

Detering, Nils; Zhou, Qixiang; Wystup, Uwe

**Working Paper**

## Volatilität als Investment: Diversifikationseigenschaften von Volatilitätsstrategien

CPQF Working Paper Series, No. 30

**Provided in Cooperation with:**

Frankfurt School of Finance and Management

*Suggested Citation:* Detering, Nils; Zhou, Qixiang; Wystup, Uwe (2012) : Volatilität als Investment: Diversifikationseigenschaften von Volatilitätsstrategien, CPQF Working Paper Series, No. 30, Frankfurt School of Finance & Management, Centre for Practical Quantitative Finance (CPQF), Frankfurt a. M.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/55527>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

CPQF Working Paper Series  
No. 30

**Volatilität als Investment  
Diversifikationseigenschaften von Volatilitätsstrategien**

**Nils Detering, Qixiang Zhou und Uwe Wystup**

Diese Studie ist aus einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit der Lupus alpha Asset Management AG hervorgegangen, der wir an dieser Stelle danken möchten.

Januar 2012

Autoren:

*Nils Detering*  
Doktorand im CPQF

Frankfurt School of Finance & Management  
Frankfurt/Main  
n.detering@fs.de

*Qixiang Zhou*  
MathFinance AG  
Frankfurt/Main  
qixiang.zhou@mathfinance.com

*Uwe Wystup*  
Vorstand der MathFinance AG und  
Honorarprofessor für Quantitative Finance  
Frankfurt School of Finance & Management  
Frankfurt/Main  
uwe.wystup@mathfinance.com

Herausgeber:

Frankfurt School of Finance & Management  
Phone: +49 (0) 69 154 008-0 ■ Fax: +49 (0) 69 154 008-728  
Sonnemannstr. 9-11 ■ D-60314 Frankfurt/M. ■ Germany

### **Executive Summary**

In Zeiten stark schwankender Finanzmärkte liegt der Fokus von Investoren insbesondere auf dem mit einer Anlage verbundenen Risiko. Gerade in diesen Marktphasen suchen Investoren nach Möglichkeiten, ihr bestehendes Portfolio weiter zu diversifizieren. Volatilitätsinvestments bieten durch ihre negative Korrelation zu traditionellen Assetklassen diese Möglichkeit.

#### **Volatilität: Mehr als eine Risikokennzahl**

Mathematisch gesehen misst die Volatilität, wie stark die Rendite eines Investments um ihren mittleren Wert streut. Neben der beschriebenen realisierten, d.h. historisch messbaren Volatilität, hat sich in der Kapitalmarktforschung und Praxis eine weitere Volatilitätsgröße verbreitet, die implizite Volatilität. Diese berechnet sich aus Optionspreisen und wird ökonomisch als die vom Markt erwartete zukünftige Volatilität interpretiert. Beide Volatilitätsgrößen werden üblicherweise zur Bezifferung des Risikos eines Investments herangezogen. Neben der reinen Risikoquantifizierung kann Volatilität jedoch auch als Renditequelle dienen, die eine marