausschlaggebend war.

„Human beings don't like to trade against human nature, which wants to buy stocks after they go up not down“¹¹.

Dies würde bedeuten, dass Investoren bei der Anwendung der Pairs Trading Theorie, einen Vorteil durch die Existenz überreagierender Marktteilnehmer ziehen, die aufgrund ihrer persönlichen Einschätzungen von falschen Erwartungen ausgehen. Zu einem

⁹ Vgl. „Layman's Guide to Pair trading“ <http://www.pairtradefinder.com>, Trading Software Pty Ltd. July 2008

¹⁰ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, „Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule“, National Bureau of Economic Research, March 1999, p.2 - 3

¹¹ Hansell, Saul, „Inside Morgan Stanley's Black Box“, Institutional Investor, 1989, May, p.204

ähnlichen Resultat kamen auch Jegadeesh und Titman in ihrer 1995 erschienenen Arbeit.¹²

2.2 Liquidität

„Der Begriff Liquidität (von lateinisch liquidus „flüssig“) bezeichnet in seiner allgemeinen Bedeutung die Fähigkeit, im Markt ein Wirtschaftsgut schnell gegen ein anderes zu tauschen“¹³. Auf die Börse bezogen bedeutet dies nichts anderes als der Umtausch von Geld in Wertpapiere und umgekehrt. Das Vorhandensein der Möglichkeit, schnell eine gewünschte Aktienportfolioposition einzunehmen, und diese auch wieder aufzulösen, ist für die Theorie des Pairs Trading von entscheidender Bedeutung.¹⁴ Was nützt die schönste theoretische Möglichkeit einen Gewinn zu erzielen, wenn man dafür keinen Käufer beziehungsweise Verkäufer findet. Dadurch muss schon zu Beginn der Datenauswertung ein Konzept bezüglich der Beurteilung der Liquidität der einzelnen Aktien vorhanden sein.

In ihrer Studie zum Thema Pairs Trading¹⁵ gehen Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Rouwenhorst nach einer simplen Filterregel vor. Alle Aktien in der Formationsperiode werden aufgrund der Handelstage beurteilt. Sobald an einem Handelstag während der zu beurteilenden Zeitreihe kein Aktienhandel stattgefunden hat, wird diese Aktie aus der Formationsperiode ausgeschlossen und für die Anwendung der Pairs Trading Theorie als nicht geeignet beurteilt. Einen Schritt weiter, hinsichtlich der Bewertung der Liquidität, geht Mark Whistler¹⁶ in seinem Buch.

Wie die zuvor genannten vertritt auch Mark Whistler die Meinung, dass Aktien, die nicht jeden Handelstag Umsätze erzielen, auszusortieren sind. Zusätzlich jedoch trifft er die Entscheidung, dass die für das Pairs Trading in Frage kommenden Aktien einen Mindestumsatz von durchschnittlich mehr als 200.000 gehandelten Aktien pro

¹² Vgl. Narasimhan, Jagadeesh, Titman, Sheridan, „Overreaction, Delayed Reaction, and Contrarian Profits“, The Review of Financial Studies, Vol. No.4, 1995, p.973

¹³ May, Simon, „Businessplan einfach, schnell, professionell“ IJF Institut für Jungunternehmen, St. Gallen Zürich Lausanne, November 2010, p. 19

Vgl. Freie Autoren, „Liquidität“, „<http://de.wikipedia.org>“, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, April 2011

¹⁴ Vgl. Whistler, Mark, „Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 9 – 11

Vgl. Whistler, Mark, „Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 101 - 108

¹⁵ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, „Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule“, National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 6

¹⁶ Vgl. Whistler, Mark, „Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 10

Handelstag haben sollten. Seine Begründung bezüglich dieser zusätzlichen Filterregel ist simpel:

Aufgrund der geringen gehandelten Menge der dadurch betroffenen Aktien, ist es nicht immer möglich zum gewünschten Verkauf- oder Kaufkurs auch einen Gegenpart, der Interesse an den zu handelnden Wertpapieren hat, zu finden. Die zuständigen Börsenmakler sind nicht verpflichtet jede Order eines Kunden zum gewünschten Kurs durchzuführen.

Durch das geringere Handelsvolumen kann es dadurch auch zu stärkeren unerwünschten Kursschwankungen in beide Richtungen kommen, welche die erfolgreiche Anwendung der Pairs Trading Theorie schon von Anfang an zum Scheitern verurteilt. Zusätzlich belegt er seine Marktaussage mit folgender, laut seiner Wahrnehmung, am Markt vertretenen Daumenregel:

„As a general rule of thumb, many investors will not trade stocks that do not have an average daily volume of at least 200,000 shares.“¹⁷

Er verteidigt also sein Auswahlkriterium damit, dass sich laut seinen Marktbeobachtungen für die betroffenen Aktien, der Verkäufer- als auch Käufermarkt stark verringert, da viele institutionelle Großinvestoren diese Aktien nicht in ihre Entscheidungen einbeziehen. Da die unterschiedlichen Modellansätze, hinsichtlich der Bewertung der Standardabweichung als auch der Formationsperiode, differenzierende Interpretationen zulassen, werden im Folgenden beide Ansätze zur Modellierung des Pairs Trading ohne reale Handelskosten verwendet und miteinander verglichen.

2.3 Marktneutrale Handelsstrategie und Beta

Um die Definition einer marktneutralen Handelsstrategie zu verstehen, ist es erforderlich sich zuerst mit dem dargestellten CAPM Modell¹⁸ zu beschäftigen. Das Capital Asset Pricing Modell - im Folgenden kurz CAPM genannt - wurde 1964 von

¹⁷ Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 10

¹⁸Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., "Investments", Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p. 250 - 275

Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene", R. Oldenbourg Verlag, München Wien, 2002, p. 71 – 96

Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p. 177 - 190

Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p 3 - 5

Vgl. Bodmer, David, "Mean Reversion und Time Varying Expected Returns in internationalen Aktienmärkten, Theorie und empirische Evidenz", Difo-Druck GmbH, Bamberg, 1996, p. 36 - 38

William Sharpe, John Lintner und Jan Mossin als Weiterentwicklung der 12 Jahre zuvor durch Harry Markowitz entstandenen modernen Portfoliotheorie entwickelt.

„Das Grundmodell beruht auf folgenden Annahmen.

- Investoren sind risikoavers und entscheiden nach Erwartungswert und Standardabweichung der Portfoliorendite (quadratische Nutzenfunktion oder normalverteiltes Endvermögen).
- Investoren verhalten sich kompetitiv und rational.
- Finanzierungstitel sind beliebig teilbar.
- Am Kapitalmarkt existieren keine Transaktionskosten und Steuern.
- Es existiert ein risikoloser Finanzierungstitel, d. h. zu einem Zinssatz r können Mittel angelegt oder aufgenommen werden.
- Es existieren keine Kapitalmarktbeschränkungen, d. h. jeder Investor hat freien Zugang zum Kapitalmarkt auf dem alle Titel gehandelt werden.
- Alle Investoren haben die gleichen homogenen Erwartungen.“¹⁹

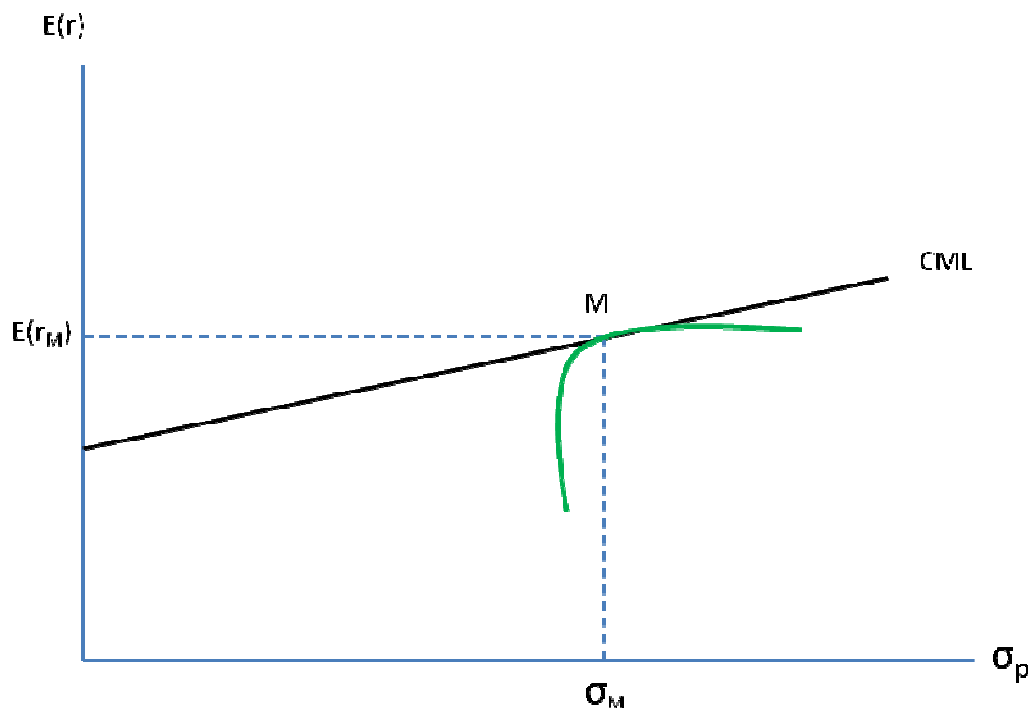


Abbildung 2 - Kapitalmarktlinie

¹⁹ Fischer, Edwin O., „Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene“, R. Oldenbourg Verlag, München Wien, 2002, p.72

Aufgrund dieser Bedingungen werden alle Investoren ein Portfolio wählen, welches auf der aus Abbildung 2 ersichtlichen Kapitalmarktklinie liegt, die eine Kombination aus risikofreien Titel und dem Marktportfolio wiedergibt. Das Marktportfolio inkludiert alle vorhandenen riskanten Wertpapiere. Die Risikoprämie einzelner Titel verhält sich dadurch proportional zur Risikoprämie des Marktportfolios und zum Beta Koeffizienten des Titels relativ zum Marktportfolio. Beta²⁰ ist das nicht diversifizierbare, normierte systematische Risiko eines Wertpapiers. „Steigt die erwartete Rendite des Marktportefeuilles um einen Prozentpunkt, so ändert sich die Rendite des Wertpapier j um β_j Prozentpunkte.“²¹

Beta wird wie folgt definiert:

$$\beta_p = \frac{\text{Cov}(r_p, r_M)}{\sigma^2(r_M)}$$

β_p = normiertes systematisches Risiko für das p-te Wertpapier

$\text{Cov}(r_p, r_M)$ = Kovarianz zwischen Rendite p-tes Wertpapier und Marktportfolio

$\sigma^2(r_M)$ = Varianz der Rendite des Marktportfolios

und die Risikoprämie eines Wertpapiers ist daher

$$E(r_p) - r_f = \beta_p [E(r_M) - r_f] + \theta$$

$E(r_p)$ = erwartete Rendite für das p-te Wertpapier

r_f = risikoloser Zinsfuß

$E(r_M)$ = erwartete Rendite des Marktportfolios

θ ist das idiosynkratische Risiko welches jedoch aufgrund der Bildung eines effizienten Marktportfolios gleich Null gesetzt werden kann.

Und dies führt uns zur erwarteten Rendite-Beta-Beziehung.

$$E(r_p) = r_f + \beta_p [E(r_M) - r_f]$$

²⁰ Vgl. Fischer, Edwin O., „Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene“, R. Oldenbourg Verlag, München Wien, 2002, p. 74 – 83

Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, „Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 5 – 7

Vgl. Whistler, Mark, „Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 65 - 67

²¹ Fischer, Edwin O., „Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene“, R. Oldenbourg Verlag, München Wien, 2002, p. 75

Aus dieser Gleichung erkennt man nun die Bedeutung des Beta für die Renditeerwartung des Investors. Beta ist das nicht diversifizierbare, normierte systematische Risiko eines Wertpapiers. Die erwartete Rendite eines Wertpapiers setzt sich somit aus dem risikolosen Zinsfuß und dem nicht diversifizierbaren normierten systematischen Risiko zusammen.

Das Beta für das gesamte Marktportfolio ist 1 welches durch folgende Formel leicht zu demonstrieren ist.

$$\beta_m = \frac{\text{Cov}(r_M, r_M)}{\sigma^2(r_M)} = \frac{\sigma^2(r_M)}{\sigma^2(r_M)} = 1$$

Demgegenüber beträgt das Beta des risikolosen Finanztitels 0.

$$\beta_f = \frac{\text{Cov}(r_f, r_m)}{\sigma^2(r_M)}$$

Da das Beta des Marktportfolio 1 ist, bedeutet dies, dass eine Investition in einen Titel mit einem Beta höher als 1 als aggressivere Strategie anzusehen ist, als eine Investition in einen Titel mit einem niedrigeren Beta als 1. Verantwortlich dafür ist, dass bei Schwankungen der erwarteten Rendite des Marktportfolio um einen Prozentpunkt nach oben oder unten die erwartete Rendite des einzelnen Wertpapiers ebenfalls um den Prozentpunkt mal dem Betawert des einzelnen Wertpapiers schwankt.

Risikoaverse Investoren bewerten das Risiko ihres Portfolios anhand der Varianz. Deshalb hängt die Risikoprämie eines Titels vom Anteil des zum Portfolio hinzugefügten Gesamtrisikos ab. Das Beta eines Titels gibt den Beitrag des einzelnen Titels zum Gesamtbeta des Marktportfolios wieder. Aufgrund dessen ergibt sich, dass für jeden Titel oder jedes Portfolio die benötigte Risikoprämie eine Funktion von Beta ist.²²

Aus der zu erwartenden Rendite-Beta Beziehung des CAPM Modells wird dies ersichtlich.

$$E(r_p) = r_f + \beta_p[E(r_m) - r_f]$$

Die zu erwartende Rendite-Beta-Beziehung lässt sich grafisch als sogenannte Wertpapierlinie (Security Market Line)²³, siehe Abbildung 3, darstellen.

²² Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., "Investments", Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p.259 - 260

²³ Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p. 180

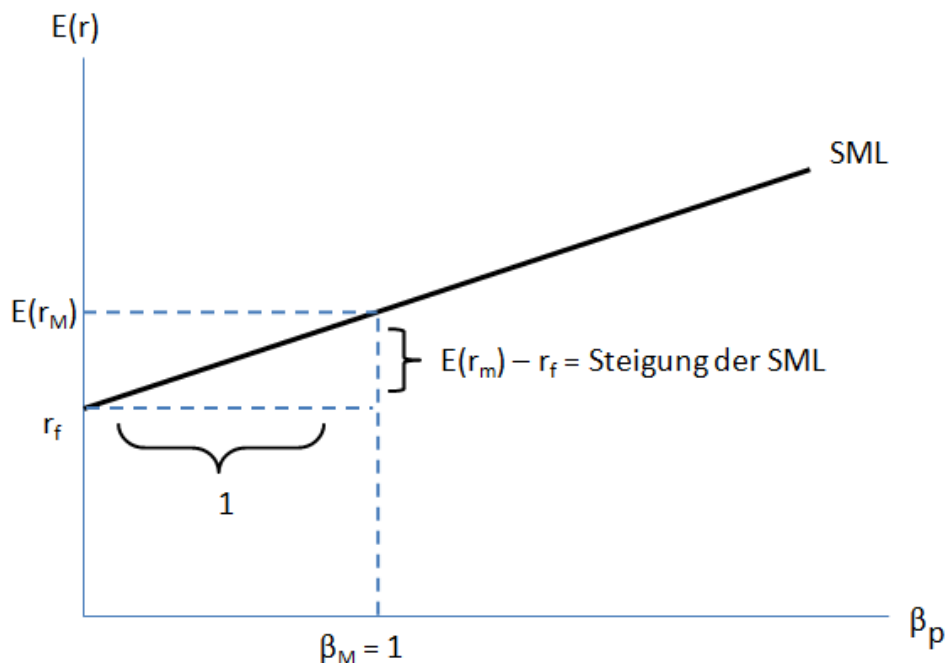


Abbildung 3 - Wertpapierlinie

Aufgrund der Tatsache, dass das Beta für das Marktportfolio 1 beträgt, ist ersichtlich, dass die Steigung der Wertpapierlinie dem nicht diversifizierbaren, normierten systematischen Risiko des Marktportfolios entspricht.²⁴

Folgt man der horizontalen Linie bis zum Betawert von 1, besteht die direkte Möglichkeit, auf der vertikalen Linie die zu erwartende Rendite des Marktportfolios abzulesen. Im Gegensatz zur Kapitalmarktlinie, welche nur die Risikoprämie effizienter Portfolios mittels der Standardabweichung des Portfolios anzeigt, gibt die Wertpapierlinie die individuelle Risikoprämie eines Titels sowie eines Portfolios mittels Beta wieder. Die Wertpapierlinie ist dadurch sowohl für einzelne Titel als auch Portfolios anwendbar. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Wertpapierlinie als Bewertungsverfahren für Investitionen heranzuziehen. Unter der Annahme eines Marktgleichgewichts muss sich jeder Titel entlang der Wertpapierlinie wiederfinden. Überbewertete Titel sollten sich unterhalb und unterbewertete Titel oberhalb der Wertpapierlinie befinden.

Dank des CAPM Modells besteht nun die Möglichkeit, marktneutrale Handelsstrategien zu entwickeln. Marktneutrale Handelsstrategie bedeutet die Loslösung des zu erwartenden Gewinnes vom Verhalten des Gesamtmarktes. Unabhängig davon, ob der Aktienmarkt gerade zum Höhenflug ansetzt, oder sich dank einer Krise im Sinkflug

²⁴ Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., "Investments", Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p.260

befindet, soll durch die Anwendung einer solchen Strategie ein Gewinn erzielt werden. Aufgrund der im CAPM Modell gewonnenen Fakten muss daher ein marktneutrales Portfolio einen Betawert von Null haben.

Und dies führt uns wieder zurück zur erwarteten Rendite-Beta Beziehung:

$$E(r_p) = r_f + \beta_p[E(r_m) - r_f] + \theta$$

Anhand der Rendite-Beta Beziehung wird ersichtlich, dass die zu erwartende Rendite des einzelnen Wertpapiers durch den risikolosen Zinsfuß, das normierte systematische Risiko und dem idiosynkratischen Risiko zusammensetzt. Das idiosynkratische Risiko wird auch als restliches unsystematisches Risiko bezeichnet und wird durch effiziente Portfoliobildung gleich Null gesetzt. Es verdient also keine Prämie.²⁵

Unter Weglassung des risikolosen Zinsfuß ergibt sich somit die erwartete Rendite des p-ten Wertpapiers²⁶ aus dem normierten systematischen Risiko des Wertpapiers:

$$E(r_p) = \beta_p E(r_m)$$

Unter Verwendung der marktneutralen Handelsstrategie kann sich nun der Händler ganz auf die Analyse und Beurteilung der Entwicklung des normierten systematischen Risikos konzentrieren. Da die übereinstimmende Meinung bezüglich der längerfristigen Entwicklung des normierten systematischen Risikos von einem Wert von Null ausgeht, ist eine Marktbewegung entlang des Mittelwerts des Finanztitels anzunehmen. Doch wie erstellt ein Händler ein marktneutrales Portfolio?

Der Händler hat nun zwei Möglichkeiten. Entweder er versucht Wertpapiere mit positiven und negativen Betas zu einem Portfolio zu kombinieren oder er versucht es durch Leerverkauf und Kauf von Wertpapieren mit gleichen positiven oder negativen Betas. Die Kombination von Leerverkauf und Kauf ermöglicht es auf diese Art und Weise, marktneutrale Portfolios zu konstruieren.

Da es sich beim Pairs Trading Modell um eine Handelsmethode unter der Zuhilfenahme zweier Aktien handelt, muss also in einer Aktie eine Kaufposition und bei der zweiten Aktie eine Leerverkaufsposition eingenommen werden. Dazu folgendes Beispiel aus der Studie von Vidyamurthy Ganapathy anhand von zwei Aktien mit positiven Betas:²⁷

$$r_a = \beta_a r_m + \theta_a$$

²⁵ Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene", R. Oldenbourg Verlag, München Wien, 2002, p.74

²⁶ Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p.3

²⁷ Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p.6

$$r_b = \beta_b r_m + \theta_b$$

Man erstellt nun ein Portfolio durch den Verkauf von x Einheiten von Aktie A und einer Einheit von Aktie B. Der Gewinn dieses Portfolios ist gegeben als

$$r_{ab} = -x r_a + r_b$$

Setzt man r_a und r_b in diese Formel ein, erhält man

$$r_{ab} = (-x\beta_a + \beta_b)r_m + (-x\theta_a + \theta_b)$$

Dadurch hat das Portfolio ein effektives Beta von

$$(-x\beta_a + \beta_b)$$

Durch einfaches Umformen erhalten wir ein Beta mit einem Wert von Null

$$x = \frac{\beta_b}{\beta_a}$$

Da die Betawerte beider Aktien bekannt sind, lässt sich auf diese Art und Weise bestimmen, wie viele Aktien man zu kaufen beziehungsweise zu verkaufen hat, um ein marktneutrales Portfolio zu kreieren. Dazu wieder folgendes Beispiel:

Das Beta von Aktie A beträgt 1 und das Beta von Aktie B 1,5

$$x = \frac{1,5}{1} = 1,5$$

Für jede gekaufte Aktie von B müssen 1,5 Aktien von A leerverkauft werden und umgekehrt, um ein marktneutrales Portfolio zu erstellen. Es müssen also zumindest drei Aktien von A verkauft werden um zwei Aktien von B kaufen zu können, und umgekehrt, um ein marktneutrales Portfolio zu erhalten.

2.4 Relative Bewertung oder das Gesetz des einheitlichen Preises

Die Bewertung von Anlagetiteln kann auf zwei Arten erfolgen, absolut oder relativ.²⁸ Unter absoluter Bewertung versteht man die Methode, eine Anlagemöglichkeit aufgrund von fundamentalen Kennzahlen nach den möglichen zukünftigen Gewinnen zu bewerten.²⁹ Da jedoch die zukünftige Entwicklung nur schwer vorherzusehen ist,

²⁸ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 5

²⁹ Vgl. Bakshi, Gurdip, Chen, Zhiwu, "Stock Valuation in Dynamic Economies" working paper, Ohio State University, 1997

Vgl. Lee, Charles, M.C., Meyers, James N., Swaminathan, Bhaskaran, "What is the Intrinsic Value of the Dow?", working paper, University of Washington and Cornell University, 1997

muss bei dieser Methode, vor allem quantitativ angewandt, mit extremen Abweichungen zwischen Prognose und tatsächlich realisierten Gewinnen gerechnet werden.

Demgegenüber steht die relative Bewertung.³⁰ Die Grundaussage dieser ist, dass in freien Märkten ohne Steuern, Transaktionskosten und anderen gesetzlichen Beschränkungen zwei Anlagetitel, die Substitute beziehungsweise gleiche Cash Flows erwirtschaften, zum relativ gleichen Preis gehandelt werden. Die relative Bewertung sagt jedoch in dieser Hinsicht nicht, welcher Preis der angemessene wäre.

Bekannt wurde diese These in der Volks- und Finanzwirtschaft unter der Bezeichnung „The Law of one Price“ oder auch als das Gesetz des einheitlichen Preises und unterstützt dort hauptsächlich Wechselkursatheorien sowie Thesen bezüglich Kaufkraft.³¹ Das Grundkonzept der Theorie lässt sich jedoch in jedem Sektor anwenden. Im Bereich der Bewertung von Anlagetiteln gibt es zwei Argumente³², die diese These unterstützen:

- Arbitrage
- Least Cost Dealing

Angenommen, es existieren zwei Anlagetitel auf dem Markt, die bei gleichem Risiko den gleichen Gewinn versprechen, jedoch nicht zum gleichen Preis gehandelt werden. Nun bestünde für den Anleger die Möglichkeit den überbewerteten Titel zu verkaufen und dafür den unterbewerteten Titel zu kaufen. Bezüglich der zukünftigen Erträge würde sich so nichts für den Käufer ändern. Die Differenz zwischen Kauf und Verkauf wäre ein risikofreier Gewinn beziehungsweise eine Arbitragemöglichkeit. Selbst wenn man nicht im Besitz des Anlagetitels ist besteht immer noch die Möglichkeit diesen leer zu verkaufen und mit den dadurch erzielten Einnahmen den unterbewerteten Anlagetitel zu erwerben.

³⁰ Vgl. Krugman, Paul R., Obstfeld, Maurice, “International Economics: Theory and Policy”, Harper Collins College Publishers, Third Edition, 1994, p. 13 - 17

³¹ Vgl. Sercu, Piet, Uppal, Raman, “International Financial Markets and The Firm”, Champan & Hall, First Edition, 1995, p. 34 – 44

Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., “Investments”, Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p. 308

Vgl. Krugman, Paul R., Obstfeld, Maurice, “International Economics: Theory and Policy”, Harper Collins College Publishers, Third Edition, 1994, p. 398 - 402

³² Vgl. Sercu, Piet, Uppal, Raman, “International Financial Markets and The Firm”, Champan & Hall, First Edition, 1995, p. 35

In der Fachwelt wird solch ein Vorgehen oft als „Dollar neutrales Portfolio“³³ bezeichnet. Schlussendlich wird ein solches Vorgehen, ein erhöhtes Verkaufsangebot des überbewerteten Anlagetitel und eine erhöhte Nachfrage nach dem unterbewerteten Anlagetitel verursachen. Auf diese Weise würden sich die Preise beider Anlagetitel wieder annähern und schlussendlich in Märkten ohne Transaktionskosten zum selben Preis für beide Anlagetitel führen.

Durch das Vorhandensein von Transaktionskosten endet dieser Vorgang sobald der Spread, auch Preisunterschied genannt, zwischen beiden Titeln die Differenz der Transaktionskosten nicht mehr überschreitet³⁴. Jede weitere Annäherung zu einem gemeinsamen Preis führt, aufgrund der Transaktionskosten, zu mehr Kosten gegenüber dem erzielten Gewinn. Eine Arbitragemöglichkeit erzielt also einen Gewinn ohne zusätzliche Kosten und ohne die Anlagesituation des Investors dabei zu verändern.

Die zweite These, welche das Konzept des „Gesetz des einheitlichen Preises“ unterstützt wird als „Least Cost Dealing“ grob definiert und auch als „Ansatz der geringeren Kosten“ bezeichnet. Im Gegensatz zur Arbitragemethode nimmt hier der Händler Änderungen an seinem Portfolio vor. Least Cost Dealing bedeutet, dass ein Händler, der sich zwischen zwei identischen Anlagetitel mit gleichen Cash Flows und Risiko entscheiden muss, das günstigere Produkt wählen wird. Er wird sich also für den Kauf des aus seiner Sicht unterbewerteten Finanztitels entscheiden. Sollte der Investor beide Titel im Portfolio haben, wird er sich bei einer Verkaufsabsicht für den überbewerteten Titel entscheiden, da das Potenzial zur Kursentwicklung beim unterbewerteten Titel größer ist.

In diesem Fall wird auch wieder das steigende Marktangebot des als überbewertet betrachteten Finanztitels und die Nachfrage nach dem vermeintlich unterbewerteten Finanztitel zu einer Preisanpassung Richtung relativer Bewertung beider Anlagetitel führen.

Obwohl beide Methoden das Gesetz des einheitlichen Preises unterstützen, existieren doch Unterschiede in deren Ablauf. Eine Arbitragetransaktion besteht aus einer Kauf- und Verkaufsentscheidung die schlussendlich nicht zu einer Veränderung der Ausgangssituation führt. Die Durchführung endet, sobald die Preisdifferenz zwischen beiden Anlagetiteln die Transaktionskosten überschreitet. Im Gegensatz dazu steht das Konzept der „geringeren Kosten“. Beim Konzept der „geringeren Kosten“ wird von einer Kauf- beziehungsweise Verkaufsentscheidung ausgegangen, die zu einer realen

³³ Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, „Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 5 -7

³⁴ Vgl. Sercu, Piet, Uppal, Raman, „International Financial Markets and The Firm“, Champan & Hall, First Edition, 1995, p. 34

Veränderung des Portfolios führt, bis sich aufgrund der relativen Bewertung ein Gleichgewicht einstellt, sobald diese durchgeführt wird.

Im Gegensatz dazu ist Arbitrage, dank der Durchführungsmöglichkeit ohne Kapitaleinsatz, ein starker Marktfaktor, demgegenüber bei der Methode der „geringeren Kosten“ eine Investitionsabsicht besteht und diese Methode der Preisanpassung nur funktioniert, solange genügend Investoren bereit sind ihr Kapital zu veranlagern. Es bleibt also immer die Möglichkeit, dass eine Preisanpassung zweier Anlagetitel nur bis zur Höhe der Transaktionskosten durchgeführt wird.

Die relative Bewertung oder auch das Gesetz des einheitlichen Preises hat aber auch ihre Schwächen. Eine davon ist die Annahme eines informationseffizienten Marktes in dem alle Marktteilnehmer über sämtliche Informationen bezüglich der Anlagetitel verfügen.³⁵ In der Realität sind Kapitalmärkte jedoch nicht vollkommen und davon leben Arbitrageure. Auch können plötzliche nicht vorhersehbare Ereignisse wie Naturkatastrophen, Forschungsergebnisse, politische Entscheidungen und weitere Glücks- oder Unglücksfälle zu einem Ungleichgewicht am Markt führen und die relative Bewertung zu einer Anpassung an die neuen Gegebenheiten zwingen.³⁶ Ein plötzlicher Preisanstieg bei Erdöl wird sich stärker bei Automobilherstellern auswirken und dadurch eine relative Bewertung einer zuvor mit gleichem Risiko und Ertrag ausgestatteten Medienkonzernaktie aus dem Gleichgewicht bringen.

Zusätzlich wird das Gesetz des einheitlichen Preises durch das unterschiedliche Konsumverhalten von Menschen relativiert. Kommt es zum Beispiel zu einer erhöhten Nachfrage nach Automobilen am Markt, bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass auch alle Fahrzeughersteller gleich davon profitieren. Es könnte passieren, dass die gesamte erhöhte Nachfrage durch eine einzige neue Produktpalette eines Herstellers hervorgerufen wird. Nicht zuletzt, greift auch der Staat durch Gesetze und Subventionen in den Markt ein und kann Aktienkursentwicklungen beeinflussen, beziehungsweise das Marktgleichgewicht verschieben. Zuspruch für die Theorie findet sich vor allem in Marktsektoren, die das gleiche Produkt oder eine vergleichbare Dienstleistung anbieten sowie teilweise an den Rohstoffmärkten.

Die Theorie der relativen Bewertung entspricht jedoch der gewünschten Situation im Pairs Trading, in der es darum geht, Aktienpaare zu finden, die sich über einen längeren Zeitraum gemeinsam entwickelt haben und dadurch als Substitute betrachtet werden

³⁵ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 1

Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, "Does the Stock Market Overreact", The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984

³⁶ Vgl. Krugman, Paul R., Obstfeld, Maurice, "International Economics: Theory and Policy", Harper Collins College Publishers, Third Edition, 1994, p. 414 - 417

können. Kommt es zu Preisschwankungen, die sich vom historischen Mittelwert entfernen, wird unter der Annahme, dass in einem effizienten Markt die Aktienpreise sich wieder auf ihren Mittelwert annähern sollten, der Handel durchgeführt.

2.5 Mean Reversion und die Kritik am Pairs Trading

1985 veröffentlichten De Bondt und Thaler³⁷ ihre vielbeachtete Arbeit bezüglich Überreaktionen an der New Yorker Börse. Laut ihrer Meinung unterscheidet sich die Wahrnehmung von neuen Informationen bei einzelnen Individuen deutlich von Bayes Verteilungsregel. Ausgangspunkt der Arbeit war deshalb die Überprüfung folgender Annahme von Kahnemann und Tversky:

„In revising their beliefs, individuals tend to overweight recent information and underweight prior (or base rate) data. People seem to make predictions according to a simple matching rule: “The predicted value is selected so that the standing of the case in the distribution of outcomes matches its standing in the distribution of impressions””³⁸

Frei übersetzt bedeutet dies, dass die Investoren kurzfristigen positiven Marktsignalen einen zu hohen Wert in der Beurteilung ihrer Kauf- und Verkaufsentscheidungen einräumen und dabei schnell das mögliche langjährige Entwicklungspotential aus den Augen verlieren. Dies brachte De Bondt und Thaler zur Fragestellung wie es innerhalb eines Marktes zu einer Gleichgewichtsbildung kommt in dem auch „quasi rationale“ Marktteilnehmer agieren. Um ihre Theorie der Überreaktion von Märkten zu überprüfen³⁹, trafen sie folgende Annahmen, die sie mit Hilfe eines empirischen Testes überprüfen wollten.

„If stock prices systematically overshoot, then their reversal should be predictable from past return data alone, with no use of any accounting data such as earnings. Specifically, two hypotheses are suggested:

- Extreme movements in stock prices will be followed by subsequent price movements in the opposite direction.
- The more extreme the initial price movement, the greater will be the subsequent adjustment.

³⁷ De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “Does the Stock Market Overreact”, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984

³⁸ Kahneman, D., Tversky, A., “Intuitive Prediction: Biases and Corrective Procedure Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases”, London: Cambridge University Press, 1982

³⁹ Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “Does the Stock Market Overreact”, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984, p 793 - 795

Both hypotheses imply a violation of weak-form market efficiency.”⁴⁰

Ihr Ziel war es also, alleine durch die Auswertung von historischen Daten eine Überprüfung ihrer Überreaktionstheorie unter Verwendung folgender Thesen vorzunehmen:

- Extremen Preisänderungen von Aktien folgen Perioden von Preisanpassungen in die entgegengesetzte Richtung.
- Je größer die ursprüngliche Preisänderung, desto größer wird auch der Effekt der entgegengesetzten Preisanpassung sein.

Zur Durchführung des empirischen Testes⁴¹ verwendeten beide die von Beaver und Landsman ausgearbeitete Methode der marktadjustierten Residualrendite⁴², welche durch

$$u_{i,t} = r_{i,t} - r_{m,t}$$

$u_{i,t}$ = marktadjustierte Residualrendite des Wertpapiers i zum Zeitpunkt t

$r_{i,t}$ = Rendite der i-ten Aktie zum Zeitpunkt t

$r_{m,t}$ = Rendite des Marktportfolios zum Zeitpunkt t

berechnet wird. Während der Portfolioformationsphase wurde für jede i-te Aktie (sie verwendeten zwischen 347 und 1089 NYSE notierte Aktien während ihres Tests) über einen Zeitraum von 36 Monaten die monatliche Residualrendite berechnet. Aus diesen Residualrenditen wurde danach die kumulierte Residualrendite⁴³ für jede i-te Aktie gebildet:

$$CU_i = \sum_t u_{i,t}$$

CU_i = kumulierte Residualrendite i-te Aktie

Die so gewonnenen Resultate führten zur Bildung eines Gewinnerportfolios G, welches aus 35 Aktien mit den höchsten kumulierten Residualrenditen bestand. Gleichzeitig

⁴⁰ De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “Does the Stock Market Overreact”, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984, p. 795

⁴¹ Vgl. Bodmer, David, “Mean Reversion und Time Varying Expected Returns in internationalen Aktienmärkten, Theorie und empirische Evidenz”, Difo-Druck GmbH, Bamberg, 1996, p 5 - 7

⁴² Beaver, William H., Landsman, Wayne R., “Note on the behavior of residual security returns for winner and loser portfolios”, Journal of Accounting and Economics 3, 1981

⁴³ Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “Does the Stock Market Overreact”, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984, p 797- 798

wurde ein Verliererportfolio V, bestehend aus den 35 Aktien mit den geringsten kumulierten Residualrenditen, gebildet. Darauf folgte eine 36 Monate dauernde Testperiode in denen die Performance der so entstandenen Portfolios beobachtet wurde. Danach wurden die kumulierten Residualrenditen für die jeweils in dem Gewinnerportfolio $CAR_{G,t}$ und dem Verliererportfolio $CAR_{V,t}$ enthaltenen Aktien K berechnet und zu einem arithmetischen Mittel

$$CAR_{.,t} = \sum_k \frac{1}{K} CU_k$$

mit $k = 1$ bis 35

$$CAR_{.,t} = CAR_{G,t} \text{ bzw. } CAR_{V,t}$$

CU_k = kumulierte Residualrendite der k-ten Aktie

zusammengefasst. Diese Simulation⁴⁴ wurde insgesamt 16 Mal ($N = 16$) unabhängig voneinander und zeitlich nicht überschneidend durchgeführt, so dass die gesamte durchschnittliche kumulierte Residualrendite $ACAR_{.,T}$ beider Portfolios

$$ACAR_{.,T} = \sum_n \frac{1}{N} CAR_{.,n,T}$$

$$ACAR_{.,T} = ACAR_{G,t} \text{ bzw. } ACAR_{V,t}$$

beträgt. Zwecks Prüfung auf ihre Überreaktionshypothese nahmen sie folgende Bedingungen an:

$$T > 0$$

$$ACAR_{G,t} < 0$$

$$ACAR_{V,t} > 0$$

$$ACAR_{V,t} - ACAR_{G,t} > 0$$

Das Resultat war verblüffend und bestätigte ihre Überreaktionshypothese.⁴⁵ Über den gesamten Testzeitraum erzielte das Verliererportfolio eine um 19,6 % bessere Rendite als der Aktienmarktindex, während das Gewinnerportfolio demgegenüber eine 5 % schlechtere Rendite erzielte. Insgesamt schlug das Verliererportfolio das Gewinnerportfolio um 24,6 %, wobei sich zusätzlich quasi nebenbei feststellen ließ,

⁴⁴ Vgl. Bodmer, David, "Mean Reversion und Time Varying Expected Returns in internationalen Aktienmärkten, Theorie und empirische Evidenz", Difo-Druck GmbH, Bamberg, 1996, p. 5 -6

⁴⁵ Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, "Does the Stock Market Overreact", The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984, p. 799 - 803

dass die Überreaktionshypothese asymmetrisch stärker zur Verliererseite verteilt war und der Gewinn zu einem großen Teil im Jänner realisiert wurde. Als nächstes testeten sie den Einfluss bezüglich der Dauer der Formationsperiode bei der Bildung der Gewinner- und Verliererportfolios. Je länger die Formationsperiode dauerte, desto höher wurde auch die Differenz zwischen Gewinner- und Verliererportfolio.

Demgegenüber wurde bei einer Formationsperiode von einem Jahr, praktisch keine Differenz zwischen den beiden Portfolios festgestellt. Eine weitere Bewertung beider Portfolios anhand ihrer CAPM Betas führte zu einem überraschenden Resultat. Das durchschnittliche Beta des Gewinnerportfolios war demnach höher als beim Verliererportfolio. Es war also laut CAPM Theorie weniger riskant in das Verliererportfolio zu investieren, als in das Gewinnerportfolio.

De Bondt und Thaler versuchten das Resultat durch wissenschaftliche Ergebnisse der psychologischen Verhaltens- und Handlungstheorieforschung zu erklären. Diesem zufolge unterscheidet sich die menschliche Meinungsbildung im Gegensatz zu Bayes Verteilungsregel und die meisten Marktteilnehmer neigen zu einer Überreaktion bei unerwarteten und dramatischen Nachrichtenmeldungen.⁴⁶

Das Resultat ihrer Studie führte zu lebhaften Diskussionen mit den Vertretern der rationalen Preisbildungstheorien. Einige Vertreter wiesen darauf hin, dass nur aufgrund des höheren Risikos dieser Aktien, ein positiver Gewinneffekt gegenüber dem Gewinnerportfolio zustande kam. Hauptargument der Vertreter strikt rationaler Preisbildungstheorien war der von Fischer Black⁴⁷ zuerst beschriebene Leverage Effekt.

Darunter versteht man, dass Aktien einer mit Fremdkapital verschuldeten Unternehmung im Vergleich zu einer rein durch Eigenkapital finanzieren Unternehmung, risikoreicher und deshalb volatiler sind. Zwar müssen die Aktionäre beider Unternehmen das Risiko tragen, jedoch ist der Wert der Aktien der verschuldeten Unternehmung deutlich geringer. Dieser Effekt verstärkt sich noch bei schlechten Nachrichten bezüglich der verschuldeten Unternehmung. Korrigiert man also das Risiko des Verliererportfolios um diesen Effekt, verringern sich die Profite beziehungsweise werden sie ökonomisch als nicht mehr beachtenswert empfunden.

Ein weiteres Argument war auch der Größenunterschied unter den betrachteten Unternehmen. Kritikpunkt war in diesem Zusammenhang, dass sich vor allem kleinere Unternehmen überproportional stark im Verliererportfolio vertreten fanden.⁴⁸ Dadurch

⁴⁶ Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, "Does the Stock Market Overreact", The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984, p. 804

⁴⁷ Fischer, Black, "Studies of stock price volatility changes", Proceedings of the Business and Economic Statistics Section", American Statistical Association, 177-81, 1976

⁴⁸ Vgl. Bodmer, David, "Mean Reversion und Time Varying Expected Returns in internationalen Aktienmärkten, Theorie und empirische Evidenz", Difo-Druck GmbH, Bamberg, 1996, p. 7 - 9

verwandelt sich der Überreaktionseffekt des Marktes in einen Größeneffekt. Auch wurde darauf hingewiesen, dass durch das Vorhandensein positiver Kreuz-Autokorrelationen, die Annahme einer Überreaktion des Marktes keine Bedingung für positive Profite bei einer konträren Strategie ist.

Kritik gab es sowohl am verwendeten Datenmaterial sowie an der Untersuchungsmethode. In ihrer Studie⁴⁹ wiesen vor allem Kaul und Nimalendran auf Messfehler bezüglich des Spread hin. Beide konnten, bei kurzen Investitionszeiten von bis zu drei Monaten, keine Gewinne in der Höhe der Überreaktionshypothese mehr feststellen. Jedoch bestätigten schon De Bondt und Thaler selbst in ihrer Studie dieses Resultat bezüglich der Entwicklung der Gewinnunterschiede innerhalb des ersten Jahres.

In einigen Studien wurde für die Entwicklung der Portfolios auch der Survivorship Bias⁵⁰ verantwortlich gemacht. Unter Survivorship Bias versteht man die Portfolioauswahlkorrektur um Unternehmen, die einen Konkurs oder eine Übernahme nicht überstanden haben. Da jedoch dadurch im Verliererportfolio nur überlebende Unternehmen übrig bleiben, kommt es bei diesen zu einer starken Trendumkehr und damit zu einer Verzerrung des Gesamtergebnisses. Auch ein „Data Snooping Bias“ wurde als Fehler vermutet.

Als Data Snooping Bias definiert man das Problem der Fehleranfälligkeit einer Nullhypothese, wenn das Design eines Testes auf empirischen Daten beruht.⁵¹ Hierbei kann es aufgrund der Datenmenge zu dem Fehler kommen, statistisch signifikante Korrelationen zu finden die nicht vorhanden sind.

Es gab jedoch auch positive und die Resultate der provokativen Theorie von De Bondt und Thaler bestätigende Studien. Zu nennen ist hier die Studie von Rosenberg, Reid und Lanstein⁵² über den US-Aktienmarkt, beziehungsweise die Studie von Alonso und Rubio⁵³ für den spanischen Aktienmarkt sowie Meyer⁵⁴ für den deutschen Aktienmarkt.

⁴⁹ Kaul, Gautam, Nimalendran M., “Bid-ask errors or market overreaction?”, Journal of Financial Economics 28, 1990

⁵⁰ Vgl. Trenor Wolfgang, “<http://www.boersen-lexikon.com>“, www.instock.de, Berlin

⁵¹ Vgl. Bodmer, David, “Mean Reversion und Time Varying Expected Returns in internationalen Aktienmärkten, Theorie und empirische Evidenz”, Difo-Druck GmbH, Bamberg, 1996, p. 8

⁵² Rosenberg, Barr, Reid, Kenneth, Lanstein, Ronald, “Persuasive evidence of market inefficiency”, Journal of Portfolio Management, Spring 1985

⁵³ Alonso, Aurora, Rubio, Gonzalo, “Overreaction in the Spanish equity market”, Journal of Banking and Finance, 14, 1990

⁵⁴ Meyer, Bernd, “Die langfristige Performance von ‘Gewinner’- und ‘Verlierer’-Aktien am deutschen Aktienmarkt”, Finanzmarkt und Portfolio Management 9, 1995

Schlussendlich lässt sich die Diskussion, bezüglich der Überreaktionshypothese zu zwei sich differierenden Betrachtungsweisen zusammenfassen.⁵⁵ Die Anhänger der Theorie vertreten die Meinung, dass es zu einer Verletzung der schwachen Form der Markteffizienz kommt. Die Gegner vermuten hingegen das Vorhandensein mehrerer unbekannter Faktoren welche die Portfolios, aufgrund der empirischen Methoden, verzerren und dadurch zu der unterschiedlichen Performance der Portfolios führen.

Doch wie verhält sich nun die Pairs Trading Theorie zur Mean Reversion Theorie? Genau wie die Mean Reversion Theorie versucht das Pairs Trading, anhand von vorhandenen historischen Daten, mittels Anwendung von empirischen Methoden, die „richtigen“ Aktien zur Durchführung der Transaktionen zu finden. Dadurch kommt es häufiger zur Behauptung, dass es sich beim Pairs Trading Modell nur um eine Mean Reversion Variante unter anderen Namen handelt.

Einer der Hauptunterschiede ist jedoch die Suche nach korrelierten Paaren beim Pairs Trading und nicht die Einteilung in ein Verliererportfolio und ein Gewinnerportfolio. Pairs Trading Paare sind nicht zwingend diesen Extrempositionen zugeordnet. Es ist daher durchaus möglich, ausgezeichnet korrelierte Paare auch im möglichen Gewinnerportfolio zu finden. Der Hauptfaktor für das Funktionieren der Theorie ist dadurch das Finden dieser Paare unter der Annahme der vermuteten gemeinsamen Entwicklung am Aktienmarkt.

Würden jedoch die Resultate der Pairs Trading Theorie nur durch das Vorhandensein des Mean Reversion Effekts⁵⁶, kaufe Verlierer verkaufe Gewinner, zustande kommen, ließe sich dies durch einen simplen Test überprüfen.

Für diesen Zweck werden in dieser Arbeit auch zufällige Aktienpaare aus der vorhandenen Zeitreihe ausgewählt, welche nach dem gleichen Prinzip wie beim Pairs Trading über den gleichen Zeitraum gehandelt werden und schlussendlich dem Ergebnis der Pairs Trading Paare gegenübergestellt werden.

Sollte sich eine signifikante unterschiedliche Entwicklung bezüglich der Gewinnrendite ergeben, wäre die Pairs Trading Theorie, trotz der Verwandtschaft mit der Mean Reversion Theorie, als eigenständige Methode bestätigt.

⁵⁵ Vgl. Bodmer, David, „Mean Reversion und Time Varying Expected Returns in internationalen Aktienmärkten, Theorie und empirische Evidenz“, Difo-Druck GmbH, Bamberg, 1996, p.9

⁵⁶ Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, „Does the Stock Market Overreact“, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984

2.6 Korrelation, Korrelationskoeffizient und Pairs Trading

Um Aktien auf die Möglichkeit eines Pairs Trading zu überprüfen wird eine mathematische Bewertungsmethode benötigt. Hierbei wird das standardisierte Verfahren der Korrelation angewendet.⁵⁷

„Die Korrelation ist ein Maß für die gemeinsame Variation von zwei Variablen. Der Korrelationskoeffizient ist ein Indikator für die Stärke und die Richtung des Zusammenhangs der beiden Variablen.“⁵⁸

Die Korrelation beschreibt in diesem Fall die Beziehungen zwischen zwei Aktien. Gibt es eine positive Korrelation so ist anzunehmen, dass sich beide Aktien jeweils gemeinsam in die gleiche Richtung entwickeln. Um das Risiko einer Investition zu beurteilen, wird häufig der Korrelationskoeffizient (Pearsonscher Maßkorrelationskoeffizient) verwendet. Dieser gibt an, wie stark der lineare Zusammenhang zwischen zwei Investitionstitel ist und kann einen mathematischen Wert zwischen 1 (positiver Zusammenhang) und -1 (negativer Zusammenhang) annehmen.

$$\rho(r_a, r_b) = \frac{\text{Cov}(r_a, r_b)}{\sigma(r_a)\sigma(r_b)}$$

$\rho(r_a, r_b)$ = Korrelationskoeffizient von Rendite Aktie A und Rendite Aktie B

$\text{Cov}(r_a, r_b)$ = Kovarianz von Rendite Aktie A und Rendite Aktie B

$\sigma(r_a)$ = Standardabweichung von Rendite Aktie A

$\sigma(r_b)$ = Standardabweichung von Rendite Aktie B

Bei einer perfekten positiven Korrelation, siehe Abbildung 4, bewegen sich beide Unternehmen langfristig immer gemeinsam in einem gleichbleibenden Verhältnis in dieselbe Richtung. Bei einer positiven Korrelation, siehe Abbildung 6, bewegen sich beide relativ gesehen immer in die gleiche Richtung, jedoch kommt es zu einer größer oder kleiner werdenden Preisdifferenz. Beim Auftreten einer Nullkorrelation entwickeln sich beide Titel völlig unabhängig voneinander. Tritt der in Abbildung 7 dargestellte

⁵⁷ Vgl. Whistler, Mark, „Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p 59 – 64

Vgl. Lohninger, H., „Grundlagen der Statistik“, http://www.statistics4u.info/fundstat_germ/, Epina Softwareentwicklungs- und Vertriebs-GmbH, September 2010

Vgl. Geyer, Alois, „Grundlagen der Statistik“, Unterlagen für den ÖVFA Lehrgang, Institut für Operations Research, Wirtschaftsuniversität Wien, 2007, p. 36 - 40

⁵⁸ Geyer, Alois, „Grundlagen der Statistik“, Unterlagen für den ÖVFA Lehrgang, Institut für Operations Research, Wirtschaftsuniversität Wien, 2007, p. 36

Fall einer negativen Korrelation ein, so entwickeln sich beide Titel grundsätzlich gegensätzlich.

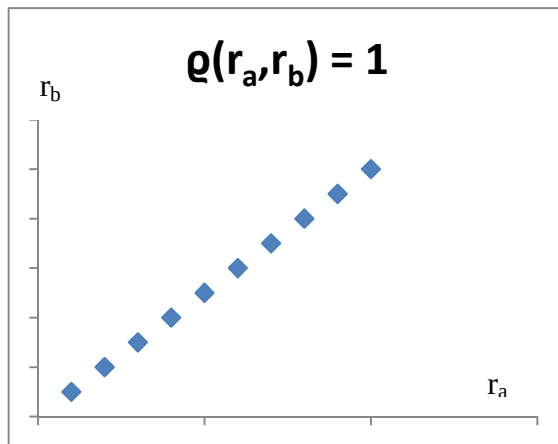


Abbildung 4 - Perfekte Korrelation 1

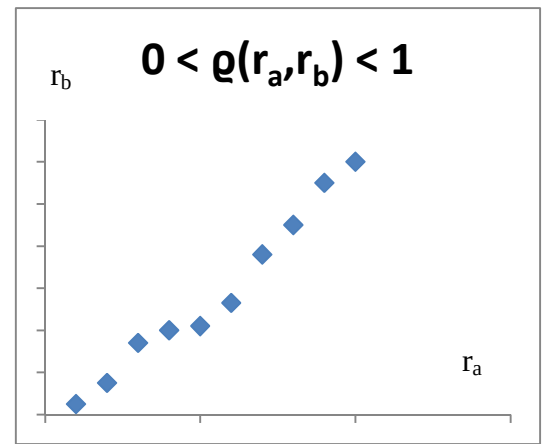


Abbildung 6 - Positive Korrelation

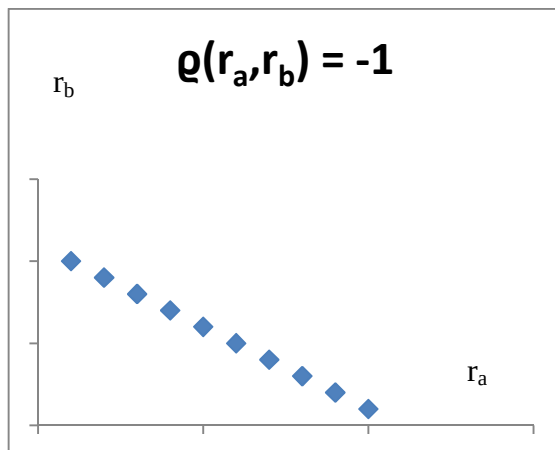


Abbildung 5 – Perfekte Korrelation -1

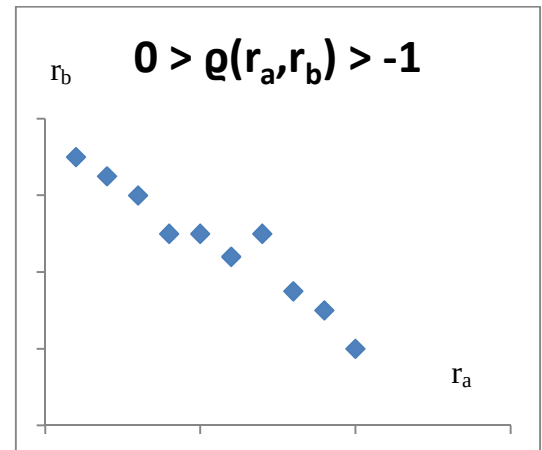


Abbildung 7 - Negative Korrelation

Jedoch kann es zu einer größer oder kleiner werdenden Preisdifferenz kommen. Im Fall einer wie in Abbildung 5 dargestellten perfekten negativen Korrelation führt das Wachstum eines Unternehmens zu einem vergleichbaren Wertverlust beim zweiten Unternehmen.

Normalerweise sind Investoren bei der Erstellung eines Portfolios daran interessiert, das Risiko zu reduzieren beziehungsweise zu streuen und versuchen deshalb Aktien zu finden, die nicht oder nur gering miteinander korreliert sind. Ziel ist der Versuch einer Risikostreuung um eine negative Entwicklung von Aktie A durch eine unabhängig davon erfolgende positive Entwicklung von Aktie B auszugleichen.

Bei der Anwendung von Pairs Trading ist jedoch genau der entgegengesetzte Effekt erwünscht.⁵⁹ Je größer die Korrelation zweier Aktien ist, desto erfolgversprechender präsentiert sich die Möglichkeit Pairs Trading anzuwenden unter der Annahme, einer historisch bedingten aufgrund der vorhandenen Daten gegebenen gleichbleibenden Kursentwicklung. Um schlussendlich den Korrelationskoeffizienten zu erhalten sind jedoch einige mathematische Zwischenschritte notwendig.

Zwecks Ermittlung des Mittelwertes wird die Zeitreihe der historischen Renditen der Aktienkurse herangezogen. Dies wird notwendig, da Aktienkurse nicht einer Normalverteilung folgen. Es existieren mehrere Möglichkeiten zur Berechnung der Renditen aus Wertpapierkursen. Die zwei gebräuchlichsten Renditeberechnungsarten sind die diskrete und die stetige Rendite.⁶⁰

„Stetige Renditen werden auf der Basis der logarithmierten Preisänderungen berechnet:

stetige Rendite:
$$y_t = \ln p_t - \ln p_{t-1} = \ln \frac{p_t}{p_{t-1}}$$

„ln“ ist der natürliche Logarithmus und p_t ist der Preis, Kurs, oder Indexwert zum Zeitpunkt t . Diese Berechnung entspricht einer stetigen – ununterbrochenen – Verzinsung des Kapitals.

Diskrete Renditen werden auf Basis der relativen Wertänderung zwischen $t - 1$ und t berechnet:

diskrete Rendite:
$$r_t = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} = \frac{p_t}{p_{t-1}} - 1.$$

Diese Berechnung entspricht einer diskreten Verzinsung des Kapitals. Sie impliziert, dass Zinsen zu bestimmten Zeitpunkten dem Kapital zugeschrieben werden.“⁶¹

y_t = stetige Rendite i-te Aktie zum Zeitpunkt t

$\ln$ = natürlicher Logarithmus

p_t = Schlusskurs Aktie zum Zeitpunkt t

Die Umwandlung der Aktienkurse zu Renditen wird deshalb notwendig, da Aktienkurse niemals negativ werden können beziehungsweise der Wert einer Aktie nie unter null fällt.

⁵⁹ Vgl. Whistler, Mark, „Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 41 - 42

⁶⁰ Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 103 - 105

⁶¹ Geyer, Alois, „Grundlagen der Statistik“, Unterlagen für den ÖVFA Lehrgang, Institut für Operations Research, Wirtschaftsuniversität Wien, 2007, p. 2

Für die weitere Arbeit wird das Modell der stetigen Rendite verwendet da angenommen wird, dass die Zeitreihen der stetigen Renditen annähernd normalverteilt sind.⁶²

Um nun den Mittelwert aus den stetigen Renditen zu berechnen wird das arithmetische Mittel verwendet.

$$\mu_a = \frac{r_{a1} + r_{a2} + r_{a3} + \dots + r_{an}}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{ai}$$

μ_a = Mittelwert der Rendite von Aktie A

r_{ai} = i-te stetige Rendite von Aktie A

n = Anzahl der berechneten stetigen Renditen

Im nächsten Schritt wird die Varianz ermittelt. Bei der Varianz handelt es sich um ein Streuungsmaß bezüglich der Verteilung von Zufallsvariablen. „Die Varianz ist die Summe der quadrierten Abweichungen vom Mittelwert dividiert durch die Zahl der Proben minus eins“⁶³.

$$\text{VAR}_{ra} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_{ai} - \mu_a)^2$$

Nachdem nun die Varianz ermittelt ist, kann die Standardabweichung berechnet werden.

$$\sigma_{ra} = \sqrt{\text{Var}_{ra}}$$

Damit sind die zwei ersten Faktoren zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten ermittelt.

Als nächstes muss die Kovarianz berechnet werden.⁶⁴ Wie bei der Korrelation handelt es sich bei der Kovarianz um eine Kennzahl, die der Beschreibung der Beziehung zweier Faktoren dient. Der lineare Zusammenhang wird, ebenso wie bei der Korrelation, durch die positive, beziehungsweise negative Größe des durch die Kovarianz berechneten Wertes definiert. Im Falle eines hohen positiven Wertes ist dadurch von einem starken Zusammenhang auszugehen. Ergibt sich ein negativer Wert, ist von einem divergierenden Zusammenhang auszugehen.

⁶² Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 105

⁶³ Lohninger, H., „Grundlagen der Statistik“, http://www.statistics4u.info/fundstat_germ/, Epina Softwareentwicklungs- und Vertriebs-GmbH, September 2010

⁶⁴ Vgl. Lohninger, H., „Grundlagen der Statistik“, http://www.statistics4u.info/fundstat_germ/, Epina Softwareentwicklungs- und Vertriebs-GmbH, September 2010

Sind die zwei Variablen unabhängig voneinander, erhält man eine Kovarianz von Null. Um eine Invarianz der Translation⁶⁵ zu verhindern wird von jedem r_a -Wert und r_b -Wert der jeweilige Mittelwert subtrahiert und danach der Durchschnitt der Produktterme berechnet.

$$\text{Cov}(r_a, r_b) = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ai} - \mu_a) \sum_{i=1}^n (r_{bi} - \mu_b)}{n - 1}$$

Aufgrund der durchgeführten Berechnungen sind nun alle benötigten Daten zur Ermittlung des Korrelationskoeffizienten vorhanden.

$$\rho(r_a, r_b) = \frac{\text{Cov}(r_a, r_b)}{\sigma(r_a)\sigma(r_b)}$$

Durch die so gewonnenen Daten sind vor allem Aktienpaare mit einem hohen positiven Korrelationskoeffizienten zu bevorzugen.⁶⁶ Zu beachten ist jedoch, dass auch in diesem Fall für eine ausreichende Zeitreihe an Datenmaterial gesorgt ist. Zwecks erleichterter Darstellung der Berechnungsschritte befindet sich ein Zwei-Aktien-Modell zum Korrelationskoeffizienten im Anhang A.

2.7 Volatilität

Neben der Korrelation ist auch die Volatilität für das Pairs Trading von Bedeutung. Volatilität definiert in der Finanzmathematik die Streuung einer Zeitreihe um ihren Mittelwert.

„Die Volatilität ist ein Risikomaß, das sich für alle Anlageobjekte [vgl. STEINER/BRUNS (2000), S. 56] verwenden lässt. Sie wird in der Regel als Kennzahl für das Gesamtrisiko eines Assets benutzt und setzt sich somit aus dem systematischen und unsystematischen Risiko zusammen. Das Gesamtrisiko ist so zu verstehen, dass es sowohl die positive als auch die negative Abweichung von einer erwarteten Rendite berücksichtigt und somit ein Maß für die Schwankung der Rendite darstellt.“⁶⁷

Eine Investition die eine höhere Volatilität, verursacht durch den Schwankungsbereich, aufweist, wird auch als risikoreicher gegenüber einer Investition mit geringer Volatilität angesehen. Die Risikodefinition der Volatilität beinhaltet jedoch nicht nur Verluste,

⁶⁵ Vgl. Lohninger, H., „Grundlagen der Statistik“, http://www.statistics4u.info/fundstat_germ/, Epina Softwareentwicklungs- und Vertriebs-GmbH, September 2010

⁶⁶ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, „Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule“, National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 3 - 4

⁶⁷ Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 123

sondern auch die Möglichkeit, einen ebenso großen Gewinn zu erzielen. Bezüglich der zukünftigen Richtung der Entwicklung des Finanztitels sagt sie aber nichts aus.⁶⁸

Mathematisch wird die historische Volatilität durch die Berechnung der Standardabweichung ermittelt.

$$\sigma_{ra} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1} (r_{ai} - \mu_a)^2}$$

σ_{ra} = Standardabweichung stetige Rendite von Aktie A

r_{ai} = stetige Rendite von Aktie A

μ_a = Mittelwert der Rendite von Aktie A

n = Anzahl der vorhandenen Renditemessungen von Aktie A

Als Ausgangsmaterial werden hierzu die beobachteten Zeitreihen der stetigen Renditen⁶⁹ des Finanztitels verwendet. Je nach Umfang des Ausgangsmaterials der vorhandenen Zeitreihe (Tage, Wochen, Monate), spiegelt die Standardabweichung die durchschnittliche Abweichung der Investition von ihrem Mittelwert für diesen Zeitraum wider.

Bei der Einschätzung des Streumaßes findet die Wahrscheinlichkeitstheorie mit der Annahme einer Normalverteilung Anwendung.

Aus der Funktion der Gauß'schen Glockenkurve, siehe dazu auch Abbildung 8, wird ersichtlich, dass zu 68 % das Ergebnis einer Veranlagung in einen Finanztitel, zwischen dem Mittelwert minus der Volatilität ($\mu - \sigma$) und dem Mittelwert plus der Volatilität ($\mu + \sigma$) liegt. Bei der Verwendung von zwei Standardabweichungen [$(\mu - 2\sigma); (\mu + 2\sigma)$]

⁶⁸ Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 65 – 73

Vgl. Geyer, Alois, „Grundlagen der Statistik“, Unterlagen für den ÖVFA Lehrgang, Institut für Operations Research, Wirtschaftsuniversität Wien, 2007, p. 8 -9

Vgl. Deiters, Bert H, "Rendite, Risiko und Volatilität", <http://deifin.de>

Vgl. Fend, Reinhold, Luible, Christian, "Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode", Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009, p. 1 - 3

Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 123 - 130

⁶⁹ Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 125

erhöht sich die Wahrscheinlichkeit dadurch schon auf 95 % und erreicht bei einer Erhöhung auf drei Standardabweichungen $[(\mu - 3\sigma); (\mu + 3\sigma)]$ eine zu 99 % eintreffende Wahrscheinlichkeit.

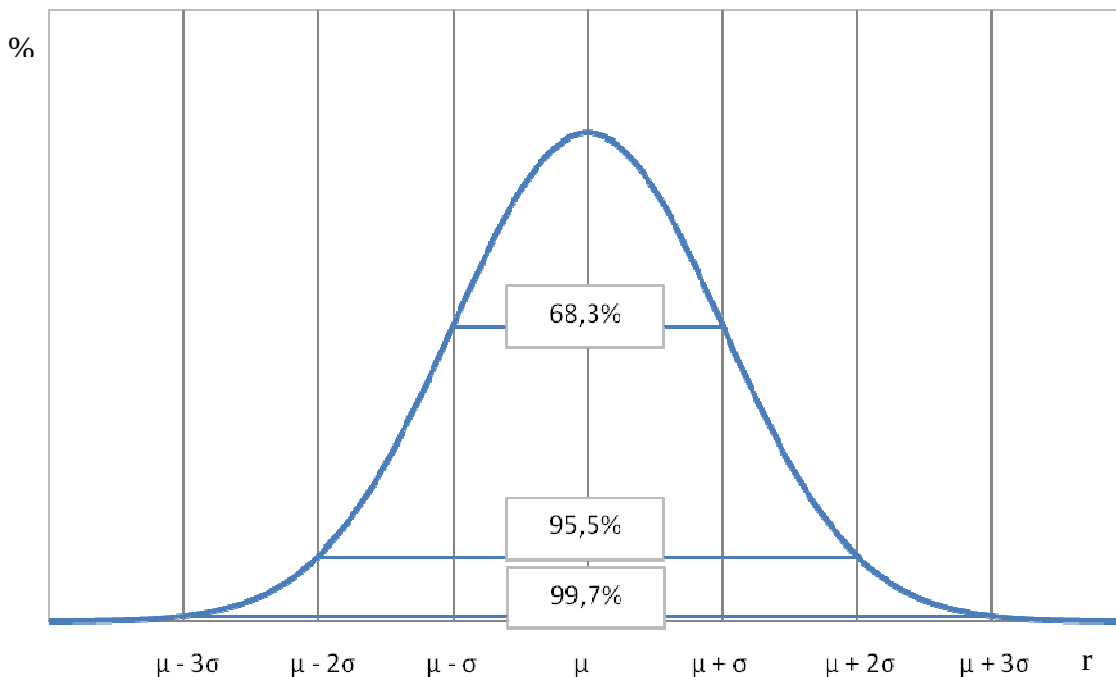


Abbildung 8 - Gauß'sche Glockenkurve

Unter der Annahme, dass die vergangene Renditeausprägung auch für zukünftige Renditeentwicklungen prägend ist, lässt sie so einen Blick in die erwartete zukünftige Renditeentwicklung zu. „Die Standardabweichung vom Erwartungswert der Rendite steht sodann stellvertretend als Maß für das Risiko der als bekannt vorausgesetzten gesamten Wahrscheinlichkeitsverteilung der Renditen einer Investition.“⁷⁰

Beinhaltet die vorhandene Zeitreihe alle verfügbaren Daten eines Jahres, ist die Standardabweichung identisch mit der zu berechnenden annualisierten Volatilität. Die Volatilität lässt sich aber auch für Zeitreihen mit geringerem Umfang berechnen. Als Basis der Zeitreihen werden zumeist die börsentäglichen Kursschwankungen herangezogen. Bei der Annualisierung ist in diesem Fall jedoch zu beachten, dass das Jahr nicht mit 365 Tagen berechnet wird, sondern aufgrund von Handelspausen am Wochenende sowie durch Feiertage, das allgemeine Börsenjahr im Durchschnitt nur 250 Tage umfasst.⁷¹ Auch empirischen Studien verweisen darauf, die Anzahl der Börsenhandelstage zu verwenden anstatt der Kalendertage zu verwenden. Dadurch

⁷⁰ Bert H. Deiters, „Rendite, Risiko und Volatilität“ <http://www.deifin.de>

⁷¹ Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 126 - 127

ergeben sich, aufgrund der Basis der vorhandenen Zeitreihen, folgende Annualisierungsformeln:

- bei Tagesrenditen $\sigma_{ann} = \sigma_t \sqrt{250}$
- bei Wochenrenditen $\sigma_{ann} = \sigma_w \sqrt{52}$
- bei Monatsrenditen $\sigma_{ann} = \sigma_m \sqrt{12}$
- bei Quartalsrenditen $\sigma_{ann} = \sigma_q \sqrt{4}$

σ_{ann} = annualisierte Volatilität

Die so gewonnene annualisierte Volatilität wird auch als „historische Volatilität“ bezeichnet. Aufgrund der durch Beobachtung der vorhandenen Zeitreihen der stetigen Rendite leicht zu gewinnenden Daten wird die historische Volatilität häufig angewendet. Jedoch kann es durch plötzliche Marktereignisse zu Verzerrungen der Volatilität kommen.⁷²

Dies lässt sich anhand eines einfachen Beispiels, graphisch wiedergegeben in Abbildung 9, sehr gut darstellen. Gegeben ist die historische Zeitreihe der Schlusskurse von Aktie A. Der Preis von Aktie A befindet sich normalerweise in einer Bandbreite zwischen 120,- und 128,- Euro. Durch Übernahmeerüchte schnellst jedoch der Kurs am Tag 30 nach oben und erreicht seinen Höchststand am 39 Tag bei insgesamt 150,- Euro. Da sich die Gerüchte bezüglich der Übernahme wieder zerstreuen, kommt es im Anschluss zu einem Verkaufsdruck, welcher die Aktie ihr altes Kursniveau durchbrechen lässt und zu einem Tiefstand am 42 Tag führt.

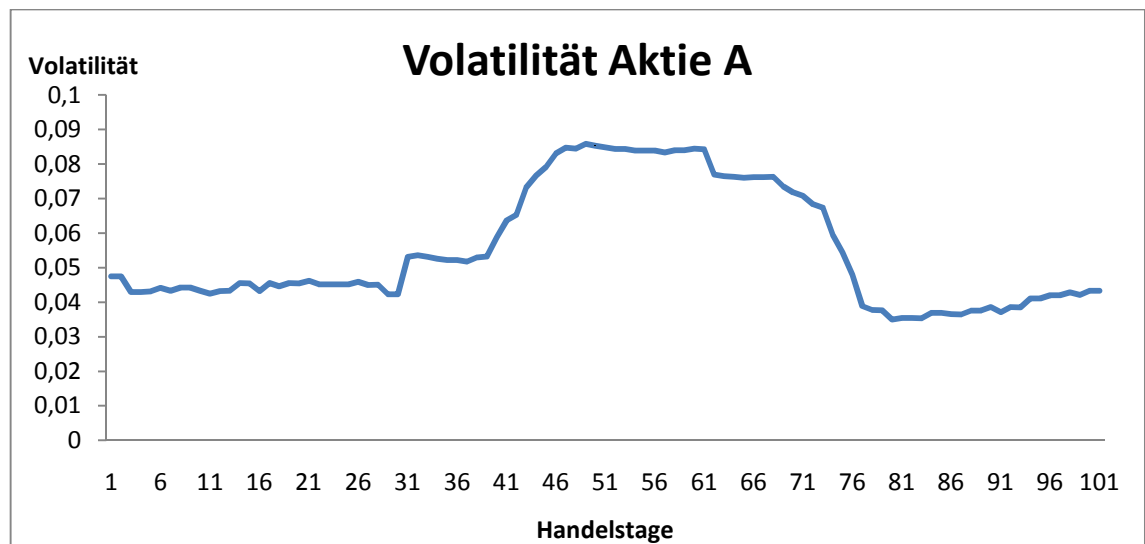


Abbildung 9 - Historischen Volatilität bei unerwarteten Einzelereignissen

⁷² Vgl. Fend, Reinhold, Luible, Christian, "Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode", Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009, p. 4 - 7

Danach erholt sich Aktie A wieder und erreicht ihr gewohntes Kursniveau. Diese kurzfristige Störung, verursacht durch Handelsgerüchte, bewirkt zwar keine Veränderung der langfristigen Aktienentwicklung, jedoch erhöht sie die Volatilität von Aktie A und verbleibt langsam fallend auf diesem Niveau, bis diese durch den Markt verursachte Kursstörung aus den zur Gewinnung der Volatilität verwendeten Daten herausfällt. Es kommt also unter Verwendung der historischen Volatilität zu einer Verzerrung des potenziellen Risikos des Aktientitels, obwohl sich der Markt schon wieder beruhigt hat.

Ein weiterer in Abbildung 10 dargestellter und in der Realität äußerst selten vorzufindender Sonderfall bezüglich der historischer Volatilität zeigt sich bei der Annahme eines weitgehend linearen Verlaufs⁷³ (steigen, fallend oder gleichbleibend) der Schlusskurse von Aktie A.

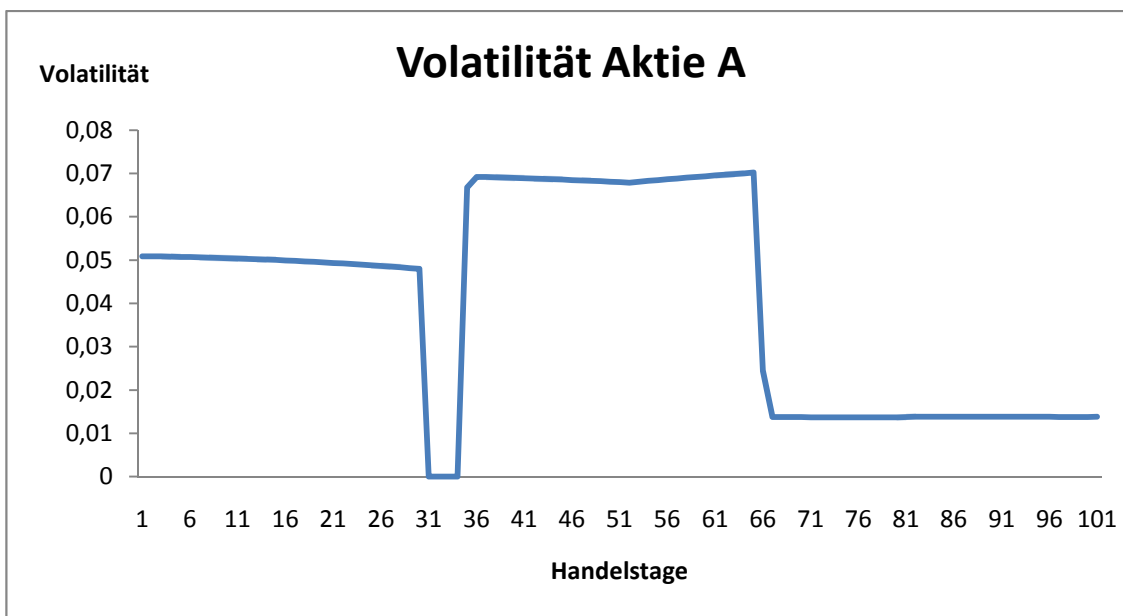


Abbildung 10 - Historische Volatilität und linearer Kursverlauf

Verursacht durch die Berechnungsmethode der historischen Volatilität kommt es zu einem Zusammenbrechen des Wertes und es wird kurzfristig ein Wert von Null als Volatilität ausgewiesen. Da die Volatilität auch zur Bewertung von Optionen verwendet wird, ist es realistischer Weise nicht anzunehmen, einen Verkäufer zu diesem Wert zu finden. Zur Vermeidung dieser Probleme wurden alternative Modelle der Volatilitätsberechnung entwickelt. Obwohl in dieser Arbeit das Modell der historischen Volatilität verwendet wird, werden im Folgenden auch Alternativen dargestellt.

⁷³ Vgl. Fend, Reinhold, Luible, Christian, "Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode", Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009, p. 4 - 7

2.7.1 Alternative Berechnungsmethoden der Volatilität

Zur Darstellung alternativer Modelle⁷⁴ bedarf es der Annahme, dass Wertpapierrenditen aus einem prognostizierbaren Erwartungswert

$$\mu = E_t[R_{t+1}]$$

μ = zum Zeitpunkt t erwartete Rendite

und einem zufälligen Teil ε_{t+1} , auch als White Noise bezeichnet, bestehen.

$$R_{t+1} = \mu + \varepsilon_{t+1}$$

Durch diese Formulierung erhält man die Standardabweichung, welche unter Verwendung der historischen Renditen zu berechnen ist.

$$\sigma_t = \sqrt{E_t[R_{t+1}^2] - \mu_t^2} = \sqrt{E_t[\varepsilon_{t+1}^2]}$$

„Unterstellt man Tagesdaten, sodass die erwartete Rendite hinreichend klein und daher nicht weiter berücksichtigt wird, und verwendet man die empirische Beobachtung, dass Wertpapierrenditen durch Volatilitätsclustering, charakterisiert sind, kann der Volatilitätsschätzer zum Zeitpunkt T als gewogener Durchschnitt vergangener quadrierter Renditen modelliert werden.“⁷⁵

Unter dem Begriff des Volatilitätsclustering versteht man in diesem Fall, dass auf kleine Kursausschläge oft wieder kleine Kursausschläge folgen und umgekehrt.

$$\sigma_T = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i(T) R_{T+1-i}^2}$$

$w_i(T)$ = Gewichtung des Wertpapiers i

Durch die Wahl der Gewichtung $w_i(T)$ ergibt sich nun die Möglichkeit, folgende drei alternative Modelle gegenüber der historischen Volatilität zu erstellen:

- EWMA Modell (Exponentially Weighted Moving Average)
- ARCH Modell (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity)

⁷⁴ Vgl. Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, “Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen”, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997, p. 4 - 6

⁷⁵ Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, “Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen”, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997, p. 4

➤ GARCH Modell (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity)

Das Modell des exponentiell gewichteten Durchschnitts kurz, EWMA genannt, wird aufgrund zweier Kritikpunkte an der historischen Volatilität verwendet.⁷⁶ Zum einem zeigten Studien, dass jüngere Ereignisse in der Zeitreihe eine größere Gewichtung haben sollten als auch, dass es schlussendlich nicht definiert ist, in welchem Umfang die Menge n der Zeitreihe gewählt werden soll. Beim EWMA Modell werden nun ältere Beobachtungen mit einer geringeren Gewichtung einbezogen.

Die Volatilität wird auf Basis folgender Formel ermittelt

$$\sigma_T = (1 - \beta) \sqrt{\sum_{i=1}^{\infty} \beta^i R_{T+1-i}^2}$$

unter folgenden Bedingungen für β

$$w_i(T) = \beta^i (1 - \beta)$$

$$0 < \beta < 1$$

β = Parameter zur Darstellung des exponentiellen Gewicht

Kennzeichnend für das EWMA Modell ist die Annahme, dass die Volatilität auf einem einmal erreichten Niveau verharrt (Persistenz). Jedoch ist die genaue Form dafür nicht bekannt.

1982 veröffentlichte Robert F. Engle seine Studie betreffend Inflationsraten in Großbritannien⁷⁷ und erwähnte darin zum ersten Mal das von ihm entwickelte ARCH Modell. In Würdigung für seine Entwicklung der ARCH Modelle erhielt Robert F. Engle im Jahr 2003 den Preis für Wirtschaftswissenschaften der schwedischen Reichsbank im Gedenken an Alfred Nobel, aufgrund der gleichzeitigen Verleihung mit den Nobelpreisen im allgemeinen Sprachgebrauch auch als Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften bezeichnet, verliehen.⁷⁸

⁷⁶ Vgl. Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, “Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen”, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997, p. 5

⁷⁷ Engle, Robert F., “Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation”, *Econometrica* 50, 1982

⁷⁸ “http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2003“ Nobel Media, April 2011

Freie Autoren, “Preis für Wirtschaftswissenschaften der schwedischen Reichsbank im Gedenken an Alfred Nobel“, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, April 2011

Das ARCH Modell geht von der Annahme aus, dass die Vorhersage der bedingten Varianz von zufällig in der Vorperiode auftretenden Zufallsfehlern abhängig ist. Diese Fehler tendieren in Gruppen aufzutreten, ein Effekt der auch als „Volatilitätsclustering“⁷⁹ bezeichnet wird. Diese Volatilitätscluster werden einerseits durch neue Informationen beziehungsweise Gerüchte als auch andererseits, in Abwesenheit von Neuigkeiten, durch unerwartete Änderungen der Liquidität der Investoren verursacht. Unter der Annahme eines effizienten Kapitalmarktes sollte jedoch der größte Teil der Varianzänderung von neuen Informationen abhängig sein.

Die Standardabweichung der laufenden Periode ist also eine Funktion der quadrierten Beobachtungen der Vergangenheit, wobei die Gewichte, mit denen die quadrierten Vergangenheitswerte versehen werden, aus den Daten selbst geschätzt werden. P stellt die Anzahl der Parameter dar.⁸⁰

Die Volatilität ergibt sich nach folgender Formel

$$\sigma_T = \sqrt{\alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{T+1-i}^2}$$

unter der Bedingung, dass für die Gewichte folgendes gilt

$$w_i(T) = \alpha_i$$

Auf der Theorie des ARCH(p) Modells aufbauend entwickelte Tim Bollerslev, zum Teil in Zusammenarbeit mit Robert F. Engle, im Zeitraum zwischen 1986⁸¹ und 1993 das

⁷⁹ Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 129

Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., „Investments“, Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p. 390 – 392

Vgl. Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, „Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen“, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997, p. 5

⁸⁰ Vgl. Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, „Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen“, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997, p. 5

⁸¹ Bollerslev, Tim, „Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity“, Journal of Econometrics 31 (3), 1986

Bollerslev, Tim, Chou, Ray Y., Javaraman, Narayanan, Kroner, Kenneth F., „ARCH Modeling in Finance: A Selective Review of the Theory and Empirical Evidence, with Suggestions for Future Research“, Journal of Econometrics 48, July/August 1992

Bollerslev, Tim, Engle, Robert F., Nelson, Daniel B., „ARCH Models“, Discussion Paper, 93-49, UCSD, 1993

GARCH (p,q) Modell. Der Vorteil des GARCH Modells ist die größere Flexibilität bezüglich der Spezifikationen des Zeitumfangs der Volatilitätsentwicklung. Anders als beim ARCH Modell geht das GARCH Modell davon aus, dass auch Beobachtungen hinter dem Persistenzparameter P Einfluss auf die Volatilität ausüben. Es wird also, wie beim EWMA Modell, eine unendliche Persistenz angenommen.⁸²

$$\sigma_T = \sqrt{\alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{T+1-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{T-i}^2}$$

Unter der Beschränkung auf GARCH (1,1) Modelle erhält man dadurch

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\alpha_0}{1 - \beta_1} + \sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i \beta_1^{i-1} R_{T+1-i}^2}$$

unter der Annahme von

$$w_i(T) = \alpha_i \beta_1^{i-1}$$

„Aus dieser Formulierung wird ersichtlich, dass das GARCH (1,1) Modell im Falle von $\alpha_1 + \beta_1 = 1$ mit dem EWMA Modell zusammenfällt. Diese Identität zeigt, dass das EWMA Modell einem nichtstationären GARCH (1,1) Modell entspricht.“⁸³

Eine weitere alternative Volatilitätsberechnungsmethode stellt die im Artikel von Reinhold Fend und Christian Luible⁸⁴ präsentierte New Volatility Methode dar. Bei diesem Verfahren wird ausschließlich nur die Summe der Tagesspannen verwendet und kein Zusammenhang mehr mit den historischen Schlusskursen vermutet. Durch diesen Ansatz möchte man einerseits das Problem eines außergewöhnlichen Volatilitätsanstieges, verursacht durch ein Einzelereignis, und andererseits den Fall des

⁸² Vgl. Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, “Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen”, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997, p.5 – 6

Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., “Investments”, Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p. 392 - 395

⁸³ Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, “Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen”, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997, p. 6

⁸⁴ Vgl. Fend, Reinhold, Luible, Christian, “Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode”, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009

Zusammenbruchs der Volatilität, durch stetig steigende, gleichbleibende oder fallende Schlusskurse vermeiden.

Unter der Annahme von

n = Beobachtungszeitraum in Tagen

Thz = Tageshandelszeit in Minuten

H_{t-i+1} = Tageshöchstkurs der Option

L_{t-i+1} = niedrigster Tageskurs der Option

erhält man folgende Formel zur Berechnung der New Volatility:

$$\sigma_T = \sum_{i=1}^{2n} \left[\frac{2n - i + 1}{\sum_{j=1}^{2n} j} \frac{\frac{H_{t-i+1} - L_{t-i+1}}{2\sqrt{2}}}{\frac{H_{t-i+1} + L_{t-i+1}}{200}} \sqrt{\frac{60 * 24 * 365}{Thz}} \right]$$

Zwecks besseren Verständnisses der Gedankengänge, die sich hinter diesem Berechnungsverfahren befinden, wird folgende Marktthese von Reinhold Fend und Christian Luible angenommen:

„Der Markt ist das Resultat der Entscheidungen aller Teilnehmer. Die Marktteilnehmer lassen sich in verschiedene Gruppen einteilen, deren Handeln ein Meinungsbildungsprozess vorausgeht.“⁸⁵

In Ihrem Modell unterscheiden Sie zwischen drei unterschiedlichen Arten von Investoren:

- Der langfristige Investor
- Der mittelfristige Investor
- Der kurzfristige Investor

Der langfristige Investor plant anhand von Fundamentaldaten des Unternehmens größere Investitionen zu tätigen und wird je nach selbst gesetzten Zielen zu unterschiedlichen Zeiten in den Finanztitel investieren oder verkaufen. Der mittelfristige Investor plant zwar eine Investition ähnlich wie der langfristige Investor, jedoch setzt er sich selbst Ein- und Ausstiegsmarken gegenüber dem Finanztitel, zwecks Reinvestition in neue Finanztitel. Die Bereitschaft, seine Investition langfristig zu verfolgen und dabei

⁸⁵ Fend, Reinhold, Luible, Christian, „Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode“, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009, p. 10

auch schlechte Entwicklungsphasen hinzunehmen, ist gering. Der kurzfristige Investor ist der klassische Tageshändler, der nur aufgrund von Marktkennzahlen oder Informationen kurzfristig eine Marktsituation ausnützen möchte und in den Finanztitel investiert. Zumeist handelt es sich um eine Investition in geringerem Umfang und der Verkauf des Finanztitels erfolgt noch am Tag der Investition.

Das Hauptunterscheidungsmerkmal ist also der Zeithorizont des Meinungsbildungsprozesses.⁸⁶ Die Trendrichtung wird hauptsächlich von den Langzeitinvestoren entschieden, während mittel- und kurzfristige Händler zwar zu Marktschwankungen beitragen können, aber schlussendlich auf die langfristige Entwicklung nur geringen Einfluss haben. Die von Fend und Luible getroffene Kernaussage der Marktthese lautet deshalb:

„Wenn eine Gruppe von Teilnehmern in ähnlichen Situationen zu annähernd gleichen Schlussfolgerungen kommt, so wird sie auch ähnlich reagieren. Dies wird sich dann im Chart niederschlagen, auch wenn es dort optisch nicht ersichtlich ist! Jede Gruppe bildet ein bestimmtes Verhalten in bestimmten Situationen ab. Die daraus sich ergebenden überlagerten Schwingungen (alle Teilschwingungen der Marktteilnehmer) bilden schlussendlich das Chartmuster.“⁸⁷

Aufgrund ihrer Annahmen ist daher die Börsenöffnungszeit nur die Marktmanifestation eines ununterbrochenen laufenden Entscheidungsprozesses in dem die drei Gruppen durch ihr Verhalten Marktschwankungen ausbilden. Dadurch lässt sich, durch die maximalen Marktausschläge, Tageshöchstkurs und Tagestiefststand, über das Integral ($\cos(45)$) der Effektivwert bestimmen, welcher annähernd der Volatilität entspricht.

2.7.2 Bollinger Bands

Das Bollinger Bands Chartanalyseverfahren wurde in der 1980er Jahren durch John Bollinger⁸⁸ von Bollinger Capital Management entwickelt. Die Zielsetzung dieses Verfahrens ist es, eine relativ einfache Möglichkeit zu liefern, Aktienkurse nach ihrem Renditeverlauf zu bewerten. Das Modell besteht aus drei Trendkurven. Folgt man der

⁸⁶ Vgl. Fend, Reinhold, Luible, Christian, “Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode”, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009, p. 12 - 13

⁸⁷ Fend, Reinhold, Luible, Christian, “Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode”, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009, p. 12

⁸⁸ Bollinger, John, “Bollinger Bänder: Der einfache Weg, Kursverläufe zu bestimmen”, FinanzBuch Verlag, October 2002

Definition des Modells sind Kurse am oberen Band zu teuer (überkauft) und am unteren Band zu günstig (überverkauft).⁸⁹

Berechnet wird das mittlere Bollinger Band durch die einfache Ermittlung des arithmetischen Mittelwerts und dient als Maßstab für den mittelfristigen Trend.

$$\mu_a = \frac{r_{a1} + r_{a2} + r_{a3} + \dots + r_{an}}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{ai}$$

μ_a = Mittelwert der Rendite von Aktie A

r_{ai} = Rendite von Aktie A

n = Anzahl der vorhandenen Renditenmessungen von Aktie A

Danach wird die Standardabweichung σ berechnet. Ihr Ergebnis ist die Ausgangsbasis für das obere und untere Band.

$$\sigma_{ra} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_{ai} - \mu_a)^2}$$

Das obere Band wird danach aus dem Mittelwert μ plus zweimal die Standardabweichung σ berechnet. Dem gegenüber wird beim unteren Band zweimal die Standardabweichung μ vom Mittelwert abgezogen.

$$BB_t^{\text{oben}} = \mu_t + 2\sigma$$

$$BB_t^{\text{unten}} = \mu_t - 2\sigma$$

BB_t^{oben} = oberes Bollinger Band

BB_t^{unten} = unteres Bollinger Band

Dadurch befinden sich 95 % aller potenziellen Kurse einer Aktie, unter der Annahme einer Normalverteilung, innerhalb dieser beiden Bänder. Durch Veränderungen in der Volatilität weiten beziehungsweise ziehen sich die Bollinger Bänder zusammen.

⁸⁹ Vgl. Freie Autoren, „Bollinger Bänder“, „<http://vtadwiki.vtad.de>“, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., November 2010

Vgl. Freie Autoren, „Bollinger-Bänder“, „<http://de.wikipedia.org>“, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, November 2010

Vgl. Fend, Reinhold, Luible, Christian, „Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode“, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009, p. 16 - 18

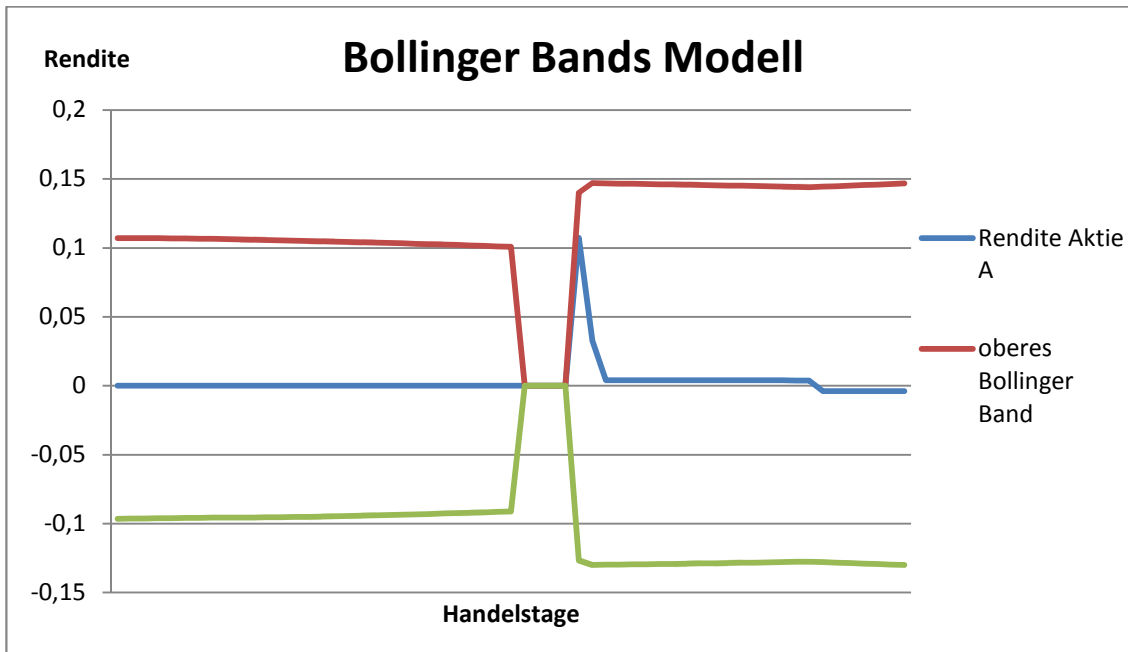


Abbildung 11 – Bollinger Bands Modell

Das oben in Abbildung 11 dargestellte Bollinger Bands Modell zeigt den Sonderfall einer kurzfristig kollabierenden historischen Volatilität die sich danach explosionsartig erweitert. Zu diesem Zeitpunkt ist die Aussagefähigkeit der Bollinger Bänder nicht mehr gegeben. Die Bänder sollten jedoch nicht als Kauf- oder Verkaufsentscheidung verwendet werden. Selbst John Bollinger⁹⁰ definiert sein Modell nur als eine Möglichkeit der grafischen Signalfindung, um festzustellen, ob ein Aktientitel als relativ günstig oder relativ teuer zu betrachten ist. Um Handelssignale zu erhalten wird hier nur kurz auf die ebenfalls durch John Bollinger entwickelten Parameter Bandbreite (Bandwith) und den Bollinger Oszillator %b eingegangen.

Bei der Bandbreite handelt es sich um ein relatives Maß des Abstandes der Bollinger Bänder. Dadurch wird zwar keine zusätzliche Information ermittelt, jedoch lässt sich so die schon im Chart vorhandene Bandbreite besser interpretieren.

$$\text{Bandbreite} = \frac{BB_t^{\text{oben}} - BB_t^{\text{unten}}}{BB_t^{\text{mitte}}}$$

BB_t^{mitte} = mittleres Bollinger Band

⁹⁰ Vgl. Bollinger, John, "Bollinger Bänder: Der einfache Weg, Kursverläufe zu bestimmen", FinanzBuch Verlag, October 2002

Vgl. Freie Autoren, „%b = Bollinger Oszillator“, „<http://vtadwiki.vtad.de>“, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., November 2010

Der Bollinger Oszillator⁹¹ definiert die Lage des Kurses im Verhältnis zu den Bändern. Bei einem Wert von 1 ist der Schlusskurs gleich dem oberen Bollinger Band. Bei einem Wert von 0 entspricht das Ergebnis dem unteren Bollinger Band. Es ist jedoch auch möglich einen größeren positiven Wert als 1 sowie einen negativen Wert zu erhalten.

$$\%b_t = \frac{Sk_t - BB_t^{\text{unten}}}{BB_t^{\text{oben}} - BB_t^{\text{unten}}}$$

2.8 Spread

Normalerweise verbindet man mit dem Spread die Geld-Brief-Spanne. Diese gibt die Preisdifferenz zwischen dem Kaufpreis (Briefkurs) und dem Verkaufspreis (Geldkurs) für ein- und dasselbe Gut wieder.⁹² Beim Pairs Trading Modell hat der Begriff Spread jedoch eine andere Bedeutung.

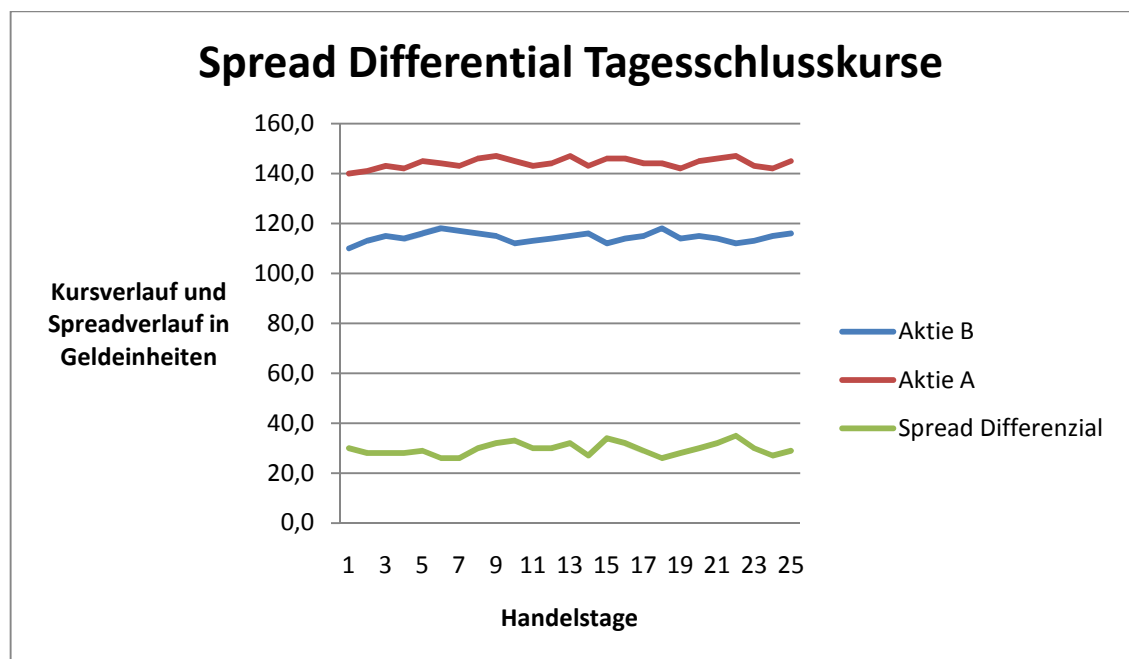


Abbildung 12 - Spread Differential Tagesschlusskurse

Im Pairs Trading Verfahren verwendet man den Begriff Spread, wie in Abbildung 12 graphisch dargestellt, um die täglich schwankenden Kursdifferenzen zwischen Aktie A und Aktie B zu beschreiben. Wird also Aktie A zu einem Kurs von 140,- Euro

⁹¹ Vgl. Freie Autoren, „%b = Bollinger Oszillator“, „<http://vtadwiki.vtad.de>“, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., November 2010

⁹² Vgl. Freie Autoren, „Spread (Wirtschaft)“, „<http://de.wikipedia.org>“, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, August 2010

Vgl. Whistler, Mark, „Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies“, John Wiley & Sons, Inc., 2004, 42 -44

gehandelt und Aktie B zu 115,- Euro, beträgt der Spread 25,- Euro. Steigt nun Aktie A auf 145,- Euro und fällt Aktie B auf 110,- Euro, kommt es zu einer Veränderung des Spread auf 35,- Euro. Um diese Schwankungen des Spread für das Pairs Trading nutzbar zu machen, benötigt man die Zeitreihenanalyse und bildet aus den täglichen Kursschwankungen beider Aktien das Spread Differential.

$$\text{Spread}_D = \text{Sk}_A - \text{Sk}_B$$

Spread_D = Spread Differential zwischen Aktie A und Aktie B

Sk_A = Schlusskurs Aktie A

Sk_B = Schlusskurs Aktie B

Das Differential betrachtet in diesem Fall nicht, welche Aktie Gewinne oder Verluste erzielt hat, sondern nur die Veränderungen in der Preisdifferenz zwischen beiden Aktien. Im Pairs Trading Verfahren wird nun dieses Spread Differential wie ein eigenes Wertpapier behandelt. Da jedoch Aktienkurse nicht der Normalverteilung folgen müssen die Aktienkurse für jede Aktie zur stetigen Rendite umgeformt werden.⁹³

$$y_{a_t} = \ln \frac{p_{a_t}}{p_{a_{t-1}}}$$

$$y_{b_t} = \ln \frac{p_{b_t}}{p_{b_{t-1}}}$$

y_{i_t} = stetige Rendite i-te Aktie zum Zeitpunkt t

$\ln$ = natürlicher Logarithmus

p_{i_t} = Schlusskurs i-te Aktie zum Zeitpunkt t

Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst verwendeten in ihrer Studie bezüglich Pairs Trading zur Ermittlung des Spread die Distanzmethode.

„Under the distance method, the co-movement in a pair is measured by what is known as the distance, or the sum of squared differences between the two normalized price series.“⁹⁴

⁹³ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, “Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule”, National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 6 -7

Vgl. Do, Binh, Faff, Robert, Hamza, Kais, “A New Approach to Modeling and Estimation for Pairs Trading”, Monash University, May 29, 2006, p. 3 - 10

⁹⁴ Do, Binh, Faff, Robert, Hamza, Kais, “A New Approach to Modeling and Estimation for Pairs Trading”, Monash University, May 29, 2006, p. 3

Es wird also zuerst die Differenz zwischen den normalverteilten Renditen berechnet, diese danach quadriert und dann die Summe der quadrierten Differenzen gebildet.⁹⁵

$$\mathbf{diff}_t = (y_{a_t} - y_{b_t})^2$$

$\mathbf{diff}_t$ = Differenz stetige Renditen zum Zeitpunkt t

$$\mathbf{DIFF}_N = \sum_n \mathbf{diff}_n$$

$\mathbf{DIFF}_N$ = Summe der quadrierten Differenzen

n = Anzahl der quadrierten Differenzen

Anhand der so aus der Zeitreihenanalyse erhaltenen Daten berechnet man den Mittelwert μ , die Varianz VAR und die Volatilität σ für den Spread.

$$\mu_{\mathbf{DIFF}} = \frac{1}{n} \sum_n \mathbf{diff}_n$$

$\mu_{\mathbf{DIFF}}$ = Mittelwert der quadrierten Differenzen

$$\mathbf{VAR}_{\mathbf{DIFF}} = \frac{1}{n-1} \sum_n (\mathbf{diff}_n - \mu_{\mathbf{DIFF}})^2$$

$\mathbf{VAR}_{\mathbf{DIFF}}$ = Varianz der quadrierten Differenzen

$$\sigma_{\mathbf{DIFF}} = \sqrt{\mathbf{VAR}_{\mathbf{DIFF}}}$$

$\sigma_{\mathbf{DIFF}}$ = Standardabweichung der quadrierten Differenzen

Beinhaltet die vorhandene Zeitreihe alle verfügbaren Daten eines Jahres, ist die Standardabweichung identisch mit der zu berechnenden annualisierten Volatilität.⁹⁶

Aufgrund der Vermutung, dass sich 95% aller Spreadpositionen, unter der Annahme einer Normalverteilung, innerhalb der so über den Mittelwert gewonnenen Obergrenze ($\mu_t + 2\sigma$) und Untergrenze ($\mu_t - 2\sigma$) befinden sollten, siehe dazu auch Abbildung 13, hofft man nun auf mögliche Ausreißer nach oben beziehungsweise nach unten um unsere Kaufs- und Verkaufsentscheidungen durchzuführen. Diese Grenzen werden

⁹⁵ Vgl. Zady, Madelon F., "Z-5: Sum of squares, variance, and the standard error of the mean", "http://www.westgard.com", June 1999

Vgl. Do, Binh, Faff, Robert, Hamza, Kais, "A New Approach to Modeling and Estimation for Pairs Trading", Monash University, May 29, 2006, p. 3 - 4

⁹⁶ Vgl. Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 126 - 127

manchmal auch als „Gummibänder“ bezeichnet, da erwartet wird, dass der Spread sich innerhalb dieses Bereiches nach oben und unten bewegt.⁹⁷

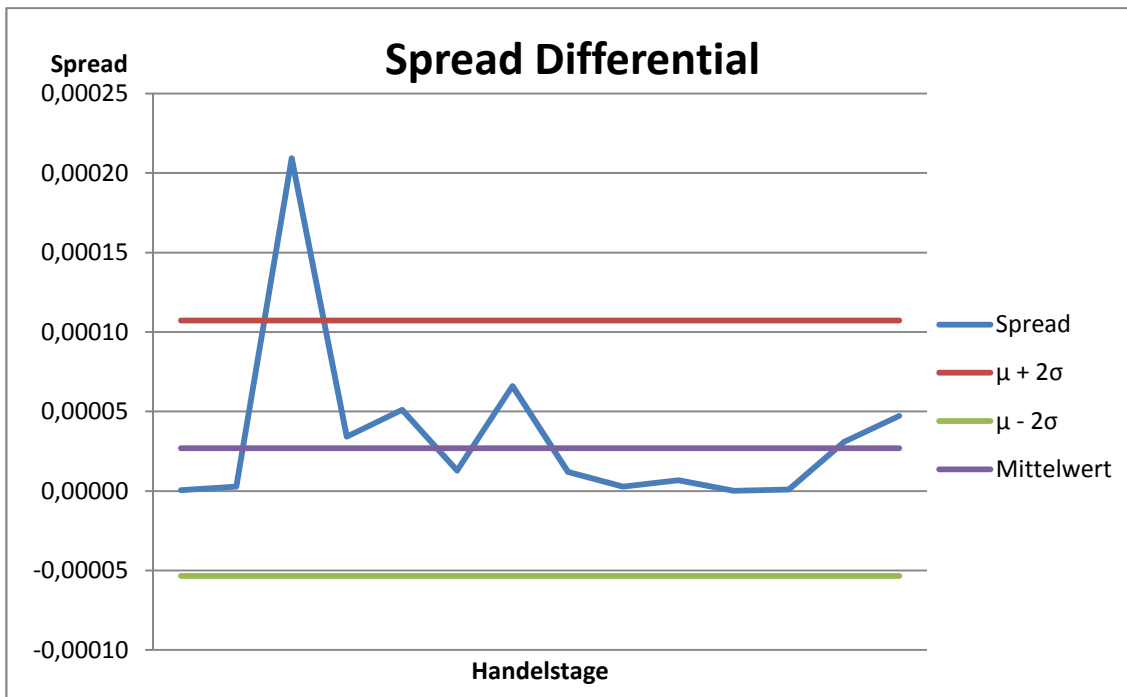


Abbildung 13 – Spread Differential

Die genaue Beurteilung einer solchen Abweichung vom Mittelwert des Spread Differentials wird im darauf anschließenden Kapitel „Durchführung der Pairs Trading Methode“ besprochen.

Jedoch gibt es auch bei der Beurteilung der benötigten Standardabweichung (Volatilität) σ vom Mittelwert, bezüglich der Durchführung des Pairs Trading Verfahrens, unterschiedliche Ansichten in der Literatur. Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst empfehlen in ihrer Arbeit⁹⁸ die Verwendung der zweifachen Standardabweichung nach oben ($\mu_t + 2\sigma$) und unten ($\mu_t - 2\sigma$) vom Mittelwert. Sie selbst jedoch äußern die Vermutung, dass es dadurch manchmal passieren könnte, nicht die Transaktionskosten abzudecken, selbst wenn sich der Spread Differential dem Mittelwert wieder annähern sollte. Genau auf dieses Argument setzt auch Mark Whistler in seinem Buch⁹⁹ und empfiehlt daher eine dreifache Standardabweichung

⁹⁷ Vgl. Whistler, Mark, “Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies”, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 72 - 73

⁹⁸ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, “Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule”, National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 6

⁹⁹ Vgl. Whistler, Mark, “Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies”, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 1 - 4

nach oben ($\mu_t + 3\sigma$) und nach unten ($\mu_t - 3\sigma$) vom Mittelwert zu verwenden. Diese unterschiedliche Betrachtung ist auch einer der Gründe, weshalb in dieser Diplomarbeit das theoretische Modell, nach der auch unterschiedlichen Beurteilung der Liquidität beider Gruppen, nach den jeweiligen Kriterien zweimal erstellt wird.

Ein weiterer zu nennender Faktor ist das Spread Ratio. Das Spread Ratio gibt das relative Verhältnis zwischen Schlusskurs Aktie A und Schlusskurs Aktie B wieder.¹⁰⁰

$$\text{Spread}_{\text{ratio}} = \frac{Sk_A}{Sk_B}$$

Das Spread Ratio wird verwendet um die notwendigen Aktienmengen bezüglich der zu kaufenden und zu verkaufenden Aktien im Pairs Trading zu bestimmen. Da die aber so erstellten Portfolios nach der Portfoliotheorie nicht marktneutral wären, werden die Pairs Trading Portfolios mittels des Betawertes beider Aktien erstellen. Die Spread Ratio Methode kommt daher nicht zur Anwendung und wird auch nicht näher besprochen.

2.9 Am Kapitalmarkt existierende geeignete Finanztitel zur Durchführung des Pairs Trading

Im Folgenden Abschnitt wird näher auf die am Kapitalmarkt existierenden Finanztitel¹⁰¹ eingegangen, welche sich für die Anwendung des Pairs Trading Verfahren eignen. Diese sollten, aufgrund der Charakteristik des Pairs Trading, nachstehende Bedingungen erfüllen:

- Hoher Grad an Standardisierung der gehandelten Titel
- Einfache Eigentumsübertragung
- Vorhandensein eines ausreichenden Käufer- und Verkäufermarkt
- Niedrige Transaktionskosten

Unter diesen Bedingungen eignen sich vor allem nachfolgende drei Finanztitel¹⁰² für die Anwendung der Pairs Trading Methode:

- Aktien
- Optionen
- Futures

¹⁰⁰ Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p.42 - 44

¹⁰¹ Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p. 9 – 67

¹⁰² Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., "Investments", Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p. 29 - 63

Auf diese drei Finanztitel wird nun näher eingegangen.

2.9.1 Aktien

Eine Aktie ist im Grunde genommen ein verbrieftter Beteiligungstitel an einer Kapitalgesellschaft, auch Aktiengesellschaft genannt.¹⁰³ Das Nominalkapital einer Aktiengesellschaft ist in einzelne Aktien zerteilt, wobei jede Aktie das Mitgliedschaftsrecht an der Aktiengesellschaft belegt. Die Höhe des benötigten Nominalkapitals ist je nach gegebener Staatsgesetzgebung unterschiedlich geregelt.

Als Beispiel beträgt die gesetzliche Mindesthöhe des Grundkapitals einer österreichischen Aktiengesellschaft laut §7 Österreichisches AktienGesetz zurzeit 70.000,- Euro.¹⁰⁴

Aktien werden bei der Gründung oder im Rahmen einer Kapitalerhöhung emittiert. Eine Kapitalerhöhung kann auf unterschiedliche Weise stattfinden. Entweder es handelt sich um eine ordentliche Kapitalerhöhung, eine Kapitalerhöhung aus Gesellschaftsmitteln oder um eine Ausübung von Optionen auf junge Aktien durch den Optionsinhaber.

„Die Vorteile einer Aktie für die Unternehmung und für Investoren sind:

- beschränkte Haftung für die Aktionäre,
- Aufteilung des Kapitals in kleinste Beträge, so dass Beteiligungen bereits mit geringem Kapital möglich sind,
- Ermöglichung einer großen Anzahl von Eigentümern bei Unternehmungen mit hohem Kapitalbedarf,
- hohe Verkehrsfähigkeit der Anteile, da homogene Wertpapiere die Möglichkeit des Börsenzuganges besitzen,
- detaillierte Ausgestaltung der Rechte der Aktionäre durch das AktG, wobei Zusatzregelungen in der Satzung der AG (=Verfassung der Unternehmung) getroffen werden können,
- die Aktie ist vom Inhaber zwar nicht kündbar, wohl aber veräußerbar. Die Unternehmung erfährt normalerweise nichts vom Eigentümerwechsel, da

¹⁰³ Vgl. Fischer, Edwin O., “Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse”, Universität Wien, January 1995, p.14 – 28

Vgl. Fischer, Edwin O., “Finanzwirtschaft der Unternehmung”, Universität Wien, März 1994, p 137 - 149

¹⁰⁴ Vgl. Weilingner, Arthur, “Kodex des österreichischen Rechts: Handelsrecht”, LexisNexis Verlag ARD ORAC GmbH & CoKG, Wien, 28. Auflage, September 2003

Transaktionen auf dem Sekundärmarkt der Unternehmung nicht mitgeteilt werden¹⁰⁵.¹⁰⁶

Weitere Kategorisierungen von Aktien sind noch nach der Art des Grundkapitals (Nennwert- oder Quotenaktien), aufgrund von Übertragungsbestimmungen (Inhaberaktien oder Namensaktien) und nach den damit verbundenen Rechten des Inhabers (Stammaktien oder Vorzugsaktien) möglich. Aktien werden hauptsächlich über den Sekundärmarkt an der Börse beziehungsweise durch an der Börse vorhandene Brokerhäuser und Banken gehandelt. Durch das Zusammenkommen des Käufer- und Verkäufermarkt an der Börse ist es möglich, zu geringen Informations- und Transaktionskosten den Handel durchzuführen.¹⁰⁷

Für das Pairs Trading sind Aktien vor allem auch durch die Möglichkeit des Aktienleerverkaufs interessant. Bei einem Leerverkauf versucht der Verkäufer, Aktien die er noch nicht besitzt, unter der Erwartung fallender Kurse, am Markt zu verkaufen, um diese danach später zu einem günstigeren Preis wieder zurückzukaufen. Das Verfahren dazu entspricht einer Wertpapierleihe.

Der Aktienverkäufer leiht sich also, unter Bezahlung einer zuvor festgelegten Leihgebühr, aus einem anderen Depot, für einen je nach Wunsch definierten Zeitraum, das Wertpapier und erhält dafür das Verfügungsrecht.¹⁰⁸ Nun verkauft er das Wertpapier über die Börse und hofft auf einen fallenden Kurs während des ihm zur Verfügung stehenden Zeitraumes der Leihe. Fällt der Kurs tatsächlich, kauft er die Aktie zum niedrigeren Kurs zurück und übergibt sie wieder an den Verleiher. Sollte jedoch der Aktienkurs steigen, muss der Verkäufer zu einem höheren Kurs die Aktie zurückkaufen und sie wieder dem Verleiher übergeben. Die Differenz zwischen Rückkaufkurs und Verkaufskurs zuzüglich der Leihgebühr entscheidet schlussendlich über Gewinn und Verlust der Transaktion.

¹⁰⁵ Drei Ausnahmen:

bei Namensaktien ist der Aktionär mit Namen, Wohnort und Beruf im Aktienbuch der AG eingetragen,
bei vinkulierten Namensaktien ist für die Übertragung der Aktien die Zustimmung des Vorstandes der AG erforderlich,

bei Überschreitung bestimmter Beteiligungsgrenzen besteht eine Mitteilungspflicht des die Beteiligung haltenden Investors an die AG.

¹⁰⁶ Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p. 15

¹⁰⁷ Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p. 16 - 19

¹⁰⁸ Vgl. Deiters, Bert H., "Wertpapierleihe und Leerverkauf", <http://deifin.de>

Die Definition „Leerverkauf“ bezieht sich damit nur auf den Depotbestand des Verkäufers. Aufgrund der vorgeschriebenen Deckung des Leerverkaufs müssen sich die dafür verwendeten Aktien im Besitz des Verleihers befinden.

Ein weiterer positiver Nebeneffekt, bei der Anwendung im Pairs Trading, ist die Möglichkeit den Kauf der zweiten Aktie durch den zuvor erfolgten Leerverkauf der ersten Aktie zu finanzieren und dadurch, abgesehen von der Leihgebühr, eine kosten- und marktneutrale Handelsstrategie durchzuführen.¹⁰⁹

2.9.2 Optionen

Unter einer Option¹¹⁰ versteht man ein derivatives Handelsinstrument das seinen Wert, aufgrund eines anderen Vermögensgegenstandes - in diesem Fall Aktien - erhält. Eine Option räumt dem Besitzer der Option das Recht ein, zu einem bestimmten Kurs und innerhalb eines bestimmten Zeitraumes, eine Aktie zu kaufen (Call) oder zu verkaufen (Put). Sollte nach Ablauf der Option kein erwünschter Aktienkurs eintreten, darf der Besitzer der Option diese einfach verfallen lassen. Es besteht somit nicht die Pflicht die dem Optionsgeschäft zugrunde liegende Transaktion durchzuführen. Man unterscheidet zwei Arten von Optionen:

- Kaufoptionen (Calls)
- Verkaufsoptionen (Puts)

Eine Kaufoption (Call) räumt dem Optionsbesitzer das Recht ein, eine bestimmte Anzahl von Vermögensgegenständen jederzeit innerhalb eines festgelegten Zeitraumes (Amerikanischer Call), oder zu einem fix vereinbarten Zeitpunkt (Europäischer Call), gegen Zahlung eines zuvor in der Option vereinbarten Preises zu erwerben.¹¹¹ Demgegenüber räumt die Verkaufsoption (Put) dem Optionsbesitzer das Recht ein, eine

¹⁰⁹ Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 6

¹¹⁰ Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p. 44 -53

Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., "Investments", Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p. 59

Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Internationales Finanzmanagement", Universität Wien, 2. Auflage, Oktober 1994, p 27 – 68

Sercu, Piet, Uppal, Raman, "International Financial Markets and The Firm", Champan & Hall, First Edition, 1995, p. 161 - 186

¹¹¹ Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p. 44

Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Internationales Finanzmanagement", Universität Wien, 2. Auflage, Oktober 1994, p 27

bestimmte Anzahl von Vermögensgegenständen jederzeit innerhalb eines festgelegten Zeitraumes (Amerikanischer Put), oder zu einem fix vereinbarten Zeitpunkt (Europäischer Put), gegen Erhalt eines zuvor in der Option vereinbarten Preises zu verkaufen.

Für die Einräumung dieses Rechts hat der Optionskäufer zuvor bei Abschluss der Transaktion dem Verkäufer der Option eine Prämie beziehungsweise den Optionspreis zu zahlen. Gegenüber dem Optionskäufer hat der Optionsverkäufer nicht das Recht die Option verfallen zu lassen sondern muss sie, wenn gewünscht, einlösen.

„Bei Abschluss eines Optionsgeschäfts sind somit festzulegen:

- Basisobjekt und Anzahl von Basisobjekten je Optionsgeschäft
- Art der Option
 - Call oder Put
- Typ der Option
 - Europäisch oder Amerikanisch
- Fälligkeitstermin
- Basispreis¹¹² und Währung des Basispreises
- Lieferungsmodalitäten
 - tatsächliche physische Lieferung
 - Zahlung der Differenz zwischen Kassapreis des Basisobjekt am Ausübungstag und Basispreis (Barausgleich, Cash Settlement)¹¹³

Während der Laufzeit beziehungsweise zu deren Ende, unterscheidet man eine Option nach folgenden möglichen Zuständen:¹¹⁴

- out of the money
 - Call: $S_0 < X$
 - Put: $S_0 > X$
- at the money
 - Call und Put: $S_0 = X$
- in the money
 - Call: $S_0 > X$
 - Put: $S_0 < X$

¹¹² Bei Zinsoptionen wird der Basiskurs festgelegt. Der Basispreis ergibt sich dann aus dem Basiskurs und den aufgelaufenen Zinsen für das Basisobjekt vom letzten Kupontermin bis zum Ausübungszeitpunkt.

¹¹³ Fischer, Edwin O., „Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse“, Universität Wien, January 1995, p. 45

¹¹⁴ Vgl. Fischer, Edwin O., „Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse“, Universität Wien, January 1995, p. 46

S_0 = augenblicklicher Preis des Basisobjekts

X = Basispreis der Option

Eine direkt zwischen den Vertragspartnern nicht börsennotierte und individuell frei gestaltete Option wird als OTC (Over The Counter) Option bezeichnet.¹¹⁵ Der Großteil der Optionen ist jedoch zwecks Erhöhung der Liquidität standardisiert und wird über den Sekundärmarkt an der Börse beziehungsweise durch an der Börse vorhandene Brokerhäuser und Banken gehandelt. Da es sich bei Optionen um bedingte Termingeschäfte handelt, besteht die Möglichkeit eine Position, wie bei einem Aktienleerverkauf, in dem eine Put Option entweder gekauft oder eine Call Option verkauft wird, einzunehmen. Genau dieser Effekt macht Optionen auch für das Pairs Trading interessant.

Zwecks Durchführung des Handels eröffnet der Leerverkäufer bei seiner Bank ein Margin Konto. Auf diesem Konto wird jeweils am Ende des Tages der Verlust oder Gewinn verbucht. Übersteigt der Verlust das Margin Limit, muss der Leerverkäufer entweder die Differenz zwischen Margin Limit und Tagespreis nachschießen oder seine Optionen verkaufen.

Rechnet man im Falle des Pairs Trading bei einer Aktie mit fallenden Kursen, so besteht die Möglichkeit, einfach eine Put Option zu erwerben oder eine Call Option zu verkaufen und im Gegenzug bei der zweiten Aktie den Verkauf einer Put Option oder den Kauf einer Call Option, in Erwartung von steigenden Preisen, durchzuführen.

2.9.3 Futures

Ein Future¹¹⁶ ist ebenfalls wie eine Option ein derivatives Handelsinstrument. Es handelt sich dabei um ein Termingeschäft, bei dem sich der Verkäufer verpflichtet, einen genau bestimmten Basiswert, in einer definierten Anzahl und zu einem zu Beginn festgelegten Preis, zu einem vertraglich bestimmten Zeitpunkt an den Käufer des Termingeschäfts zu liefern.

Der Käufer verpflichtet sich im Gegenzug zur Übernahme des Basiswertes zu den vereinbarten Bedingungen. Anders als bei Optionen ist es einer Vertragspartei nicht

¹¹⁵ Vgl. Fischer, Edwin O, "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Internationales Finanzmanagement", Universität Wien, 2. Auflage, Oktober 1994, p 27

¹¹⁶ Vgl. Fischer, Edwin O., "Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse", Universität Wien, January 1995, p 53 – 67

Vgl. Sercu, Piet, Uppal, Raman, "International Financial Markets and The Firm", Champan & Hall, First Edition, 1995, p. 127 – 155

Vgl. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., "Investments", Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999, p. 60 - 61

möglich den Kontrakt einfach verfallen zu lassen. Der Käufer des Futures geht dabei eine Long Position ein während der Verkäufer aufgrund seiner Lieferverpflichtung eine Short Position einnimmt.

„Die Standardisierung der Futures erfolgt bezüglich:

- Kontraktvolumen
 - = Anzahl der einen Kontrakt betreffenden Anzahl von Basisobjekten
- Fälligkeitstermin und maximale Laufzeit eines Kontrakts
- Vertragspartner
 - Um ein Bonitätsrisiko für den Kunden auszuschließen, ist der offizielle Vertragspartner die Terminbörse (Clearing House). Die Terminbörse hat für jeden Käufer eines Kontrakts auf der anderen Seite auch einen Verkäufer desselben Kontrakts, sodass der inoffizielle Vertragspartner ein anderer Kunde der Terminbörse ist.
- Lieferungsmodalitäten
 - tatsächliche Lieferung
 - des Basisobjekts
 - eines Gegenstandes aus einer Liste von Basisobjekten (Future mit Lieferungsoption¹¹⁷)
 - Zahlung der Differenz zwischen dem Futures-Preis am Fälligkeitstag und dem Futures-Preis am Abschlusstag (Cash Settlement).“¹¹⁸

Man unterscheidet, anhand des definierten Basiswertes zwischen Finanzterminkontrakten (Aktien, Anleihen) und Warenterminkontrakten (Rohstoffe, Handelsgüter). Bei Abschluss des Futures fallen für beide Seiten keine Prämienzahlungen an. Jedoch sind beide Vertragspartner, aufgrund der herrschenden Regelungen an den Futurebörsen, verpflichtet einen Einschuss (Initial Margin) auf ihrem Margin Konto zu erbringen. Anhand der täglichen Schlusskurse des Basiswertes wird der Tagesgewinn oder Tagesverlust berechnet und dem jeweiligen Konto gutgeschrieben. Bei Unterschreitungen des Margin Limit entsteht wie bei Optionen eine Nachschusspflicht. Gewinne, welche die Initial Margin überschreiten, können abgebucht werden.

Wie im Falle von Aktien und Optionen eignen sich auch Futures, dank ihrer Möglichkeit des Leerverkaufs, zur Durchführung des Pairs Trading. Im zwei Aktien Fall wird daher der Pairs Trader, bei vermuteten fallendem Kursverlauf von Aktie A und steigenden Kursverlauf von Aktie B, zum Verkäufer eines Future zum aktuellen Tageskurs und im Falle von Aktie B zum Käufer zum aktuellen Tageskurs. Dadurch erhofft er sich aufgrund der angenommenen sinkenden Kurse von Aktie A zum

¹¹⁷ Bei manchen (Waren-) Futures versteht man unter der Lieferoption auch die Wahlmöglichkeit des Liefertages im Fälligkeitsmonat.

¹¹⁸ Fischer, Edwin O., „Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse“, Universität Wien, January 1995, p. 54

vereinbarten Zeitpunkt die Aktie günstiger zu erwerben und schlussendlich zum höheren Basiswert des Futures zu verkaufen. Bei Aktie B erhält er das Recht, die Aktie zu einem günstigeren als den aktuellen Kurs zu beziehen und schlussendlich gleich am Sekundärmarkt mit gestiegenem Kurs zu verkaufen.

2.10 Durchführung der Pairs Trading Methode

Nachdem nun alle Bestandteile der Pairs Trading Methode besprochen wurden, wird nun die Vorgehensweise beim Verfahren definiert. Die erste Entscheidung, die in diesem Zusammenhang zu fällen ist, betrifft die Herkunft der zur Durchführung der Methode benötigten Zeitreihen. Eine mögliche Quelle, die dafür in Frage kommt, und in diesem Fall auch verwendet wurde, ist die Internetseite <http://de.finance.yahoo.com>¹¹⁹. Auf dieser Seite sind die größten amerikanischen, asiatischen und europäischen Aktienindizes zu finden inklusive der historischen Zeitreihe des Aktienindex selbst, sowie alle in den Indizes enthaltenen Aktien. Die Seite ermöglicht auch den Download der einzelnen Zeitreihen in Form einer *.csv-Datei.

Die so gewonnenen und nun für die Analyse zur Verfügung stehenden Daten beinhalten neben den Schlusskursen auch noch das gehandelte Volumen, und die Tageshöchst- und Tagestiefststände der Aktien. Zusätzlich wird auch noch ein um Dividenden und Splits bereinigter Schlusskurs angeboten. Für die verwendete Analysemethode benötigt man jedoch nur die Schlusskurse und das gehandelte Volumen. Nach einer Aufbereitung der so gewonnenen Daten steht eine ausreichende Datenmenge von Zeitreihen zur Verfügung.

Mit dem nächsten Schritt beginnt nun, nach der Gewinnung der benötigten Daten, das Verfahren der Pairs Trading Methode. Wie schon im Unterkapitel 2.2 Liquidität erwähnt wurde muss nun eine Liquiditätsprüfung durchgeführt werden. Hier gibt es schon den ersten Unterschied bei der Modellbetrachtung des Pairs Trading. Während Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst¹²⁰ die Meinung vertreten, dass durch das Vorhandensein eines täglichen Handelsvolumens bei einer Aktie die benötigte Liquidität gegeben ist, vertritt Mark Whistler¹²¹ die Ansicht eines täglichen Mindesthandelsvolumens von über 200.000 Aktien als Grundbedingung für Pairs Trading.

Auf die Begründung dieser unterschiedlichen Betrachtungsweisen wurde im Unterkapitel 2.2 schon näher eingegangen. Die Zeitreihen werden daher einmal nach

¹¹⁹ "<http://de.finance.yahoo.com/q?s=^NYA&ql=0>" Yahoo! Deutschland GmbH

¹²⁰ Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 6

¹²¹ Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p 10

dem Liquiditätsansatz von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst bereinigt und einmal nach dem Liquiditätsansatz von Mark Whistler.

- Modell Eins: Liquidität = Handelsvolumen > 0
- Modell Zwei: Liquidität = Handelsvolumen > 200.000

Nach der Filterung der benötigten Zeitreihen nach unterschiedlichen Modellkriterien folgt der nächste Schritt im Pairs Trading Modell.

Die Identifizierung der optimalen Paarkombinationen wird mit Hilfe der Korrelation¹²² durchgeführt:

$$\rho(r_a, r_b) = \frac{\text{Cov}(r_a, r_b)}{\sigma(r_a)\sigma(r_b)}$$

$\rho(r_a, r_b)$ = Korrelationskoeffizient von Rendite Aktie A und Rendite Aktie B

$\text{Cov}(r_a, r_b)$ = Kovarianz von Rendite Aktie A und Rendite Aktie B

$\sigma(r_a)$ = Standardabweichung von Rendite Aktie A

$\sigma(r_b)$ = Standardabweichung von Rendite Aktie B

Die Korrelation beschreibt die gemeinsame Entwicklung der stetigen Renditen, welche zuvor aus den Aktienkursen gewonnen wurden, über den von der Zeitreihe erfassten Zeitraum. Ist die Korrelation hoch, haben sich beide, über den Zeitraum gesehen, relativ gleichmäßig im Kurs entwickelt. Zwecks Anwendung des Pairs Trading ist eine möglichst hohe Korrelation zwischen den verwendeten Aktien erwünscht. Es werden deshalb im nächsten Schritt die Korrelationen zwischen allen in der Zeitreihe vorhandenen Aktien berechnet.

Nach der Berechnung der Korrelation ist es nun erforderlich, die Korrelationen absteigend zu sortieren. Da eine einfache Beurteilung durch bloßes Erfassen der Matrix bei einem Umfang von 755 bis 1285 Aktien nicht möglich ist, benötigt man zwecks Sortierung der Datenmenge hierzu einen Automatismus.

Nachdem nun die optimalen Aktienpaare bestimmt sind, müssen diese nun nach ihrer Volatilität¹²³ beurteilt werden. Volatilität definiert in der Finanzmathematik die Streuung der Zeitreihe der berechneten stetigen Renditen einer Aktie um ihren Mittelwert. Sie gibt also den Spielraum aller möglichen positiven als auch negativen zu erwartenden Renditeänderungen eines Finanztitels, basierend auf dem zuvor mittels des

¹²² Vgl. Vgl. Geyer, Alois, „Grundlagen der Statistik“, Unterlagen für den ÖVFA Lehrgang, Institut für Operations Research, Wirtschaftsuniversität Wien, 2007, p. 36 - 40

¹²³ Vgl. Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, „Statistik, Ökonometrie, Optimierung“, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001, p. 123 - 130

Erwartungswertes berechneten Mittelwert, wieder. Jedoch trifft sie keine Aussage bezüglich der zukünftigen positiven oder negativen Richtung der Renditeentwicklung. Mathematisch wird die historische Volatilität durch die Berechnung der Standardabweichung ermittelt.

$$\sigma_{ra} = \sqrt{\text{Var}_{ra}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1} (r_{ai} - \mu_a)^2}$$

μ_a = Mittelwert der Rendite von Aktie A

r_{ai} = i-te stetige Rendite von Aktie A

n = Anzahl der berechneten stetigen Renditen

Je nach Dauer des beobachteten Zeitraumes muss die Standardabweichung noch auf das Jahr hochgerechnet werden um die jährliche Volatilität zu erhalten. Da in dem verwendeten Modell der Beobachtungszeitraum ein Jahr beträgt, entspricht die so berechnete Standardabweichung der annualisierten Volatilität, und eine weitere Umformung ist in diesem Fall nicht mehr notwendig.

Die Volatilität der einzelnen Wertpapiere bestimmt die Position innerhalb der Modelldefinition der gefundenen Paare. Die volatilere Aktie wird dabei immer zuerst genannt. Dies hat vor allem bei der späteren Betrachtung bezüglich der Kauf- und Verkaufsentscheidung des Spread Differential eine entscheidende Bedeutung.

Da nun die Reihenfolge innerhalb der gefundenen Paare bestimmt ist, muss als nächstes das Spread Differential berechnet werden. Das Spread Differential ist wie im Unterkapitel 2.8 erwähnt und bei Verwendung der Distanzmethode die quadrierte Differenz der stetigen Renditen von Aktie A minus Aktie B.¹²⁴

$$\text{diff}_t = (y_{at} - y_{bt})^2$$

diff_t = Differenz stetige Renditen zum Zeitpunkt t

y_{it} = stetige Rendite i-te Aktie zum Zeitpunkt t

Es wird also unter Zuhilfenahme der vorhandenen Zeitreihen die Differenz zwischen beiden Renditen ermittelt, ohne dabei auf die einzelnen Gewinne oder Verluste der dabei betrachteten Wertpapiere näher einzugehen. Es entsteht also eine neue virtuelle stetige Rendite für das fiktive Kombinationswertpapier. Nun wird aus der so

¹²⁴ Vgl. Vgl. Do, Binh, Faff, Robert, Hamza, Kais, "A New Approach to Modeling and Estimation for Pairs Trading", Monash University, May 29, 2006, p. 3 - 4

gewonnenen neuen Zeitreihe an Daten der Mittelwert und die Volatilität für den Spread Differential neu berechnet.

$$\mu_{\text{DIFF}} = \frac{1}{n} \sum_n \text{diff}_n$$

μ_{DIFF} = Mittelwert der quadrierten Differenzen

$$\text{VAR}_{\text{DIFF}} = \frac{1}{n-1} \sum_n (\text{diff}_n - \mu_{\text{DIFF}})^2$$

VAR_{DIFF} = Varianz der quadrierten Differenzen

$$\sigma_{\text{DIFF}} = \sqrt{\text{VAR}_{\text{DIFF}}}$$

σ_{DIFF} = Standardabweichung der quadrierten Differenzen

Mit der Erstellung des Spread Differential und der Berechnung der Volatilität erreicht man den Punkt, über die Kaufs- und Verkaufsentscheidung der im Paar enthaltenen Aktien nachzudenken. Dabei ist die Position der einzelnen Aktien, in der Betrachtung als Paar von Bedeutung.¹²⁵ Doch zuerst muss auf das entscheidende Kriterium für die Beurteilung der Durchführung des Handels eingegangen werden. Dabei wird das Spread Differential nun wie ein eigenes Wertpapier betrachtet.

Unter der Annahme einer annähernden Normalverteilung der stetigen Renditen sollten sich alle zukünftigen Spread Differential Werte, innerhalb einer gewissen erwarteten Schwankungsbreite, um den Mittelwert der zuvor berechneten Zeitreihe befinden. Für die Entscheidung zur Durchführung des Pairs Trading ist also eine Verletzung dieser, durch die berechnete Volatilität des Spread Differential, gegebenen Schwankungsbreite notwendig.¹²⁶

Hinsichtlich der zur Durchführung des Handels benötigten Schwankungsbreite finden wir unterschiedliche Auffassungen in der Literatur. Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst empfehlen in ihrer Arbeit¹²⁷, wie in Abbildung 14 graphisch dargestellt, die Verwendung der zweifachen Standardabweichung nach

¹²⁵ Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 80 – 86

Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 6 - 10

¹²⁶ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 7 - 8

¹²⁷ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 7

oben ($\mu_t + 2\sigma$) und unten ($\mu_t - 2\sigma$) in Bezug auf den Mittelwert, obwohl Sie selbst die Vermutung äußern, dass es dadurch manchmal in der Realität passieren könnte, nicht die Transaktionskosten abzudecken, selbst wenn sich der Spread Differential dem Mittelwert wieder annähert. Genau auf dieses Argument setzt jedoch auch Mark Whistler in seinem Buch¹²⁸ und empfiehlt daher eine dreifache Standardabweichung nach oben ($\mu_t + 3\sigma$) und nach unten ($\mu_t - 3\sigma$) vom Mittelwert.

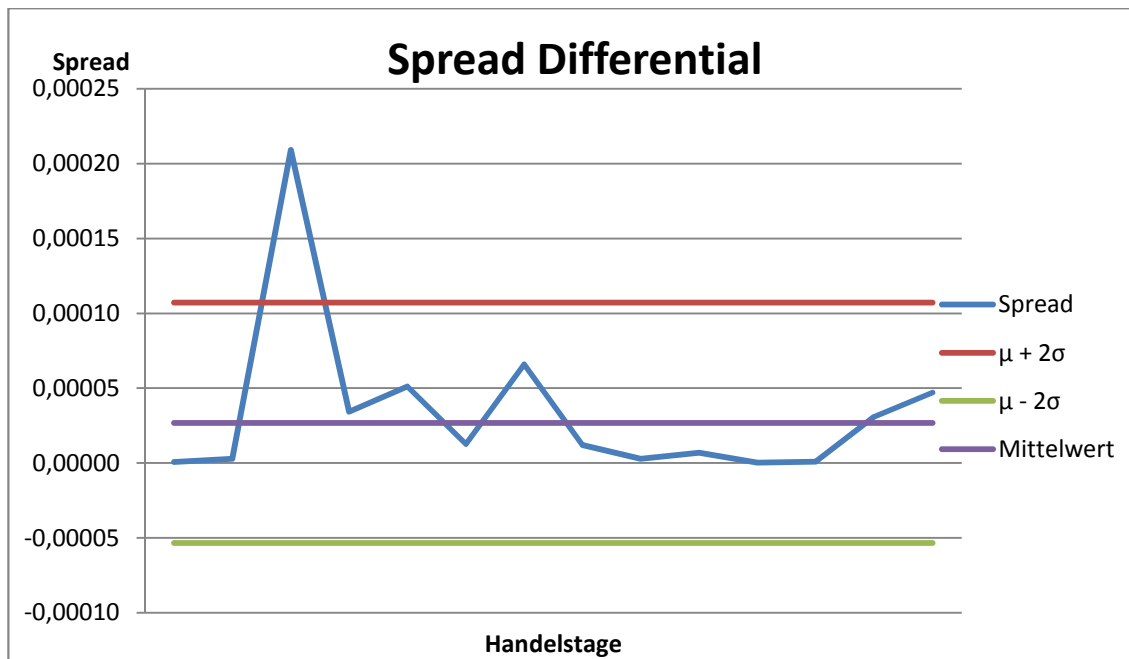


Abbildung 14 - Spread Differential in der Kaufs- und Verkaufsentscheidung

Zuzüglich des Kriteriums der unterschiedlichen Liquiditätsbeurteilung beider Arbeiten wird daher das Modell ohne Handelskosten zweimal berechnet. Für den vorliegenden Entscheidungsprozess wird jedoch eine zweifache Standardabweichung vom Mittelwert als ausreichend angesehen.

Kommt es also nun zu einer solchen Verletzung der Schwankungsbreite des Spread Differentials, im Verlauf der zu untersuchenden Zeitreihe, ist der Zeitpunkt zur Handelsdurchführung gekommen. Als nächstes erfolgt die Entscheidung, welche Aktie des Paares in diesem Fall zu kaufen beziehungsweise zu verkaufen ist. Damit erhält wieder die Position der einzelnen Aktien im Paarbildungsprozess, die zuvor mittels der jeweils pro Aktie errechneten Volatilität bestimmt wurde, die entscheidende Bedeutung.

¹²⁸ Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 95 -97

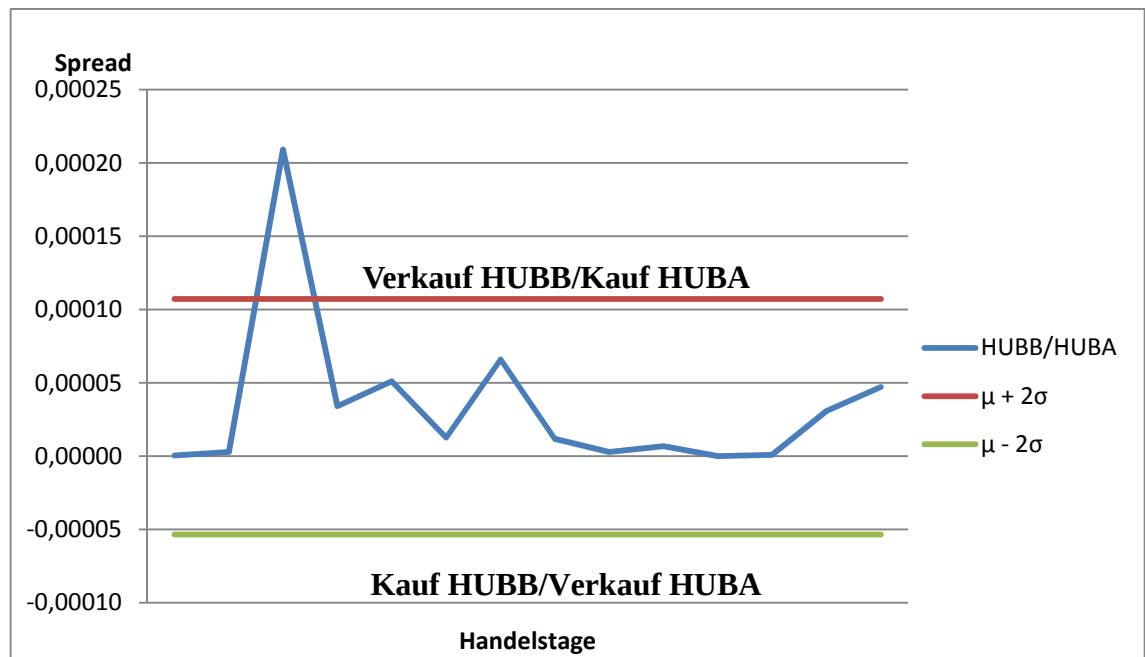


Abbildung 15 – Wann wird welche Aktie gekauft und verkauft

Abbildung 15 präsentiert, die Kauf- und Verkaufsentscheidungen hinsichtlich eines Aktienpaares. Da die Aktie mit der höheren Volatilität zuerst gereiht wird, spricht man, bei einer Unterschreitung des Mittelwertes des Spread Differentials um mehr als das zweifache der Standardabweichung, von einer Kaufsituation. Kommt es zu einer Überschreitung des Mittelwertes des Spread Differentials, um mehr als das zweifache der Standardabweichung, handelt es sich um eine Verkaufssituation.

In einer Kaufsituation wird daher die Aktie mit der höheren Volatilität gekauft und ein Leerverkauf der zweiten Aktie durchgeführt. Umgekehrt wird bei einer Verkaufssituation die Aktie mit der höheren Volatilität leerverkauft und die zweite Aktie gekauft. Erreicht der Spread Differential wieder die zuvor bestimmte Standardabweichung um den Mittelwert, wird das Geschäft wieder aufgelöst. Die entsprechenden Gewinne und Verluste werden anhand der dabei erzielten Werte von Aktie A und Aktie B berechnet.

Nun fehlt noch das benötigte Verhältnis, in welchem die Aktien gekauft beziehungsweise verkauft werden müssen. In den vorliegenden Studien wurde dafür jeweils das Spread Ratio verwendet oder die Aktien einfach in einem Verhältnis von eins zu eins gehandelt. Bei Verwendung dieser Methoden lassen sich jedoch nicht die erwünschten marktneutralen Aktienportfolios bilden.

Um dies zu erreichen, müssen die Betawerte beider Aktien berechnet werden.¹²⁹ Die benötigten Betawerte lassen sich anhand der Portfoliotheorie und der bekannten Daten aus der Zeitreihenanalyse ganz leicht ermitteln.

Für beide Aktien gilt:

$$r_a = \beta_a r_m + \theta_a$$

$$r_b = \beta_b r_m + \theta_b$$

Dank der Zeitreihenanalyse sind die erwartete Marktrendite und die erwarteten Renditen für Aktie A und Aktie B bekannt. Die übereinstimmende Meinung bezüglich der längerfristigen Entwicklung des idiosynkratischen Risikos geht von einem Wert von Null aus.

Dadurch erhält man für das Beta von Aktie A und das Beta von Aktie B folgende Formeln:

$$\beta_a = \frac{r_a}{r_m}$$

$$\beta_b = \frac{r_b}{r_m}$$

Nachdem beide Betawerte berechnet wurden, bestimmt man die Anzahl der Aktien A die im Gegenzug für eine Aktie B gekauft bzw. verkauft werden muss.

$$x_a = \frac{\beta_b}{\beta_a} = \frac{\frac{r_b}{r_m}}{\frac{r_a}{r_m}} = \frac{r_m r_b}{r_m r_a} = \frac{r_b}{r_a}$$

Diese Vorgehensweise ermöglicht die erwünschte Erstellung eines marktneutralen Aktienportfolios, und damit die Durchführung einer marktneutralen Handelsstrategie. Es wird zwar nicht möglich sein, aufgrund der Standardisierung im Aktienhandel bezüglich der gehandelten Stückzahlen, eine perfekte marktneutrale Strategie zu verfolgen, jedoch ist es möglich, sich dem Wert anzunähern. Mit dem besprochenen Ablauf ist es nun möglich, die Pairs Trading Theorie anzuwenden.

¹²⁹ Vgl. Vidyamurthy, Ganapathy, "Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p.6

3 Modellerstellung und Auswahl des Kapitalmarkt

Zur Überprüfung der Pairs Trading Theorie wurde der New York Stock Exchange Composite Index gewählt.¹³⁰ Er enthält alle an der New Yorker Börse gelisteten Unternehmen und wird vom 2007, durch eine Fusion von Euronext und New York Stock Exchange, entstandenen transatlantischen Börsenbetreiber NYSE Euronext veröffentlicht. Neben der New York Stock Exchange betreibt NYSE Euronext auch noch die Börsen von Amsterdam, Brüssel, Lissabon, Paris, den Terminmarkt in London, die NYSE Amex und die NYSE Arca in Chicago und San Francisco.¹³¹ Der NYSE Composite Index¹³² wurde am 31. Dezember 1965, mit einer Indexbasis von 50 Punkten, von der New Yorker Börse erstellt um einen umfassenden Performanceüberblick aller an der Börse gehandelter Titel zu ermöglichen. Anfang 2003 erfolgte eine Neuberechnung des Aktienindex mit einer Festlegung der Indexbasis von 5.000 Punkten für den 31. Dezember 2002. Durch die vorgenommenen Änderungen wurde der NYSE Composite Index bis zum 31. Dezember 1965, anhand der neuen Methode, zurückberechnet. Der erste Schlussstand lag aufgrund der Neuberechnung daher bei 528,69 Punkten.

Heute repräsentiert der New York Stock Exchange Composite Index insgesamt 77 % der Marktkapitalisierung aller an amerikanischen Börsen vertretenen US Unternehmen und insgesamt 61 % der Marktkapitalisierung aller weltweit vorhandenen Kapitalgesellschaften.¹³³ Die Marktkapitalisierung aller gelisteten Unternehmen betrug im Jahre 2009 insgesamt 14,9 Billionen US-Dollar.

Der Index wird, bereinigt um Erträge aus Bezugsrechten und Sonderzahlungen, ausschließlich anhand der Aktienkurse der Unternehmen ermittelt. Die Gewichtung der einzelnen Aktien im Index erfolgt anhand ihrer Marktkapitalisierung. Insgesamt umfasst der NYSE Composite Index an die 1500 amerikanische Aktiengesellschaften und zusätzlich noch ungefähr 330 weitere weltweit existierende Aktiengesellschaften. Dadurch sind Aktien aus 38 Staaten im NYSE Composite Index vertreten.

Dank dieser Eigenschaften bietet der NYSE Composite Index deshalb eine ausgezeichnete Möglichkeit der Marktdiversifikation und ist ein nützlicher Maßstab für Investoren um die weltweite Wirtschaftsentwicklung anhand eines einzelnen Index zu

¹³⁰ Vgl. Freie Autoren, „New York Stock Exchange“, [“http://de.wikipedia.org”](http://de.wikipedia.org), Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Dezember 2010

Vgl. Aninos Jr., Nicholas L., „NYSE Composite Index“, NYSE Euronext, 2009

¹³¹ Vgl. Freie Autoren, „NYSE Euronext“, [“http://de.wikipedia.org”](http://de.wikipedia.org), Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Dezember 2010

¹³² Vgl. Freie Autoren, „NYSE Composite“, [“http://de.wikipedia.org”](http://de.wikipedia.org), Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Dezember 2010

¹³³ Vgl NYSE Group, „NYSE Composite Index®“, NYSE Group, Inc., 2006

messen. Sein bisheriges Allzeithoch erzielte der NYSE Composite Index am 12. Oktober 2007 als er auf einen Schlusstand von 10.301,49 Punkten stieg. Im Verlauf der internationalen Finanzkrise brach der Index jedoch ein und fiel durch die Turbulenzen bis zum 9. März 2009 auf 4.226,31 Punkte. Seit damals konnte sich der Index wieder erholen und erreichte Ende 2010 wieder 7.964,02 Punkte.

Unter Zuhilfenahme der Yahoo Finance Website¹³⁴ konnten insgesamt 1.824 gelistete Aktienunternehmen für den NYSE Composite Index ermittelt werden. Davon wiesen 1.335 Unternehmen eine für die Studie benötigte durchgehende Zeitreihe vom 1. Jänner 2003 bis 31. Dezember 2008 auf. In der vorliegenden Arbeit werden für die gewonnen Aktientitel nur die vorhandenen Kurzbezeichnungen der New York Stock Exchange verwendet. Unter diesen Kurzbezeichnungen können die einzelnen Aktientitel auch direkt auf der Yahoo Finance Website aufgerufen werden.

Ziel der Diplomarbeit ist es nun, die Daten so aufzubereiten, dass nach einer Bewertungsphase von jeweils einem Jahr, eine Handelssimulation von sechs Monaten durchgeführt wird. Danach erfolgt wieder eine Bewertungsphase der einzelnen Aktientitel unter Verwendung der ein Jahr zurückreichenden Daten der Aktienzeitreihen. Schlussendlich umfasst das Grundmodell zehn Bewertungsphasen und zehn Handelssimulationen.

Da es in der vorliegenden Literatur, bezüglich der Aufbereitung des Datenmaterials und der dadurch zur Verfügung stehenden Menge an Aktienzeitreihen, zu unterschiedliche Betrachtungsweisen zwischen dem Team um Evan G. Gatev¹³⁵ und Mark Whistler kommt, erfolgt die Erstellung des Ausgangsmodells einmal zu den Bedingungen von Evan G. Gatev, dessen Grundbedingung täglicher Handel ist, und einmal nach den Bedingungen von Mark Whistler¹³⁶ der von einem notwendigen Handelsminimum größer als 200.000 Aktien pro Tag ausgeht.

Insgesamt sollen folgende Modelle, aufgrund der so gewonnenen Daten, erstellt und simuliert werden:

- Pairs Trading Modell nach Modellansatz von Evan G. Gatev ohne Handelskosten
- Pairs Trading Modell nach Modellansatz von Mark Whistler ohne Handelskosten

¹³⁴ "<http://de.finance.yahoo.com/q?s=^NYA&ql=0>" Yahoo! Deutschland GmbH

¹³⁵ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 6

¹³⁶ Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 10

- Pairs Trading Modell unter Zuhilfenahme der Mean Reverse Theorie, zwecks Überprüfung der Mean Revers Kritik am Pairs Trading, nach Modellansatz von Evan G. Gatev ohne Handelskosten.
- Pairs Trading Modell nach Modellansatz von Evan G. Gatev mit Handelskosten

Die so gewonnenen Daten ermöglichen einen direkten Vergleich der Resultate zwischen den Modelansätzen von Evan G. Gatev und Mark Whistler. Desweiteren ermöglichen die berechneten Daten auch eine Überprüfung der Mean Reverse Kritik am Pairs Trading Modell und schlussendlich der Modellansatz von Evan G. Gatev mit Handelskosten den direkten Vergleich hinsichtlich der profitablen Anwendung der Theorie gegenüber einem existierenden NYSE Composite Index Fond der durch iShares verwaltet wird.¹³⁷

Für den Modellansatz nach Evan G. Gatev und Mark Whistler werden jeweils zwei Portfolios erstellt. Das erste Portfolio enthält die nach ihrer Korrelation gereihten Top fünf Paare und das zweite Portfolio die Folgeaktien bis zur Position fünfzehn. Für das Modell der zufälligen Aktienausswahl werden, zwecks Überprüfung der Mean Reverse Kritik, fünfzehn Aktientitel zufällig ausgewählt und über den gesamten Modellzeitraum berechnet. Bei diesem Modell wird auch, entgegen den anderen Modellen, nicht der Betafaktor zur Bestimmung der benötigten Kauf- und Verkaufsbewegungen verwendet. Der Anlass dafür ist simpel:

Da die Korrelation als Kriterium für die Paarauswahl nicht verwendet wird kann es zu einer Paarbildung zweier Aktien kommen, die ein positives und ein negatives Beta kombinieren. Ein gleichzeitig, wie bei der Pairs Trading Methode erwünschter abgestimmter Kauf und Verkauf beider Aktien, zur Erzielung eines marktneutralen Portfolios, ist dadurch nicht immer möglich.

3.1 Modellansatz nach Evan G. Gatev & Co und Mark Whistler

Wie schon zuvor erwähnt konnten insgesamt 1.335 Aktientitel für die Zeitreihenanalyse gewonnen werden. Das Grundkriterium beim Modellansatz nach Evan G. Gatev ist ein täglicher Handel der Aktientitel. Hierbei genügt schon eine gehandelte Aktie pro Tag, um in die Bewertung zu kommen. Wendet man diese Bedingung für die gewonnenen Zeitreihen an erhält man pro Betrachtungszeitraum, siehe Abbildung 16 folgende Zahlen an verfügbaren Aktientitel pro Bewertungszeitraum:

¹³⁷Vgl. "http://us.ishares.com/product_info/fund/overview/NYC.htm" iShares

Bewertungszeitraum	Verfügbare Aktientitel
31.12.2003	1.235 Aktien
30.6.2004	1.262 Aktien
31.12.2004	1.322 Aktien
30.6.2005	1.265 Aktien
31.12.2005	1.279 Aktien
30.6.2006	1.283 Aktien
31.12.2006	1.285 Aktien
30.6.2007	1.290 Aktien
31.12.2007	1.302 Aktien
30.6.2008	1.302 Aktien

Abbildung 16 - Aktientitel pro Bewertungszeitraum, Modellansatz Evan G. Gatev

Bewertungszeitraum	Verfügbare Aktientitel
31.12.2003	755 Aktien
30.6.2004	838 Aktien
31.12.2004	863 Aktien
30.6.2005	890 Aktien
31.12.2005	927 Aktien
30.6.2006	981 Aktien
31.12.2006	1.000 Aktien
30.6.2007	1.021 Aktien
31.12.2007	1.070 Aktien
30.6.2008	1.099 Aktien

Abbildung 17 - Aktientitel pro Bewertungszeitraum, Modellansatz Mark Whistler

Beim Modellansatz nach Mark Whistler ergab sich, aufgrund der Ausgangsbedingung von einem Handelsminimum von mehr als 200.000 Aktien, eine geringere verfügbare Anzahl an Aktientitel, siehe Abbildung 17, um das Modell zu testen.

Bemerkenswerterweise ist bei beiden Modellansätzen ein Anstieg der verfügbaren Aktientitel festzustellen. Beträgt der Anstieg beim Modellansatz nach Evan G. Gatev noch moderate 5,43 %, wächst er beim Modellansatz nach Mark Whistler um 45,56 % an. Beides deutet auf einen zunehmenden täglichen Aktienhandel mit immer größeren Handelsumsätzen hin.

Als nächstes mussten für jeden Bewertungszeitraum die Korrelationen der einzelnen Aktien untereinander berechnet werden und danach der Größe der Korrelation folgend absteigend sortiert werden. Durch diesen Schritt konnten nun für jedes Modell die erwünschten Aktienpaare ermittelt werden.

Die zwei folgenden Abbildungen geben, jeweils für den Bewertungszeitraum 31.12.2003, die Aktienpaare nach dem Ansatz von Evan G. Gatev, siehe Abbildung 18, und Mark Whistler, siehe Abbildung 19, wieder. Eine komplette Liste beider Ansätze, die den gesamten Bewertungszeitraum umfasst, befindet sich aufgrund der Datenmenge jeweils in Anhang B und Anhang C.

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2003	KVA/KVB	0,99949246	PHM/SPF	0,99145413
	BRKA/BRKB	0,99938097	DHI/SPF	0,99130978
	HUBA/HUBB	0,99723894	FRT/SPG	0,99124301
	HEI/HEIA	0,99514884	DHI/TOL	0,99105756
	AI/VTR	0,99214613	DHI/HOV	0,99070025
			HOV/TOL	0,99045378
			BBX/SI	0,99001892
			LNT/NU	0,98950655
			BGG/CBU	0,98912239
			AI/PLT	0,98898692

Abbildung 18 - Pairs Trading Paare nach Modellansatz Evan G. Gatev

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2003	PHM/SPF	0,99145413	HOV/TOL	0,99045378
	DHI/SPF	0,99130978	LNT/NU	0,98950655
	FRT/SPG	0,99124301	ETN/SI	0,98849017
	DHI/TOL	0,99105756	BKS/FO	0,9881758
	DHI/HOV	0,99070025	MDC/SPF	0,98814432
			CPT/SI	0,98740031
			SPF/TOL	0,98735662
			ETN/PHG	0,98714141
			AVA/PLT	0,98703935
			BPO/CPT	0,98691632

Abbildung 19 - Pairs Trading Paare nach Modellansatz Mark Whistler

Bei der Erstellung des zufällig zusammengestellten Aktienportfolios, siehe Abbildung 20, wurde wie beim Modellansatz nach Evan G. Gatev darauf geachtet, auch eine durchgehende Handelstätigkeit zu haben. Die Korrelation der einzelnen Paare untereinander spielte jedoch bei der Auswahl keine Rolle.

Bewertungszeitraum	15 Paare	
31.12.2003 bis 30.6.2008	OI/WDC	SLE/UHS
	ITG/NX	ACI/EP
	EP/SFI	TEX/UN
	AIB/NLY	ACE/ITG
	BHE/SRZ	AIB/HES
	EOG/IRM	OII/VTR
	ALU/SON	BG/T
	ARG/TLB	

Abbildung 20 - Pairs Trading Paare zur Überprüfung der Mean Reverse Kritik

Dadurch konnten für alle Bewertungszeiträume die gleichen Aktienpaare gewählt werden, wodurch zumindest die Datenaufbereitung für dieses Modell erleichtert wurde.

Somit fehlt nur noch die Ermittlung der durchschnittlichen Handelskosten, um alle zuvor definierten Modelle, berechnen zu können.

3.2 Modell zur Berechnung der durchschnittlichen Handelskosten

Zur Simulation der durchschnittlichen Handelskosten wurde auf Onlinebroker und ihre Transfergebühren zurückgegriffen. Folgende zwei Annahmen führten zu dieser Entscheidung:

- Die Transferkosten sind leicht ersichtlich.
- Aufgrund des geringen Beratungs- und Infrastrukturaufwandes sollte diese Handelsmethode die geringsten Transferkosten bieten.

Das führte jedoch auch zu neuen Problemen die zu lösen waren. Einerseits weisen viele sehr kostengünstige Anbieter nicht alle Kosten auf Ihrer Homepage aus, bei vielen verstecken sich zusätzliche Gebühren im Kleingedruckten, andererseits sinken die Handelskosten bei größeren Investitionen. MaxBlue, ein Tochterunternehmen der Deutschen Bank, sowie auch einer der größten amerikanischen Onlinebroker eTrade schieden, wie viele andere aufgrund nicht vollständig vorhandener Kostenangaben, dadurch für eine weitere Analyse aus.

Handelskosten	10.000 Euro	%	50.000 Euro	%	100.000 Euro	%
Brokerjet	26,99000	0,26990	96,99000	0,19398	171,99000	0,17199
Direktanlage	36,45000	0,36450	121,45000	0,24290	208,95000	0,20895
Bankdirekt	44,50000	0,44500	202,50000	0,40500	375,00000	0,37500
Easybank	47,00000	0,47000	137,00000	0,27400	257,00000	0,25700
Onvista	22,00056	0,22001	110,00280	0,22001	220,00560	0,22001
Cortal Consor	25,00000	0,25000	125,00000	0,25000	250,00000	0,25000
TD Waterhouse	50,38400	0,50384	134,60800	0,26922	239,88800	0,23989
Postfinance	37,60500	0,37605	135,37800	0,27076	203,06700	0,20307
e-sider	26,32350	0,26324	125,00000	0,25000	250,00000	0,25000
Swissquote	37,60500	0,37605	131,61750	0,26324	188,02500	0,18803
Comdirect	42,20000	0,42200	80,10000	0,16020	80,10000	0,08010
Mittelwert		0,36005		0,25448		0,22218
Durchschnittliche Handelskosten pro Transaktion						0,27891

Abbildung 21 – Durchschnittliche Handelskosten pro Transaktion

Jedoch konnten vor allem im deutschsprachigen Raum ausreichend gute Angaben gefunden werden. Ein Umstand der wohl dem besseren Konsumentenschutz im deutschsprachigen Raum zugeschrieben werden kann. Um das Problem der sinkenden Transferkosten bei steigender Investitionsgröße zu lösen, wurden jeweils die Transferkosten von drei in ihrer Größe zunehmenden Investitionen berechnet. Aufgrund dieser Ergebnisse sollte schlussendlich der Mittelwert der Transaktionskosten ermittelt werden. Die den Kalkulationen zugrunde liegenden Daten in Abbildung 21 wurden mit 30.12.2010 erhoben.

Man erhält dadurch durchschnittliche gerundete Handelskosten von 0,279 Prozent pro Transfer. Diese Kosten fallen bei jeder Kaufs- und Verkaufsentscheidung an. Bei einem Pairs Trading Vorgang ist daher mit 0,558 Prozent Handelskosten pro Aktion zu rechnen. Somit sind alle benötigten Daten erhoben um sich nun der Modellauswertung zu widmen.

4 Datenanalyse

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Auswertung der erstellten Zeitreihenmodelle. Da es beim Verfahren des Pairs Trading zu mehreren Kauf- und Verkaufsentscheidungen innerhalb des Beobachtungszeitraumes kommen kann, und damit auch zu mehreren Cash Flows, erfolgt die Auswertung nach folgendem Schema: Für jeden positiven als auch negativen Cash Flow wird während der Zeitreihe der Prozentsatz des Gewinnes oder Verlustes berechnet. Dieser Prozentwert wird am Ende der Zeitreihe für jedes Pairs Trading Paar innerhalb des Portfolios aufsummiert und, unter Zuhilfenahme des Mittelwertes, schlussendlich der positive oder negative Gewinn des Gesamtportfolios berechnet.

Die Ermittlung dieses Mittelwertes erfolgt hierbei unter der Annahme einer für alle Paare innerhalb des Aktienportfolios gleichverteilten und beschränkt zur Verfügung stehenden Kapitalmenge. Durch diese Bedingung werden auch Aktienpaare, die keinen Handel innerhalb der beobachteten Zeitreihe vollzogen haben, für die Berechnung des Mittelwertes einbezogen. Da für beide Pairs Trading Modellansätze jeweils zwei Portfolios berechnet werden wird zusätzlich, zwecks Gesamtgewinnermittlung des jeweiligen Modellansatzes, folgende Annahme getroffen: Beide Modelle verfügen über 50 Prozent der zur Verfügung stehenden beschränkten Kapitalmenge. Dadurch ergibt sich der Gesamtgewinn eines Modellansatzes aus dem Mittelwert beider Portfolios.

In diesem Punkt unterscheidet sich die Datenauswertung innerhalb dieser Studie von der Berechnungsmethode der Portfoliogewinne bezüglich der Studie von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst. Sie treffen in ihrer Studie folgenden Modellansatz dafür:

„We calculate the excess return on employed capital as the sum of the pair payoffs divided by the number of pairs that actually open during the trading period. For example, if only one pair trades in the top 5 portfolio, then the excess return on employed capital would be five times the excess return on committed capital.“¹³⁸

Unter diesem Modellansatz würden Aktienpaare, die in der beobachteten Zeitreihe keinen Handel durchführen und damit einen Gewinn von Null Prozent erzielen, schlussendlich nicht für die Gewinnermittlung des Gesamtportfolios berücksichtigt werden. Um eine Vergleichsmöglichkeit beider Studien zu ermöglichen wurde deshalb zusätzlich der Gewinn beziehungsweise der Verlust der Pairs Trading Portfolios auch nach ihrem Modellansatz berechnet.

Die weitere Vorgehensweise in diesem Kapitel ist wie folgt. Zuerst wird das Pairs Trading Modell anhand des Modellansatzes von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann

¹³⁸ Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, “Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule”, National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 9

und K. Geert Rouwenhorst besprochen.¹³⁹ Danach erfolgt die Modellauswertung anhand des Modellansatz von Mark Whistler¹⁴⁰ um darauffolgend die Ergebnisse beider Modelle zu vergleichen. Im Anschluss wird der Modellansatz von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst mit dem Mean Reverse Ansatz, welcher auf die zufällige Auswahl zweier Aktien bei der Paarbildung beruht, verglichen. Schlussendlich wird noch das Modell von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst mit realen Handelskosten berechnet und ausgewertet, um es einer einfachen Investition in einen NYSE Composite Index Fond gegenüberzustellen.

4.1 Auswertung Modellansatz Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst

Dieses Modell zeichnet sich durch folgende Bedingungen aus. Die verwendeten Aktien müssen als erste Bedingung täglichen Handel aufweisen. Dadurch ergibt sich für den beobachteten Zeitraum der Studie eine Auswahlmenge zwischen 1.235 und 1.302 Aktien, die für eine Paarbildung in Frage kommen. Die zweite Bedingung ist die Verwendung der zweifachen Standardabweichung als Ober- und Untergrenze um einen Kauf beziehungsweise Verkauf zu initialisieren.

Innerhalb der Modellsimulation wurden pro Betrachtungszeitraum zwei Portfolios berechnet. Das erste Portfolio umfasst, jeweils für den Beobachtungszeitraum, die fünf bestkorrelierten Aktienpaare. Im zweiten Portfolio befinden sich, darauf anschließend die sechs bis fünfzehntbesten Aktienpaare des jeweiligen Beobachtungszeitraumes.

Insgesamt ergeben sich für den gesamten Beobachtungszeitraum von Portfolio 1, siehe hierzu auch Abbildung 22, fünf positive als auch fünf negative Bewertungszeiträume.

Der Gewinn fällt positiv aus und erreicht im Schnitt 6,064 Prozent. Außergewöhnlich ist in diesem Fall, als auch für alle weiteren Portfolios der folgenden Modelle, der Gewinnanstieg in den letzten beiden Bewertungszeiträumen des Jahres 2008. Auf dieses Phänomen wird im Anschluss der Auswertung der einzelnen Modelle in Kapitel 4.5 näher eingegangen. Wird der Gewinn nach Gatev, Goetzmann und Rouwenhorst¹⁴¹ berechnet, ergibt sich ein Gewinn von 5,651 Prozent.

¹³⁹ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 6 - 7

¹⁴⁰ Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 10

Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 95 - 97

¹⁴¹ Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999, p. 9

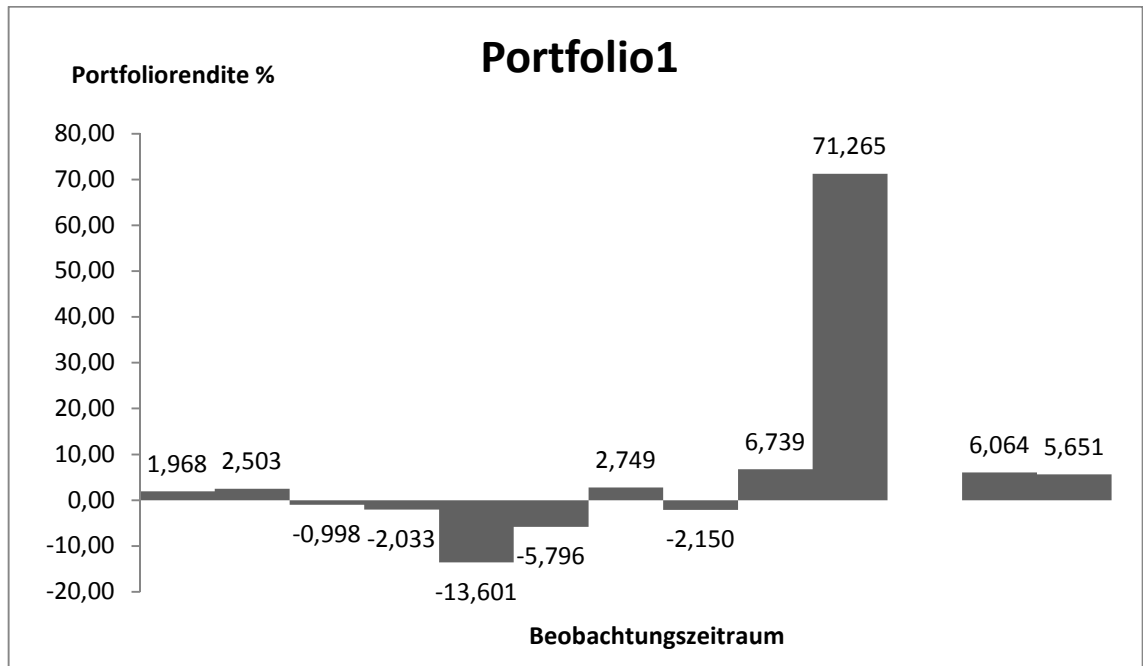


Abbildung 22 – Portfolio 1, Modell Evan G. Gatev et al.

Das in Abbildung 23 dargestellte zweite Portfolio erzielt sechs positive und vier negative Bewertungszeiträume. Der durchschnittliche Gewinn fällt wie bei Portfolio 1 positiv aus und erreicht 6,156 Prozent. Nach Gatev, Goetzmann und Rouwenhorst erreicht das Portfolio sogar 7,965 Prozent.

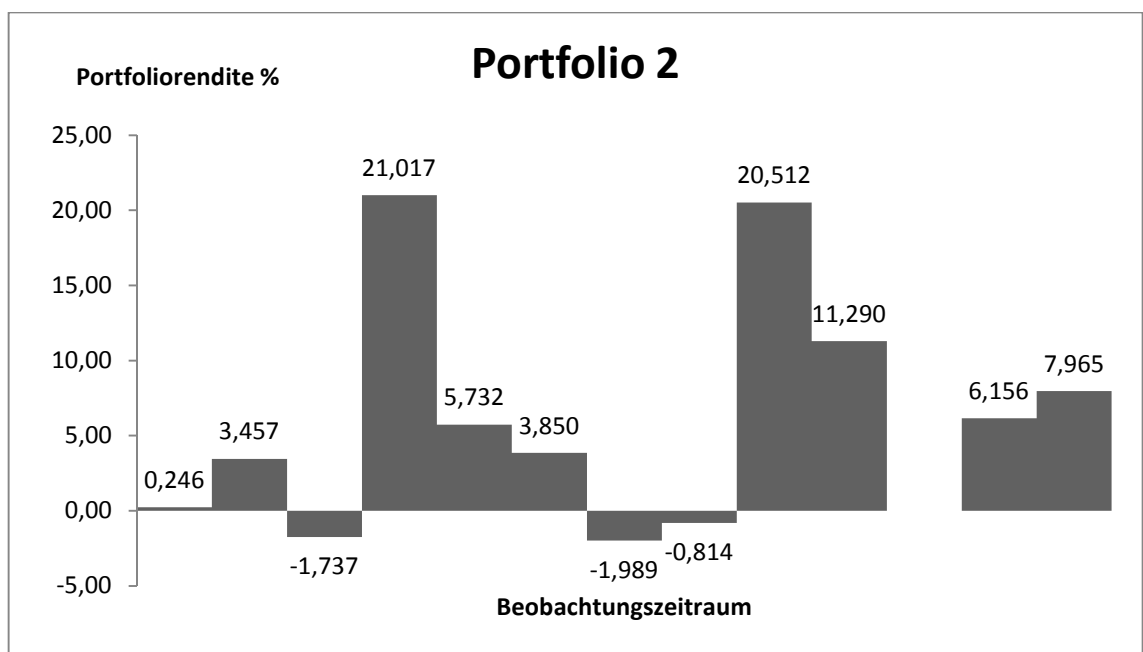


Abbildung 23 - Portfolio 2, Modell Evan G. Gatev et al.

Wie bei Portfolio 1 fällt auch bei Portfolio 2, wenn auch nicht so deutlich ausgeprägt, der gestiegene Gewinn im Zeitraum des Jahres 2008 auf. Berechnet man den Gesamtgewinn beider Portfolios, siehe hierzu auch Abbildung 26, erzielt das so entstandene Gesamtportfolio 6,11 Prozent beziehungsweise 6,808 Prozent. Beide positiven Portfolioergebnisse bestätigen damit die Forschungsergebnisse von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst, welche auch in ihrer Arbeit eine positive Möglichkeit der Anwendung der Pairs Trading Theorie feststellten. Als nächstes erfolgt die Auswertung der Zeitreihe nach dem Modellansatz von Mark Whistler¹⁴² um die zwei unterschiedlichen Modellansätze zu vergleichen.

4.2 Auswertung Modellansatz Mark Whistler und Vergleich mit Modellansatz von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst

Der Modellansatz nach Mark Whistler trifft unterschiedliche Bedingungen bezüglich der verfügbaren Aktienmenge und der Kauf- beziehungsweise Verkaufsentscheidung. Die erste Bedingung ist ein täglicher Wertpapierhandel von mindestens 200.000 Stück für jedes in Frage kommende Wertpapier. Dadurch ergibt sich für den gesamten beobachteten Zeitraum eine verfügbare Aktienmenge von 755 bis 1.099 Aktien. Die zweite Bedingung ist die Verwendung der dreifachen Standardabweichung, als Ober- und Untergrenze, um einen Kauf beziehungsweise Verkauf zu initialisieren. Auch für dieses Modell wurden, zur leichteren Vergleichbarkeit der Resultate, zwei Portfolios im gleichen Umfang wie im Modellansatz von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst berechnet.

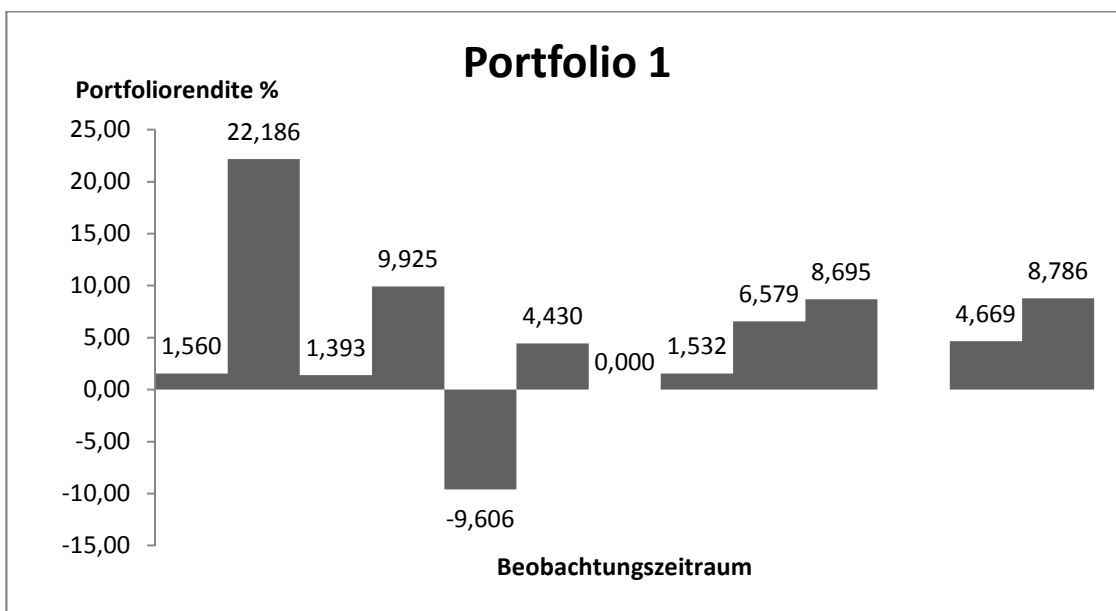


Abbildung 24 - Portfolio 1, Modell Mark Whistler

¹⁴² Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004

Für den gesamten Beobachtungszeitraum von Portfolio 1, siehe Abbildung 24, erhalten wir acht positive, einen neutralen und einen negativen Bewertungszeitraum. Im Vergleich zu Portfolio 1 des ersten Modellansatzes fällt die gleichmäßigere Verteilung der Gewinne über den gesamten Beobachtungszeitraum auf. Aber auch hier ist, zumindest für das Jahr 2008, ein Gewinnanstieg zu bemerken. Im Schnitt erreicht das Portfolio einen Gewinn von 4,669 Prozent. Erfolgt die Gewinnermittlung nach Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst, steigt dieser Wert, aufgrund der Nichteinbeziehung von Aktienpaaren die keinen Handel durchführen, auf 8,786 Prozent an.

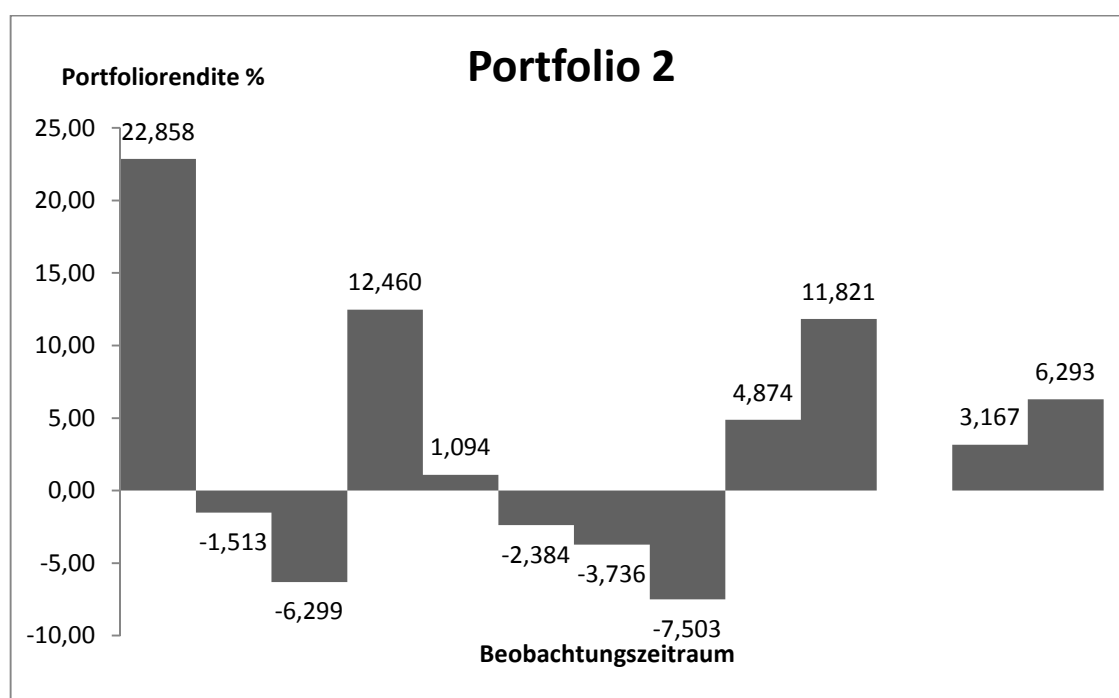


Abbildung 25 - Portfolio 2, Modell Mark Whistler

Der gesamte in Abbildung 25 dargestellte Beobachtungszeitraum von Portfolio 2 weist insgesamt fünf positive als auch fünf negative Bewertungszeiträume auf. Auffallend am Portfolio 2 ist der stark schwankende Gewinn als auch ein wiederfeststellbarer positiver Gewinnverlauf des Jahres 2008.

Der durchschnittliche Gewinn von Portfolio 2 beträgt 3,167 Prozent. Auch bei Portfolio 2 wird durch die Nichteinbeziehung neutraler Aktienpaare ein höherer Gewinn im Ausmaß von 6,293 Prozent erzielt. Das kombinierte Gesamtportfolio beider Portfolios, siehe Abbildung 26, erreicht dabei 3,918 Prozent beziehungsweise 7,539 Prozent.

Auch der Modellansatz nach Mark Whistler liefert zweimal ein positives Portfolioergebnis und bestätigt damit ebenfalls die Forschungsergebnisse von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst bezüglich der positiven Möglichkeit der Anwendung der Pairs Trading Methode.

Um festzustellen welcher der beiden Modellansätze nun das erfolgreichere Modell ist, erfolgt ein Vergleich der Portfoliorenditen und der Gesamtrendite nach beiden Modellansätzen.

	Modellansatz Gatev, Goetzmann, Rouwenhorst		Modellansatz Mark Whistler	
	Berechnungsmodel 1	Berechnungsmodel 2	Berechnungsmodel 1	Berechnungsmodel 2
Portfolio 1	6,064%	5,651%	4,669%	8,786%
Portfolio 2	6,156%	7,965%	3,167%	6,293%
Gesamtportfolio	6,11%	6,808%	3,918%	7,539%

Abbildung 26 – Gesamtübersicht Portfoliogewinn für beide Modellansätze

Aus Abbildung 26 wird ersichtlich, dass beide Modellansätze positive Gewinne erzielen. Jedoch zeigt sich auch, dass der theoretische Modellansatz, welcher von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst verwendet wird, bei den Einzelportfolios und auch beim Gesamtportfolio das bessere Ergebnis liefert. Bei Portfolio 1 wird der Modellansatz von Mark Whistler um 29,878 Prozent übertroffen. Portfolio 2 erzielt einen Mehrertrag von 94,38 Prozent und das Gesamtportfolio zeichnet sich schlussendlich durch einen höheren Gewinn von insgesamt 55,947 Prozent.

Betrachtet man beide Modelle jedoch anhand des zweiten Berechnungsmodell, welches bei der Gewinnermittlung Aktienpaare, die ein neutrales Ergebnis erzielen, nicht mit einbezieht, sieht die Situation jedoch anders aus. Hier würde der Modellansatz nach Mark Whistler bei Portfolio 1 einen Mehrertrag von 55,477 Prozent erbringen. Portfolio 2 würde zwar um 20,992 Prozent schlechter abschneiden doch wäre schlussendlich der Gesamtportfolioertrag um 10,737 Prozent höher.

Da jedoch in diesem Fall von einer begrenzten Kapitalmenge ausgegangen wird, bei der für jedes Aktienpaar der gleiche Betrag reserviert ist und dadurch bei Nichtverwendung eine Rendite von Null Prozent erzielt, überzeugt der theoretische Modellansatz wie er bei Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst verwendet wird. Damit ergibt sich ein optimales Pairs Trading Portfolio unter Verwendung folgender Grundbedingungen bei der Aktienausswahl und Durchführung der Theorie:

- Für die Verwendung in Frage kommende Aktien müssen über täglichen Handel verfügen
- Kauf- und Verkaufsentscheidungen bezüglich des Pairs Trading Paares sollten bei einer Verletzung der zweifachen Standardabweichung durchgeführt werden

4.3 Auswertung Mean Reverse Verfahren und Vergleich mit Modellansatz von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst

Häufig wird die Anwendung des Pairs Trading Modell nur als eine weitere Variante des Mean Reverse Verfahrens kritisiert. Um diese Kritik zu überprüfen wurde auch ein Portfolio nach dem Mean Reverse Verfahren erstellt.

Das Mean Reverse Verfahren geht von einer Überbewertung beziehungsweise Unterbewertung von Aktien aus. Dabei spielt aber die Korrelation zwischen den Aktien für die Auswahl keine Bedeutung. Aufgrund der Bedingung des täglichen Handels ergab sich für die Dauer der gesamten Studie eine Aktienaushwahlmenge zwischen 1.235 und 1.305 Aktien. Auch sollte sich der Gewinn, aufgrund der vorhandenen Theorie¹⁴³, bei Mean Reverse Portfolios über die Dauer des Beobachtungszeitraums erhöhen. Deshalb wurde als Kontrollgruppe ein Portfolio von 15 zufällig ausgewählten Aktienpaaren erstellt und über den gesamten Beobachtungszeitraum nach der Standardabweichungsbedingung des theoretischen Modellansatzes von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst gehandelt.

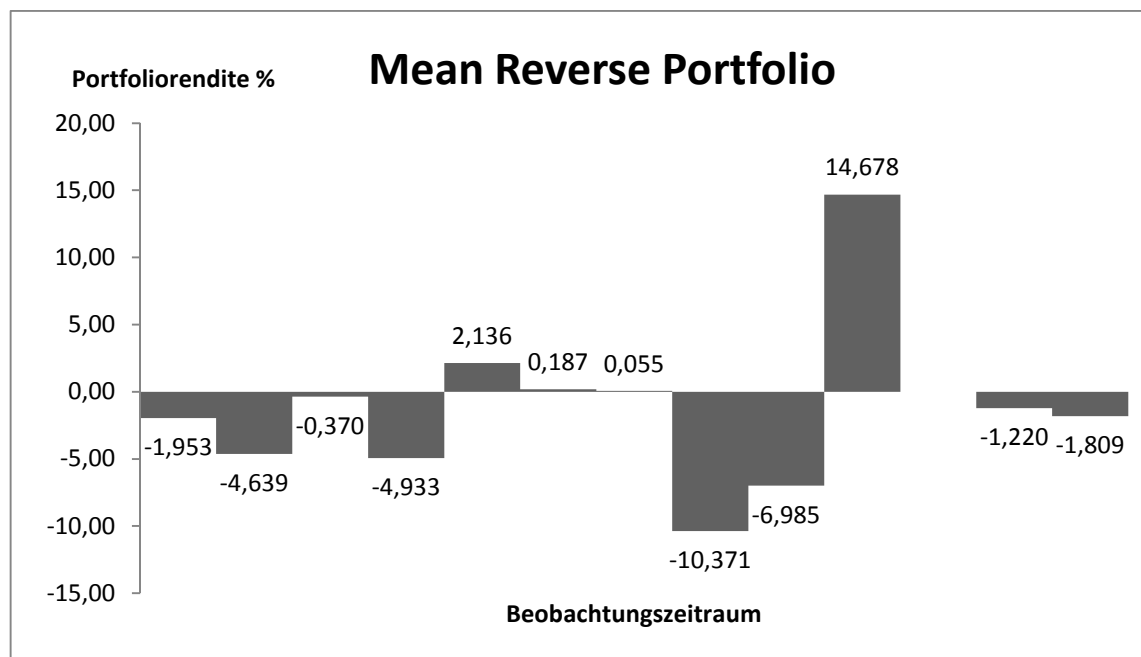


Abbildung 27 - Portfolio, Mean Reverse Verfahren

Das Mean Reverse Verfahren, wie in Abbildung 27 graphisch dargestellt, erzielt vier positive und sechs negative Bewertungszeiträume. Der durchschnittliche Gewinn fällt über den gesamten Beobachtungszeitraum mit -1,22 Prozent negativ aus. Wird das Ergebnis nach Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst

¹⁴³ De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, "Does the Stock Market Overreact", The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984

berechnet, steigert sich dieser Verlust noch auf -1,809 Prozent. Auch beim Mean Reverse Verfahren fällt der Gewinnanstieg im Jahr 2008 auf. Eine mögliche Erklärung dafür wird im Kapitel 4.5 geliefert.

Ansonsten zeigen sich jedoch, im Vergleich zum dem in Abbildung 28 dargestellten kombinierten Gesamtportfolio des theoretischen Pairs Trading Ansatzes, über den Beobachtungszeitraum deutlich ausgeprägte Verluste und nur geringe Gewinne.

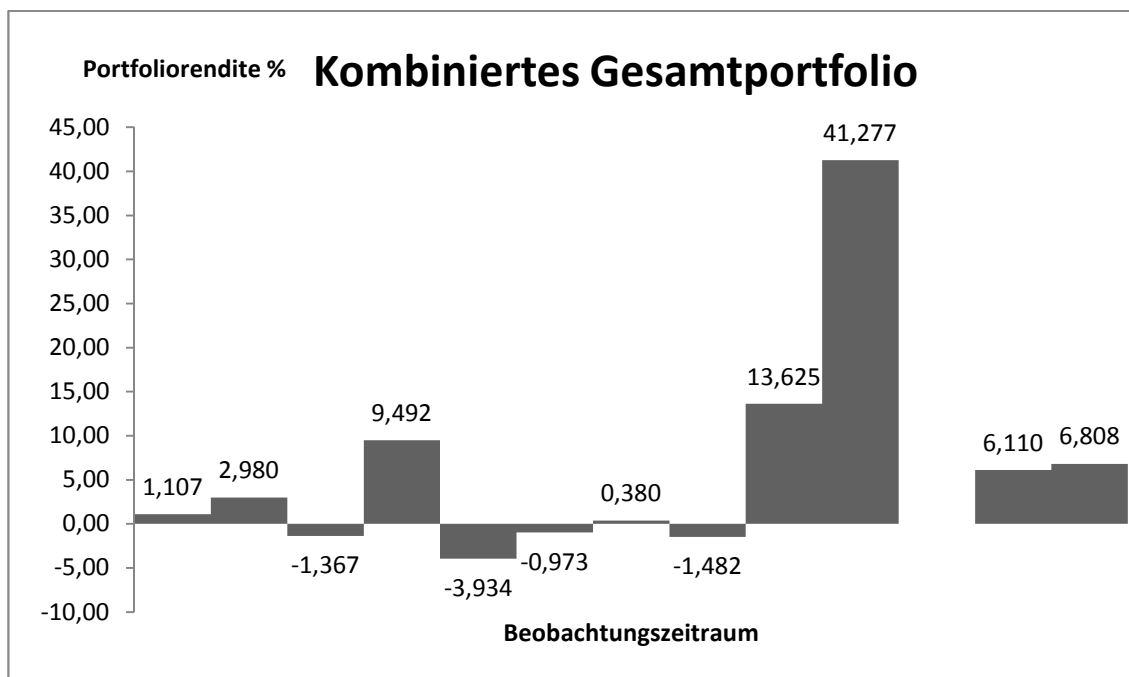


Abbildung 28 – Kombiniertes Gesamtportfolio, Modell Evan G. Gatev et al.

In Zahlen ausgedrückt liegt das Mean Reverse Verfahren damit deutlich unter den Ergebnissen von Portfolio 1, siehe Abbildung 22, mit 6,064 Prozent (5,651 Prozent), Portfolio 2, siehe Abbildung 23, mit 6,156 Prozent (7,965 Prozent) als auch des kombinierten Gesamtportfolios, siehe Abbildung 28, mit 6,11 Prozent (6,808 Prozent) beim theoretischen Modellansatz nach Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst. Innerhalb dieser Diplomarbeit konnte daher kein Zusammenhang zwischen Pairs Trading und Mean Reverse Verfahren festgestellt werden. Das Pairs Trading Modell stellt sich als eigene Theorie dar, die zwar vom Grundkonzept her auf einigen gleichen Thesen beruht, aber schlussendlich doch maximal als Weiterentwicklung beziehungsweise als entfernter Verwandter bezeichnet werden darf. Auch in diesem Punkt konnten daher die Forschungsergebnisse der Studie¹⁴⁴ von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst bestätigt werden.

¹⁴⁴ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999

4.4 Auswertung Modellansatz Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst mit Simulation von realen Handelskosten und Vergleich mit einfacher Investition in einen NYSE Composite Index Fond

Das letzte Modell versucht die Simulation des Pairs Trading Modell nach Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst unter Einbeziehung realer Handelskosten, um schlussendlich das Resultat mit einer Investition in einen NYSE Composite Index Fond zu vergleichen. Die unter Kapitel 3.2 berechneten Transferkosten, welche mittels Zuhilfenahme von Onlinebrokern berechnet wurden, betragen im Schnitt 0,279 Prozent pro Transaktion. Innerhalb dieser Simulation wurden bei jedem Kauf und Verkauf von Aktien die berechneten Handelskosten hinzugefügt beziehungsweise vom Verkaufserlös abgezogen. Wie unter Kapitel 4.1 wurden zwei Portfolios gebildet und darauf folgend, um den Vergleich mit der Gesamtinvestition in den NYSE Composite Fond zu ermöglichen, ein Gesamtportfolio gebildet.

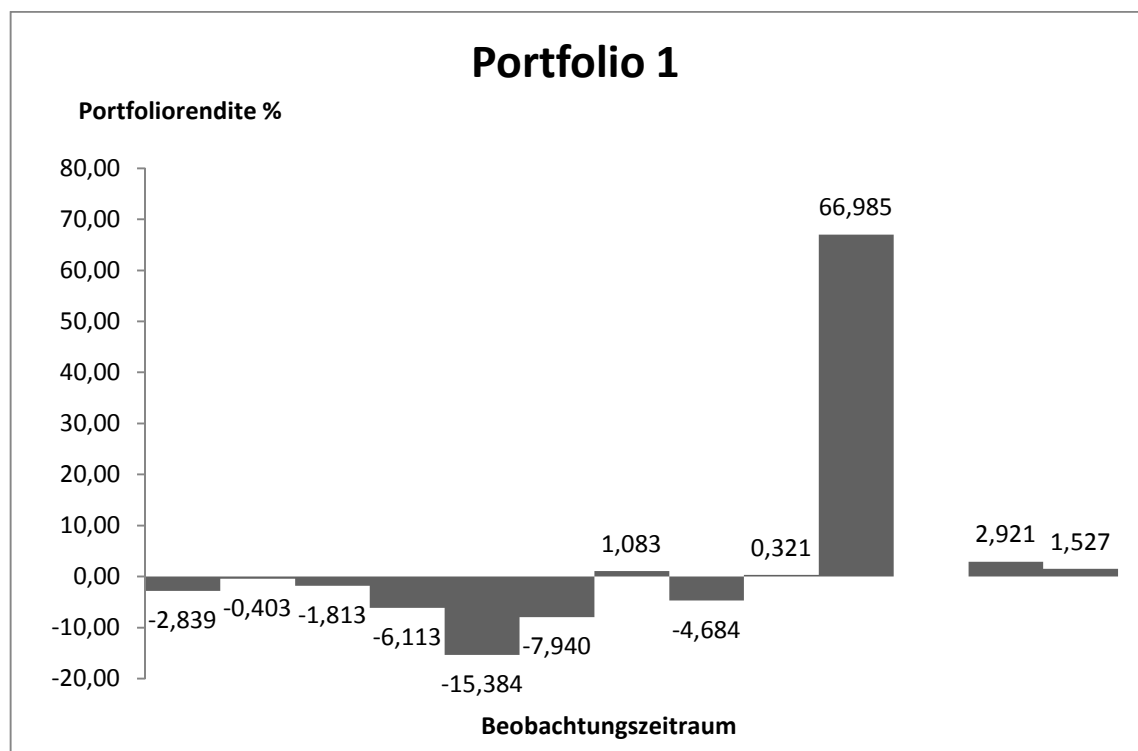


Abbildung 29 - Portfolio 1, Modell Evan G. Gatev et al., reale Handelskosten

Das in Abbildung 29 dargestellte Portfolio 1 erzielt insgesamt drei positive und sieben negative Beobachtungszeiträume. Trotzdem fällt der Gewinn, aufgrund des starken Gewinnanstieges innerhalb des letzten Beobachtungszeitraumes von 2008, positiv aus. Im Durchschnitt erhält man 2,921 Prozent, und unter Verwendung des alternativen Gewinnberechnungsmodell von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst 1,527 Prozent Gewinn pro Berechnungszeitraum.

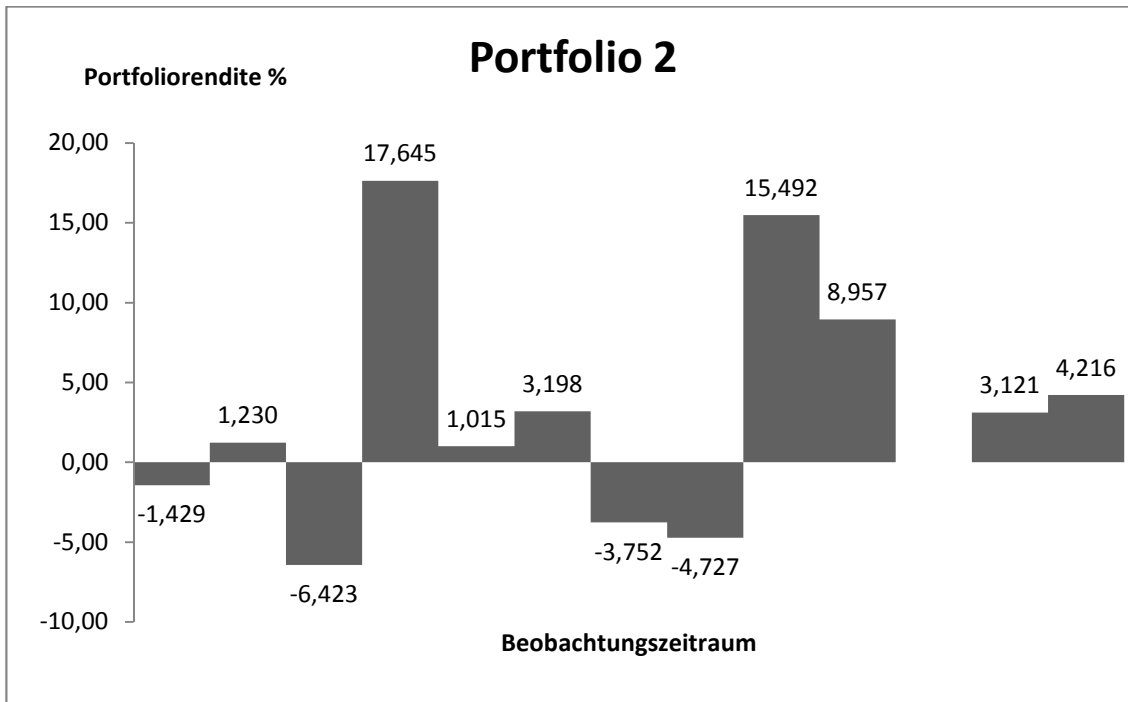


Abbildung 30 - Portfolio 1, Modell Evan G. Gatev et al., reale Handelskosten

Portfolio 2, siehe hierzu auch Abbildung 30, erreicht insgesamt sechs positive und vier negative Beobachtungszeiträume. Auch bei Portfolio 2 fällt wieder der starke Gewinnanstieg innerhalb des Jahres 2008 auf. Portfolio 2 erzielt mit 3,121 Prozent beziehungsweise 4,216 Prozent Gewinn, unter Verwendung des alternativen Gewinnberechnungsmodell von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst, leicht bessere Handelsergebnisse als das erste Portfolio.

Beide positiven Portfolioergebnisse bestätigen auch bei der Verwendung von Handelskosten zur Gewinnermittlung die Forschungsergebnisse von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst. Der letzte Punkt der noch zu klären ist, ist die Frage, ob das aus Portfolio 1 und Portfolio 2 erstellte Gesamtportfolio in der Lage ist, ein besseres Resultat als eine Investition in einen NYSE Composite Fond¹⁴⁵ zu erzielen.

Das in Abbildung 31 graphisch dargestellte kombinierte Gesamtportfolio mit realen Handelskosten liefert vier positive und sechs negative Beobachtungszeiträume. Wieder zeigt sich eine starke Konzentration der Gewinne auf das Jahr 2008. Im Schnitt erreicht dieses Portfolio 3,021 beziehungsweise 2,872 Prozent, in jedem Beobachtungszeitraum.

¹⁴⁵ http://us.ishares.com/product_info/fund/overview/NYC.htm iShares

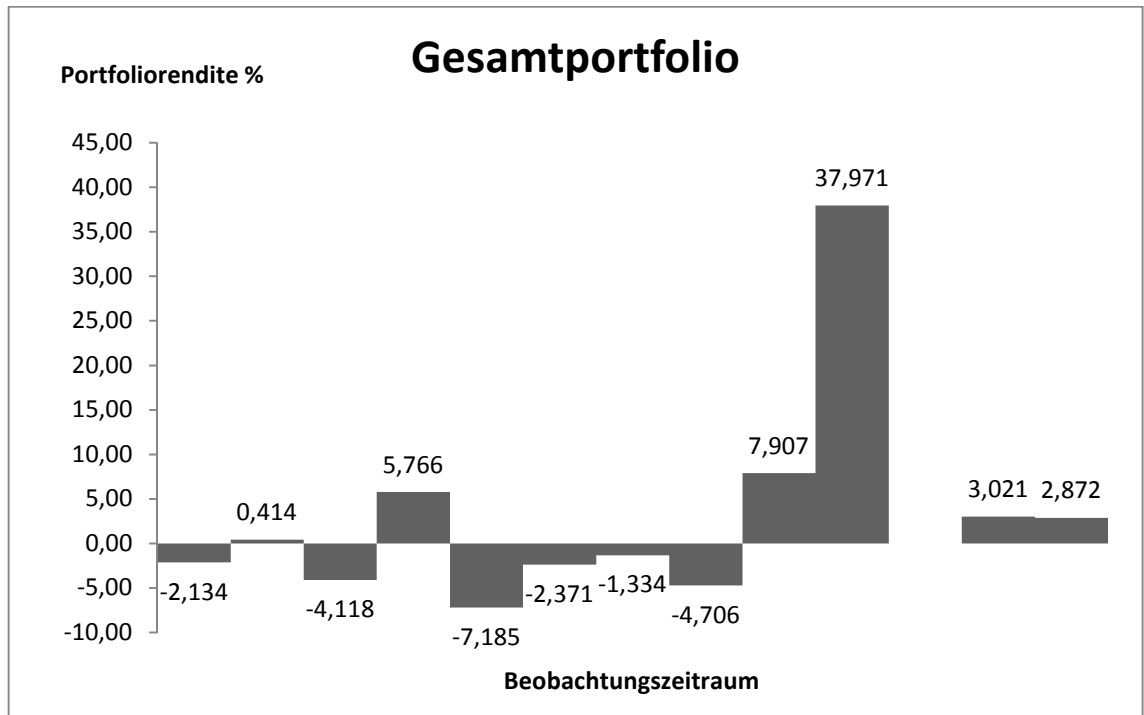


Abbildung 31 - Gesamtportfolio, Modell Evan G. Gatev et al., reale Handelskosten

Der Vorteil einer Veranlagung in den NYSE Composite Fond sind dessen geringen Verwaltungs- und Handelskosten als auch die große Risikostreuung der Investition. Insgesamt fallen nur 0,25 Prozent Verwaltungsgebühr pro Jahr an

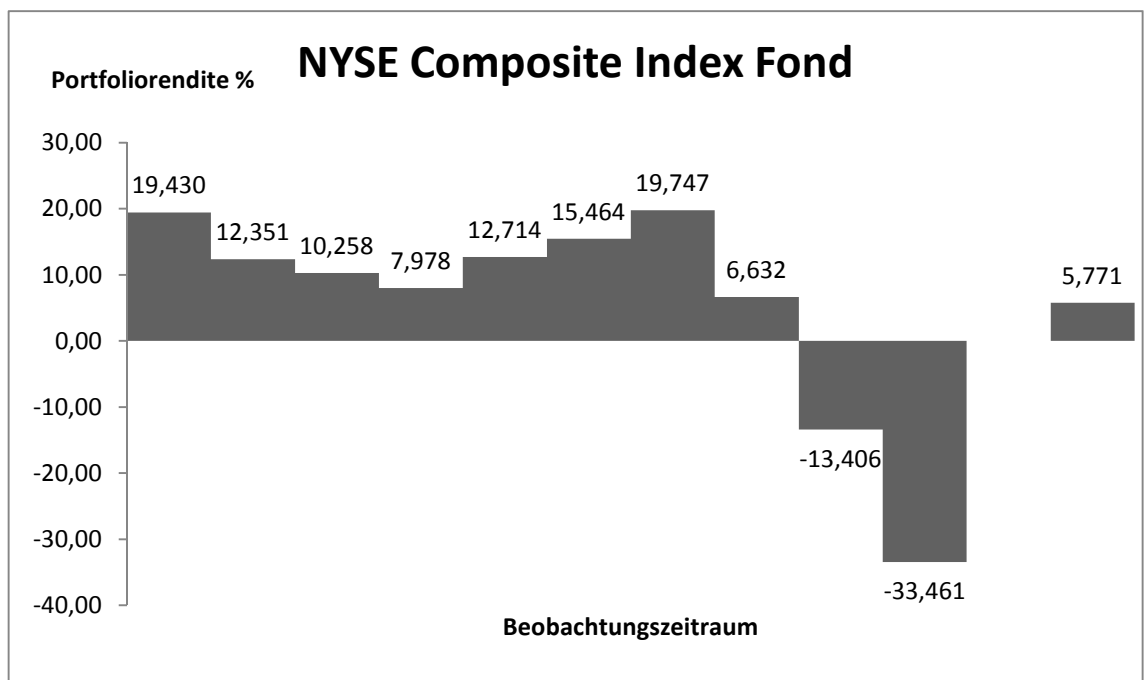


Abbildung 32 - NYSE Composite Index Fond, reale Handelskosten

Da leider die Angaben bezüglich der Halbjahresgewinne auf der Homepage des Fonds nicht vollständig sind, jedoch die vorhandenen Daten fast auf die Kommastelle genau dem Indexergebnis entsprechen, wurden die Ergebnisse der Beobachtungszeiträume anhand des Index berechnet.

Über den gesamten in Abbildung 32 graphisch dargestellten Untersuchungszeitraum erzielt eine Investition in den NYSE Composite Fond acht positive und zwei negative Beobachtungszeiträume. Im Durchschnitt erreicht der Gewinn 5,771 Prozent und schlägt damit deutlich sowohl die einzelnen Portfolios als auch das kombinierte Gesamtportfolio.

Interessant ist in diesem Fall jedoch das negative Resultat des Jahres 2008 welches sich im genauen Gegensatz zu den berechneten Pairs Trading Portfolios entwickelt. Ausgelöst wurde der Einbruch des NYSE Composite Fond durch die Finanzkrise des Jahres 2008 welche sich zur schlimmsten Weltwirtschaftskrise seit 1929 entwickelte. Im Gegensatz zum NYSE Composite Fond konnte man bei sämtlichen getesteten Portfolios jedoch einen starken Gewinnanstieg in den letzten zwei Beobachtungszeiträumen, die dem Jahr 2008 entsprechen, feststellen. Betrachtet man das Gesamtportfolio, siehe Abbildung 31, wird deutlich das vor allem das Jahr 2008 für den Erfolg des Portfolios verantwortlich ist. Zusätzlich zeigt auch der Mean Reverse Kontrollansatz, siehe Abbildung 27, einen starken Gewinnanstieg für das Jahr 2008 gegenüber der ansonsten eher negativen Renditeentwicklung. Auf diese Beobachtung wird daher noch näher in Kapitel 4.5 eingegangen.

Trotz der positiven Resultate des Pairs Trading Modell, auch unter Einbeziehung von Handelskosten, liefert die Investition in einen NYSE Composite Fond doch im Durchschnitt das bessere Resultat und wäre dadurch, der Veranlagung in ein Pairs Trading Modell, vorzuziehen.

4.5 Das Jahr 2008 und Pairs Trading

Während der Datenanalyse fiel vor allem das Jahr 2008 durch stark ansteigende Gewinne bei sämtlichen Modellansätzen auf. Dieses Ergebnis war auf den ersten Blick äußerst merkwürdig, da sich 2008 die größte Finanzkrise seit 1929 ereignete.

Der festgestellte Effekt eines starken Renditeanstiegs aller berechneten Modelle, welcher sich konträr zum NYSE Composite Fond Ergebnis verhielt, führte dazu, die Modelle sowohl ohne das Jahr 2008 zu berechnen, als auch nur das Ergebnis für das Jahr 2008 zu ermitteln.

Abbildung 33, welche nur die kombinierten Gesamtportfolios unter Verwendung einer für alle Paare innerhalb des Aktienportfolios gleichverteilten und beschränkt zur Verfügung stehenden Kapitalmenge wiedergibt, soll diesen festgestellten Effekt besser verdeutlichen

	Portfolio Gatev	Portfolio Whistler	Mean Revers Portfolio	Portfolio Gatev mit Handelskosten	NYSE Composite Index Fond mit Handelskosten
Gewinn pro Periode 10 Perioden	6,110%	3,918%	-1,220%	3,021%	5,771%
Gewinn pro Periode 8 Perioden	0,775%	2,900%	-2,486%	-1,959%	13,072%
Gewinn pro Periode 2 Perioden 2008	27,451%	7,992%	3,847%	22,939%	-23,434%

Abbildung 33 - Renditen, Portfolios unter besonderer Betrachtung des Jahres 2008

Schnell wird ersichtlich, dass beide theoretischen Modellansätze gegenüber dem Mean Reverse Ansatz auch bis zum Jahr 2008 positive Gewinne liefern, jedoch diese weit geringer ausfallen. Schlussendlich führt das Pairs Trading Modell unter der Einbeziehung von Handelskosten sogar zu einem Verlust. Im Jahr 2008 erzielt selbst der Mean Reverse Modell Kontrollansatz ein positives Ergebnis. Was auf den ersten Blick merkwürdig wirkt, lässt sich jedoch anhand der vorhandenen Theorie und Literatur erklären.

Den ersten Hinweis findet man in der 1985 veröffentlichten Studie von De Bondt und Thaler¹⁴⁶, welche auf der Überprüfung folgender Annahme von Kahnemann und Tversky beruht:

„In revising their beliefs, individuals tend to overweight recent information and underweight prior (or base rate) data. People seem to make predictions according to a simple matching rule: “The predicted value is selected so that the standing of the case in the distribution of outcomes matches its standing in the distribution of impressions”¹⁴⁷

Investoren neigen folglich dazu kurzfristige Informationen und Gerüchte stärker in ihre Entscheidungsprozesse einzubeziehen und hinterfragen dabei in Ausnahmesituationen nicht das langfristige Entwicklungspotential einer Investition.

Rein nüchtern betrachtet war das Jahr 2008, aufgrund der Einmischung der politischen Entscheidungsträger hinsichtlich der weltweiten Finanzkrise und die dadurch

¹⁴⁶ Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “Does the Stock Market Overreact”, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984

¹⁴⁷ Kahneman, D., Tversky, A., “Intuitive Prediction: Biases and Corrective Procedure Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases”, London: Cambridge University Press, 1982

entstandenen „politisch motivierten Rettungspakete“ innerhalb des Finanzmarktes, ein Jahr der Gerüchte, Spekulationen und Ungewissheit.

Ein weiterer Hinweis für den festgestellten Effekt im Jahr 2008 findet sich im Buch von Mark Whistler¹⁴⁸ der sich selbst als aktiver Anwender der qualitativen Pairs Trading Theorie bezeichnet. Das 19. Kapitel seines Buches behandelt den Einfluss unerwarteter Ereignisse und sein Verhalten in solchen Situationen:

„First, statistical arbitrage is only as good as the legitimacy of the correlation supporting the trade. I am mostly speaking of convergence trading here, though this also stands true for divergence trading as well. Basically when the events that pull companies apart are so extreme that companies are filing for bankruptcy, corporate insiders are being made to do the „perp walk,“ or class action suits are beginning to rise-just stay out. Of course, some argue that the aforementioned events create a perfect situation for divergence trading. However, I have yet to meet anyone who can accurately predict such events on a consistent basis and make money. When in doubt, stay out.

The second lesson is that when the market begins to capitulate or is at an extreme level, that is, the Market Volatility Index (EN 19.1) is above 40, it may be a good idea to sit on the sidelines. After all, if we are divergence trading, then we want to wait for the rubber band to completely expand, versus trying to time the trade before the pair has capitulated. Of course, we won't allways be correct, but, when significant moments of substantial uncertainty arise, it may be in our best interest to pass for a more reliable opportunity.“¹⁴⁹

Folgt man dieser Markteinschätzung würde es bedeuten, dass Anwender der Pairs Trading Theorie in Krisensituationen nicht wie gewohnt ihrem Handel nachgehen sondern lieber auf eine Stabilisierung des Marktes warten, um danach wieder wie gewohnt Handel zu betreiben. Dieser „stay out“ Effekt dürfte auch einen Teil der erzielten Gewinne erklären. Eine weitere Erklärung zur Höhe der erzielten Renditen im Jahr 2008, wenn auch in abgewandelter Form, liefert wieder die Studie von De Bondt und Thaler:

„If stock prices systematically overshoot, then their reversal should be predictable from past return data alone, with no use of any accounting data such as earnings. Specifically, two hypotheses are suggested:

- Extreme movements in stock prices will be followed by subsequent price movements in the opposite direction.

¹⁴⁸ Vgl Whistler, Mark, “Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies”, John Wiley & Sons, Inc., 2004

¹⁴⁹ Whistler, Mark, “Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies”, John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 112

- The more extreme the initial price movement, the greater will be the subsequent adjustment.

Both hypotheses imply a violation of weak-form market efficiency.”¹⁵⁰

Je größer also die Marktveränderungen ausfallen, desto größer wird auch der Effekt der Preisanpassung ausfallen. Diese Aussage würde die stark gestiegenen Gewinne für den Zeitraum 2008, in Bezug auf die erzielten Verluste des NYSE Composite Index Fond, sehr gut erklären.

Die in dieser Studie vorhandenen Ergebnisse, sowie auch die in der Theorie und Praxis vorhandenen Ansätze würden wohl weitere Forschungen zum Thema Pairs Trading als Investitionsstrategie in Krisenzeiten rechtfertigen, doch vom Umfang her den Rahmen dieser Diplomarbeit sprengen. Zumindest scheint der Versuch der Anwendung einer Handelsstrategie wie Pairs Trading in Krisenzeiten noch immer sinnvoller als wie sprichwörtlich ein Kaninchen vor der Schlange zu sitzen und die Investitionsgewinne aufgrund der Wirtschaftskrise und fehlender Investitionsalternativen schrumpfen zu sehen.

¹⁵⁰ De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “Does the Stock Market Overreact”, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984, p. 795

5 Zusammenfassung und Schlusswort

Ziel dieser Diplomarbeit war die Überprüfung der quantitativen Methode des Pairs Trading aufgrund der Studie von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann und K. Geert Rouwenhorst¹⁵¹ als auch des Buches von Mark Whistler¹⁵².

In Kapitel 2 wurden die theoretischen Ansätze und die Mechanismen, welche sich hinter dem Modell Pairs Trading verstecken, besprochen. Kapitel 3 beschäftigte sich mit der Auswahl des zu testenden Finanzmarktes als auch mit der Modellerstellung der zu prüfenden Modellansätze. In Kapitel 4 erfolgte schlussendlich die Auswertung und Präsentation der dabei gewonnenen Resultate.

Beide in dieser Diplomarbeit untersuchten unterschiedlichen theoretischen Ansätze lieferten positive Renditen und bestätigten sowohl die Forschungsergebnisse von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann, K. Geert Rouwenhorst und Mark Whistler als auch die Möglichkeit einer erfolgsversprechenden Anwendung des Pairs Trading Modells.

Auch die geäußerte Kritik an der Pairs Trading Methode, lediglich eine abgewandelte Form des von Werner F. M. De Bondt und Richard Thaler¹⁵³ entwickelten Mean Reverse Ansatzes zu sein, konnte anhand der in dieser Studie berechneten Portfolios nicht bestätigt werden. Das Pairs Trading Modell bestätigte sich als eigenständiges theoretisches Modell. Allenfalls lässt sich das Modell, aufgrund des teilweise ähnlichen Grundkonzepts, als ein weit entfernter Verwandter bezeichnen. Während beide Pairs Trading Modelle schlussendlich positive Gewinne lieferten erzielte der Mean Revers Ansatz für den gesamten beobachteten Zeitraum ein negatives Ergebnis.

Der Versuch einer Simulation mit realen Handelskosten erzielte zwar ein positives Ergebnis, konnte zu guter Letzt jedoch nicht eine simple Investition in einen vorhandenen NYSE Composite Index Fond¹⁵⁴ hinsichtlich des Gewinnes überbieten. Ohne Handelskosten schneidet zwar das theoretische Pairs Trading Modell besser ab, doch wird letzten Endes über die Hälfte des erzielten Gewinnes durch die Handelskosten reduziert. Dadurch bleibt eine Investition in einen auf dem Markt erhältlichen Index Fond, für den einfachen Privatinvestor, noch immer die profitabelste und risikolose Möglichkeit sein Geld anzulegen.

¹⁵¹ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, "Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule", National Bureau of Economic Research, March 1999

¹⁵² Vgl. Whistler, Mark, "Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies", John Wiley & Sons, Inc., 2004, p. 112

¹⁵³ Vgl. De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, "Does the Stock Market Overreact", The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984

¹⁵⁴ "http://us.ishares.com/product_info/fund/overview/NYC.htm" iShares

Interessanter scheint jedoch der während der Diplomarbeit zufällig festgestellte „Jahr 2008 Effekt“ zu sein. Gerade in Krisenzeiten scheint die Anwendung der Pairs Trading Methode ungewöhnlich hohe Renditen zu erzielen. Das Ergebnis des Jahres 2008 innerhalb dieser Diplomarbeit würde zumindest weitere Forschungen in diesem Gebiet als sinnvoll erscheinen lassen.

Anhang A

Bestimmung des Korrelationskoeffizienten anhand eines Zwei-Aktien-Beispiels:

Aktienkurse Aktie A:

110, 115, 105, 120, 125

Aktienkurse Aktie B:

100, 112, 98, 105, 110

Zuerst wird für beide Aktien der arithmetische Mittelwert berechnet

$$\mu_a = \frac{x_{a1} + x_{a2} + x_{a3} + \dots + x_{an}}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Dadurch ergibt sich ein Mittelwert für Aktie A von:

$$\mu_a = (110 + 115 + 105 + 120 + 125) / 5 = 115$$

Für Aktie B erhalten wir folgenden Mittelwert:

$$\mu_b = (100 + 112 + 98 + 105 + 110) / 5 = 105$$

Im nächsten Schritt wird die Varianz ermittelt

$$\text{VAR}_{xa} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ai} - \mu_a)^2$$

$$\text{Var}_{xa} = (110 - 115)^2 + (115 - 115)^2 + (105 - 115)^2 + (120 - 115)^2 + (125 - 115)^2 / 4$$

$$\text{Var}_{xa} = 62,5$$

$$\text{Var}_{xb} = (100 - 105)^2 + (112 - 105)^2 + (98 - 105)^2 + (105 - 105)^2 + (110 - 105)^2 / 4$$

$$\text{Var}_x = 37$$

Die Standardabweichung für Aktie A und B beträgt

$$\sigma_{xa} = \sqrt{\text{Var}_{xa}} = \sqrt{62,5} = 7,9057$$

$$\sigma_{xb} = \sqrt{\text{Var}_{xb}} = \sqrt{37} = 6,0827$$

Darauf folgt die Berechnung der Kovarianz beider Aktien

$$\text{Cov}(x_a, x_b) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ai} - \mu_a) \sum_{i=1}^n (x_{bi} - \mu_b)}{n - 1}$$

$$\text{Cov}(x_a, x_b) = [(110 - 115) \cdot (100 - 105) + (115 - 115) \cdot (112 - 105) + (105 - 115) \cdot (98 - 105) + (120 - 115) \cdot (105 - 105) + (125 - 115) \cdot (110 - 105)] / 4$$

$$\text{Cov}(x_a, x_b) = [(-5 \cdot -5) + (0 \cdot 7) + (-10 \cdot -7) + (5 \cdot 0) + (10 \cdot 5)] / 4$$

$$\text{Cov}(x_a, x_b) = 36,25$$

Dies ergibt einen Korrelationskoeffizienten von

$$\rho(x_a, x_b) = \frac{\text{Cov}(x_a, x_b)}{\sigma(x_a) \sigma(x_b)}$$

$$\rho(x_a, x_b) = 36,25 / (7,9057 \cdot 6,0827) = 0,7538$$

Anhang B

Pairs Trading Paare nach Modellansatz Evan G. Gatev

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2003	KVA/KVB	0,99949246	PHM/SPF	0,99145413
	BRKA/BRKB	0,99938097	DHI/SPF	0,99130978
	HUBA/HUBB	0,99723894	FRT/SPG	0,99124301
	HEI/HEIA	0,99514884	DHI/TOL	0,99105756
	AI/VTR	0,99214613	DHI/HOV	0,99070025
			HOV/TOL	0,99045378
			BBX/SI	0,99001892
			LNT/NU	0,98950655
			BGG/CBU	0,98912239
			AI/PLT	0,98898692
30.6.2004	BRKA/BRKB	0,99969379	COP/CVX	0,98610999
	UL/UN	0,99746624	RRC/UPL	0,98582754
	HEI/HEIA	0,99101147	BMS/SJI	0,98544321
	AAP/JCI	0,98766542	BMS/SJW	0,98544321
	IDT/IDTC	0,9874307	BCO/ROG	0,98479293
			BCO/TSO	0,98401955
			CGX/LGF	0,98387734
			BC/HZO	0,98379778
			ALX/BCO	0,98360865
			ROG/TSO	0,98344176
31.12.2004	IDT/IDTC	0,99628906	KIM/PLD	0,98972981

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2004	BRKA/BRKB	0,99571031	CVX/SSP	0,989577
	UL/UN	0,99333775	DO/RIG	0,98828716
	PLA/PLAA	0,99186871	BXP/KIM	0,98795141
	PLD/REG	0,99158872	MAC/TCO	0,98759316
			KIM/REG	0,98621572
			AVX/LSI	0,98598945
			BMS/SJI	0,98598442
			BMS/SJW	0,98598442
			BXP/PLD	0,98596959
30.6.2005	BRKA/BRKB	0,99094982	BBVA/TEF	0,98672472
	DO/RIG	0,98974336	ASH/SUN	0,9862323
	FRT/SPG	0,98834594	JOE/TOL	0,98584181
	ETR/EXC	0,98738151	HEI/HEIA	0,98574964
	DO/NE	0,98722289	DUK/ETR	0,9848369
			CHK/FST	0,98424553
			NE/RIG	0,98409283
			SPF/TOL	0,98370443
			HP/SUN	0,98357246
			FST/SUN	0,98351465
31.12.2005	BRKA/BRKB	0,99158852	COP/EGN	0,98760089
	ENB/WLP	0,99138685	ENP/UNH	0,98663798
	UNH/WLP	0,99105829	HP/TLM	0,98605923
	SU/TLM	0,98937754	AMG/BEN	0,98466372
	BHI/HP	0,98877405	MRO/STO	0,98460449

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2005			DO/RIG	0,98444875
			CHK/DVN	0,98443038
			BHI/TLM	0,98308463
			OIS/TS	0,98237936
			DVN/WMB	0,98198402
30.6.2006	UL/UN	0,99489606	CRS/CSX	0,98734273
	HEI/HEIA	0,99268798	DO/RIG	0,98729986
	BRKA/BRKB	0,98956429	AEM/ATI	0,98639166
	EQT/PHM	0,98839216	CSH/NEU	0,98480688
	ESE/VAL	0,98836042	DHI/KBH	0,98421429
			ABB/UBS	0,98355559
			HSC/RS	0,98353619
			AVB/BRE	0,98353126
			AVB/ESS	0,98317564
			CSX/NEU	0,9830783
31.12.2006	BRKA/BRKB	0,99870232	KBH/RYL	0,98826764
	UL/UN	0,99283488	ETR/NU	0,98715257
	DHI/KBH	0,99263922	AVB/ESS	0,98697492
	APC/TLM	0,98963507	HES/TLM	0,98687775
	ATW/SLB	0,9889353	BZH/KBH	0,9865606
			DHI/HOV	0,98573763
			LEN/RYL	0,98552016
			DHI/RYL	0,98548338
			B/MAR	0,98452324

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2006			NU/XEL	0,98390346
30.6.2007	BRKA/BRKB	0,9990487	MLM/PCP	0,98862296
	UL/UN	0,99794879	ENI/EOC	0,98833599
	PCP/PKX	0,99150764	MAC/SPG	0,98807398
	MLM/PKX	0,99017117	SNN/SYK	0,98757871
	CNP/NEE	0,98990086	DLX/GR	0,9872984
			FRT/REG	0,98670457
			CEG/ETR	0,98666176
			VALE/X	0,98645507
			AVT/LFL	0,98643164
			DLX/PCP	0,98626941
31.12.2007	BRKA/BRKB	0,99859415	BZH/MTH	0,99132504
	UL/UN	0,99845139	MTG/RDN	0,99083679
	KBH/LEN	0,99486351	KBH/PHM	0,99044506
	LEN/PHM	0,9944336	DDR/WIR	0,98997273
	MRO/STR	0,99223648	IDT/IDTC	0,98861738
			DHI/RYL	0,98856368
			AIV/UDR	0,98801869
			DHI/KBH	0,98601359
			LRY/PKY	0,98598801
			PHM/SPF	0,98591324
30.6.2008	BRKA/BRKB	0,99782187	C/MI	0,98408167
	IDT/IDTC	0,99720394	APA/DVN	0,98384953
	FNMA/FMCC	0,99615159	HP/WLT	0,98372853

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
30.6.2008	MNI/RT	0,98467514	CHS/RVI	0,98293495
	C/LIZ	0,98414634	GRT/PEI	0,98284569
			AMR/TRK	0,98257288
			RF/STI	0,98219427
			APA/SGY	0,98175439
			POT/UPL	0,98159023
			C/MBI	0,98123632

Anhang C

Pairs Trading Paare nach Modellansatz Mark Whistler

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2003	PHM/SPF	0,99145413	HOV/TOL	0,99045378
	DHI/SPF	0,99130978	LNT/NU	0,98950655
	FRT/SPG	0,99124301	ETN/SI	0,98849017
	DHI/TOL	0,99105756	BKS/FO	0,9881758
	DHI/HOV	0,99070025	MDC/SPF	0,98814432
			CPT/SI	0,98740031
			SPF/TOL	0,98735662
			ETN/PHG	0,98714141
			AVA/PLT	0,98703935
			BPO/CPT	0,98691632
30.6.2004	UL/UN	0,99746624	CVX/OXY	0,98298129
	AAP/JCI	0,98766542	BCO/CVD	0,98247564
	COP/CVX	0,98610999	OXY/SUN	0,98191391
	RRC/UPL	0,98582754	BTU/MEE	0,98098649
	BCO/TSO	0,98401955	TSO/VLO	0,98084952
			CVX/TOT	0,98071636
			COP/RRC	0,98050062
			FMC/UPL	0,97960558
			BP/COP	0,97879158
			MD/ZMH	0,97873762
31.12.2004	UL/UN	0,99333775	MAC/TCO	0,98759316

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2004	PLD/REG	0,99158872	KIM/REG	0,98621572
	KIM/PLD	0,98972981	AVX/LSI	0,98598945
	DO/RIG	0,98828716	BXP/PLD	0,98596959
	BXP/KIM	0,98795141	NOC/POG	0,98531597
			MAC/O	0,98493848
			KIM/MAC	0,98451408
			BXP/VON	0,98450661
			PLD/VON	0,98415844
			FRT/PLD	0,98406939
30.6.2005	DO/RIG	0,98974336	DUK/ETR	0,9848369
	ETR/EXC	0,98738151	CHK/FST	0,98424553
	DO/NE	0,98722289	NE/RIG	0,98409283
	ASH/SUN	0,9862323	SPF/TOL	0,98370443
	JOE/TOL	0,98584181	HP/SUN	0,98357246
			FST/SUN	0,98351465
			HOV/TOL	0,98334781
			COL/PCP	0,98325498
			UL/UN	0,98301435
			CI/PRU	0,9828063
31.12.2005	UNH/WLP	0,99105829	AMG/BEN	0,98466372
	SU/TLM	0,98937754	MRO/STO	0,98460449
	BHI/HP	0,98877405	DO/RIG	0,98444875
	COP/EGN	0,98760089	CHK/DVN	0,98443038
	HP/TLM	0,98605923	BHI/TLM	0,98308463

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2005			OIS/TS	0,98237936
			DVN/WMB	0,98198402
			KIM/PPL	0,98177391
			ASF/CCI	0,98163943
			STZ/TDS	0,98160987
30.6.2006	UL/UN	0,99489606	AEM/ATI	0,98639166
	EQT/PHM	0,98839216	DHI/KBH	0,98421429
	ESE/VAL	0,98836042	ABB/UBS	0,98355559
	CRS/CSX	0,98734273	HSC/RS	0,98353619
	DO/RIG	0,98729986	AVB/BRE	0,98353126
			BBVA/STD	0,98289423
			CSH/WCC	0,98248682
			ATI/JLL	0,98239874
			CSH/CSX	0,98210907
			AMT/UBS	0,98126384
31.12.2006	UL/UN	0,99283488	ETR/NU	0,98715257
	DHI/KBH	0,99263922	HES/TLM	0,98687775
	APC/TLM	0,98963507	BZH/KBH	0,9865606
	ATW/SLB	0,9889353	DHI/HOV	0,98573763
	KBH/RYL	0,98826764	LEN/RYL	0,98552016
			DHI/RYL	0,98548338
			B/MAR	0,98452324
			NU/XEL	0,98390346
			M/MAR	0,98299997

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
31.12.2006			O/WRI	0,98270919
30.6.2007	UL/UN	0,99794879	MAC/SPG	0,98807398
	PCP/PKX	0,99150764	DLX/GR	0,9872984
	MLM/PKX	0,99017117	FRT/REG	0,98670457
	CNP/NEE	0,98990086	CEG/ETR	0,98666176
	MLM/PCP	0,98862296	VALE/X	0,98645507
			AVT/LFL	0,98643164
			DLX/PCP	0,98626941
			FE/POM	0,98623485
			MLM/TVL	0,98613432
			LFL/PCP	0,98607489
31.12.2007	UL/UN	0,99845139	MTG/RDN	0,99083679
	KBH/LEN	0,99486351	KBH/PHM	0,99044506
	LEN/PHM	0,9944336	DDR/WIR	0,98997273
	MRO/STR	0,99223648	DHI/RYL	0,98856368
	BZH/MTH	0,99132504	AIV/UDR	0,98801869
			DHI/KBH	0,98601359
			PHM/SPF	0,98591324
			GR/OI	0,98588127
			BDN/LRY	0,9858786
			LEN/SPF	0,9858159
30.6.2008	FNMA/FMCC	0,99615159	HP/WLT	0,98372853
	MNI/RT	0,98467514	CHS/RVI	0,98293495
	C/LIZ	0,98414634	GRT/PEI	0,98284569

Bewertungszeitraum	Top 5 Paare	Korrelation	6bis15 Paare	Korrelation
30.6.2008	C/MI	0,98408167	RF/STI	0,98219427
	APA/DVN	0,98384953	APA/SGY	0,98175439
			POT/UPL	0,98159023
			C/MBI	0,98123632
			LIZ/MW	0,98078071
			C/Q	0,97930373
			ABG/GPI	0,97923932

Literaturverzeichnis

- Abernethy, Randy, “*The revenge of the geeks*”, Traders, October 2004
- Alonso, Aurora, Rubio, Gonzalo, “*Overreaction in the Spanish equity market*”, Journal of Banking and Finance, 14, 1990
- Aninos Jr., Nicholas L., “*NYSE Composite Index*”, NYSE Euronext, 2009
- Bakshi, Gurdip, Chen, Zhiwu, “*Stock Valuation in Dynamic Economies*” working paper, Ohio State University, 1997
- Beaver, William H., Landsman, Wayne R., “*Note on the behavior of residual security returns for winner and loser portfolios*”, Journal of Accounting and Economics 3, 1981
- Benninga, Simon, “*Financial Modeling*”, The MIT Press, Third Edition, 2008
- Bernadi, Simone, Gnoatto, Alessandro, “*A pairs Trading Strategy Applied to the European Banking Sector*”, University of Zurich, May 2010
- Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan J., “*Investments*”, Mc Graw Hill International Editions, Fourth Edition, 1999
- Bodmer, David, “*Mean Reversion und Time Varying Expected Returns in internationalen Aktienmärkten, Theorie und empirische Evidenz*”, Difo-Druck GmbH, Bamberg, 1996
- Bollerslev, Tim, “*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*”, Journal of Econometrics 31 (3), 1986
- Bollerslev, Tim, Chou, Ray Y., Javaraman, Narayanan, Kroner, Kenneth F., “*ARCH Modeling in Finance: A Selective Review of the Theory and Empirical Evidence, with Suggestions for Future Research*”, Journal of Econometrics 48, July/August 1992
- Bollerslev, Tim, Engle, Robert F., Nelson, Daniel B., “*ARCH Models*”, Discussion Paper, 93-49, UCSD, 1993
- Bollinger, John, “*Der einfache Weg, Kursverläufe zu bestimmen*”, FinanzBuch Verlag, October 2002
- Castleman, Scott D., “*Pair Trading with implied volatility*” Futures, November 2003
- Chambers Clem, “*Pairs trade makes Lloyds a banker*”, Sunday Business London, January 2005
- De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “*Anomalies: A Mean Reverting Walk Down Wall Street*”, The Journal of Economic Perspectives, Vol. 3 Issue 1 Winter, 1989

De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “*Does the Stock Market Overreact*”, The Journal of Finance, Vol. XL NO. 3, July 1984

De Bondt, Werner F. M., Thaler, Richard, “*Further Evidence on Investor Overreaction and Stock Market Seasonality*”, The Journal of Finance, Vol. 42, Issue 3, December 1986

De Klerk, Vic, “*Putting the right pair together*”, Finance Week, July 2004

Do, Binh, Faff, Robert, Hamza, Kais, “*A New Approach to Modeling and Estimation for Pairs Trading*”, Monash University, May 29, 2006

Dockner, Engelbert J., Harold, Peter, “*Die Bedeutung von Volatilitätsprognosen, Verteilungsschätzungen und Portfoliobewertung im Rahmen von Value at Risk-Modellen*”, <http://epub.wu-wien.ac.at>, 1997

Ehrman, Douglas, “*Pairs Trading: New Look at an old strategy*”, Futures, May 2004

Elliot, Robert J., van der Hoek, John, Malcolm, William P., “*Pairs Trading*”, Haskayne School of Business - University of Calgary, Department of Applied Mathematics - The University of Adelaide, National ICT Australia - The Australian National University, October 2004

Engle, Robert F., “*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation*”, Econometrica 50, 1982

Fend, Reinhold, Luible, Christian, “*Historische Volatilität: Annualisierte Standardabweichung versus neue Berechnungsmethode*”, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., January 2009

Fischer, Black, “*Studies of stock price volatility changes*”, *Proceedings of the Business and Economic Statistics Section*, American Statistical Association, 177-81, 1976

Fischer, Edwin O, “*Finanzwirtschaft für Spezialisten: Internationales Finanzmanagement*”, Universität Wien, 2. Auflage, Oktober 1994

Fischer, Edwin O., “*Finanzwirtschaft der Unternehmung*”, Universität Wien, März 1994

Fischer, Edwin O., “*Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene*”, R. Oldenbourg Verlag, München Wien, 2002

Fischer, Edwin O., “*Finanzwirtschaft für Spezialisten: Kapitalmarktforschung und Investmentanalyse*”, Universität Wien, January 1995

Fischer, Edwin O., Genser, Michael B., *„Leitfaden für Diplom- und Seminararbeiten“*, Abteilung für Finanzwirtschaft- und Banken des Institut für Betriebswirtschaftslehre an der Universität Wien, Oktober 1999

Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, *„Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule“*, National Bureau of Economic Research, March 1999

Gatev, Evan, *„Three Essays on Arbitrage in Expectations“*, Yale University, 2001

Geyer, Alois, *„Grundlagen der Statistik“*, Unterlagen für den ÖVFA Lehrgang, Institut für Operations Research, Wirtschaftsuniversität Wien, 2007

Gutsche Michael *„Entwicklung eines Excel Modells zur Value at Risk Berechnung für Aktien“*, Universität Kassel, 2009

Hackl, Peter, Katzenbeisser, Walter, *„Mathematik für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften“*, R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1992

Hall, Robert E., Taylor, John B., *„Macroeconomics“*, W.W. Norton & Company, 1993

Hansell, Saul, *„Inside Morgan Stanley's Black Box“*, Institutional Investor, May, 1989

Kahneman, D., Tversky, A., *„Intuitive Prediction: Biases and Corrective Procedure Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases“*, London: Cambridge University Press, 1982

Kaul, Gautam, Nimalendran M., *„Bid-ask errors or market overreaction?“*, Journal of Financial Economics 28, 1990

Knöbl, Karin, *„Volatilität, Korrelation und Diversifikation“*, Derivate Magazin, January 2007

Kohler, André, *„Prognosemodelle auf dem Prüfstand“*, Finanz und Wirtschaft, 11 Ausgabe, February 2009

Krugman, Paul R., Obstfeld, Maurice, *„International Economics: Theory and Policy“*, Harper Collins College Publishers, Third Edition, 1994

Lee, Charles, M.C., Meyers, James N., Swaminathan, Bhaskaran, *„What is the Intrinsic Value of the Dow?“*, working paper, University of Washington and Cornell University, 1997

May, Simon, *„Businessplan einfach, schnell, professionell“* IJF Institut für Jungunternehmen, St. Gallen Zürich Lausanne, November 2010

Mc Ewan, Ron, *„A simplified approach to pairs trading“*, Futures, December 2003

- Meyer, Bernd, *“Die langfristige Performance von ‘Gewinner’- und ‘Verlierer’-Aktien am deutschen Aktienmarkt”*, Finanzmarkt und Portfolio Management 9, 1995
- Monoyios, Michael, Sarno, Lucio, *“Mean Reversion in Stock Index Futures Markets: A nonlinear Analysis”*, The Journal of Futures Markets, Vol. 22, No. 4, 2002
- Murphy, Patrick, *“Vive la difference”*, Money Marketing, May 2002
- Narasimhan, Jagadeesh, Titman, Sheridan, *“Overreaction, Delayed Reaction, and Contrarian Profits”*, The Review of Financial Studies, Vol. No.4, 1995
- NYSE Group, *“NYSE Composite Index®”*, NYSE Group, Inc., 2006
- Poddig, Thorsten, Dichtl, Hubert, *„Statistik, Ökonometrie, Optimierung“*, Uhlenbruch Verlag GmbH, Bad Soden/Ts., 2. Erweiterte Auflage, 2001
- Rosenberg, Barr, Reid, Kenneth, Lanstein, Ronald, *“Persuasive evidence of market inefficiency”*, Journal of Portfolio Management, Spring 1985
- Santini, Laura, *“Taiwan ‘Pair Trading’ Emerges a Hot Play”*, Wall Street Journal, January 2006
- Sercu, Piet, Uppal, Raman, *“International Financial Markets and The Firm”*, Champan & Hall, First Edition, 1995
- Simons, Howard L., *“Two can be better than one”*, Futures, September 2002
- Vidyamurthy, Ganapathy, *“Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis”*, John Wiley & Sons, Inc., 2004
- Wasilev, John, *“There’s profit in pairs trading”*, Australian Financial Review, November 2005
- Wasiliev, John, *“Pairs trading for profit and risk diversification”*, Australian Financial Review, April 2005
- Weilinger, Arthur, *“Kodex des österreichischen Rechts: Handelsrecht”*, LexisNexis Verlag ARD ORAC GmbH & CoKG, Wien, 28. Auflage, September 2003
- Whistler, Mark, *“Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies”*, John Wiley & Sons, Inc., 2004
- Wilmott, Paul, *“Frequently asked Questions in Quantitative Finance”*, John Wiley & Sons, Ltd, 2007

Internetquellen

BCV Waadtländer Kantonalbank, "<http://www.e-sider.com>"

Bollinger, John, "<http://www.bollingerbands.com>"

Comdirect Bank AG, "<http://www.comdirect.de>"

Cortal Consors S.A., "<https://www.cortalconsors.de>"

Deiters, Bert H, "*Rendite, Risiko und Volatilität*", <http://deifin.de>

Deiters, Bert H., "*Wertpapierleihe und Leerverkauf*", <http://deifin.de>

Die Schweizerische Post, "<http://www.postfinance.ch/>"

Direktanlage.at AT, "<https://www.direktanlage.at/>"

Easybank AG, "<http://www.easybank.at>"

Erste Group Bank AG, "<https://brokerjet.ecetra.com/at/home/index1.phtml>"

Freie Autoren, "*Bollinger-Bänder*", "<http://de.wikipedia.org>", Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, November 2010

Freie Autoren, "*Liquidität*", "<http://de.wikipedia.org>", Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, April 2011

Freie Autoren, "*Preis für Wirtschaftswissenschaften der schwedischen Reichsbank im Gedenken an Alfred Nobel*", "<http://de.wikipedia.org>", Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, April 2011

Freie Autoren, „%b = *Bollinger Oszillator*“, „<http://vtadwiki.vtad.de>“, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., November 2010

Freie Autoren, „*Bollinger Bänder*“, „<http://vtadwiki.vtad.de>“, Vereinigung Technischer Analysten Deutschlands e. V., November 2010

Freie Autoren, „*New York Stock Exchange*“, "<http://de.wikipedia.org>", Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Dezember 2010

Freie Autoren, „*NYSE Composite*“, "<http://de.wikipedia.org>", Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Dezember 2010

Freie Autoren, „*NYSE Euronext*“, "<http://de.wikipedia.org>", Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Dezember 2010

Freie Autoren, „*Spread (Wirtschaft)*“, "<http://de.wikipedia.org>", Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, August 2010

iShares, “http://us.ishares.com/product_info/fund/overview/NYC.htm“, BlackRock Advisors (UK) Limited

Lohner, H., “*Grundlagen der Statistik*“, http://www.statistics4u.info/fundstat_germ/, Epina Softwareentwicklungs- und Vertriebs-GmbH, September 2010

Nobel Media, “http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2003“, Nobel Media, April 2011

OnVista Bank GmbH, “<http://www.onvista-bank.de>“

Raiffeisenlandesbank Oberösterreich, “<https://www.bankdirekt.at>“

Swissquote Bank SA, “<http://www.swissquote.ch>“

The Toronto Dominion Bank, “<http://www.tdwaterhouse.ca/>“

Trading Software Pty Ltd, “*Layman’s Guide to Pair trading*“, “www.pairtradefinder.com“, Trading Software Pty Ltd., July 2008

Trenor Wolfgang, “<http://www.boersen-lexikon.com>“, www.instock.de, Berlin

Yahoo! Deutschland GmbH, “<http://de.finance.yahoo.com/q?s=^NYA&ql=0>“

Zady, Madelon F., “Z-5: *Sum of squares, variance, and the standard error of the mean*“, “<http://www.westgard.com>“, June 1999

Abstract

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die quantitative statistische Pairs Trading Theorie auf die Möglichkeit der Erzielung eines Arbitragegewinnes beziehungsweise eines höheren Gewinnes als durch die simple Investition in Marktindexpapiere zu überprüfen. Zu diesem Zweck wird in Kapitel 1 kurz auf den Begriff “Pairs Trading” eingegangen und die weitere Vorgehensweise innerhalb der Diplomarbeit besprochen.

In Kapitel 2 erfolgt eine Definition des Begriff “Pairs Trading” und es wird auf die historische Entstehungsgeschichte des Pairs Trading eingegangen. Darauffolgend werden in diesem Kapitel die Bedingungen für erfolgreiches Pairs Trading besprochen. Dazu zählen vor allem folgende Faktoren:

- Liquidität
- Marktneutrale Handelsstrategie
- Relative Bewertung
- Korrelation
- Volatilität
- Spread

Auch werden die unterschiedlichen Betrachtungen der oben genannten Faktoren in der dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Kernliteratur von Evan G. Gatev, William N. Goetzmann, K. Geert Rouwenhorst¹⁵⁵ und Mark Whistler¹⁵⁶ erörtert. Zusätzlich wird in einem eigenen Unterkapitel auf die Kritik eingegangen, das Pairs Trading sei nur eine weitere Form des Mean Reverse Verfahrens. Weiters werden am Kapitalmarkt existierende Finanztitel zur Durchführung der Pairs Trading Strategie besprochen

Kapitel 3 beschäftigt sich mit der Modellerstellung und der Auswahl des zu untersuchenden Kapitalmarktes. Zuerst wird die Historie des New York Stock Composite Index besprochen, danach erfolgt die Erstellung der zu untersuchenden Modelle. Hierbei wird auf die unterschiedliche Betrachtungsweise innerhalb der in Kapitel 2 erwähnten Kernliteratur Bezug genommen. Zum Abschluss von Kapitel 3 erfolgt die Modellerstellung und die Simulation der realen Handelskosten, welche als Grundlage für einige Modelle benötigt werden.

In Kapitel 4 erfolgt die Datenauswertung der unterschiedlichen Modelle. Hierbei werden die in Kapitel 3 erstellten und sich aufgrund der Kernliteratur unterscheidenden Modelle gegenübergestellt und anhand der Renditeentwicklung bezüglich ihrer Effizienz verglichen. Auch wird in einem eigenen Unterkapitel auf den bei allen

¹⁵⁵ Vgl. Gatev, Evan G.; Goetzmann, William N., Rouwenhorst, K. Gert, “Pairs Trading: Performance of a relative value arbitrage rule”, National Bureau of Economic Research, March 1999

¹⁵⁶ Vgl. Whistler, Mark, “Trading Pairs: Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies”, John Wiley & Sons, Inc., 2004

Modellen festgestellten Effekt der Finanzkrise des Jahres 2008 näher eingegangen und mögliche Erklärungen für diesen Effekt präsentiert

Das Schlusswort liefert eine Zusammenfassung der in Kapitel 4 berechneten Modelle und widerlegt die Annahme, dass es sich beim Pairs Trading nur um eine weitere Methode des Mean Reverse Verfahren handelt. Zusätzlich werden Lösungsansätze für den festgestellten Effekt des Jahres 2008 präsentiert.

Curriculum Vitae

Angaben zur Person

Name Heinz Lorenz Habermuth

Email heinz.habermuth@gmx.at

Staatsangehörigkeit Österreich

Geburtsdatum 18. März 1974

Geburtsort Klagenfurt

Schul- und Berufsbildung

Juni 1993 Matura mit ausgezeichnetem Erfolg (BHAK/BHAS Völkermarkt)

Oktober 1993 Beginn des Studiums der internationalen Betriebswirtschaftslehre

Berufserfahrung

06/1990 – 09/1999 Diverse Praktika bei Volksbank Kärnten Süd, Sommerrodelbahn Eberndorf, Flughafen Wien AG, Andritz AG

10/1999 – 05/2000 Grundwehrdienst Jägerregiment Wien

06/2000 – 06/2001 Customer Excellence Center Netway AG

07/2001 - 03/2004 Customer Excellence Center UTA Telekom AG

04/2004 – 02/2006 Customer Excellence Center Master Management im

	Auftrag von Tele2/UTA Telekom AG
03/2006 bis heute	Thematik IT Services GmbH im Auftrag von OMV AG, Abteilung OMV Solutions
	Thematik IT Services GmbH im Auftrag von BIG, Abteilung NSA
	Thematik IT Services GmbH im Auftrag von Schneider Electric, Abteilung IT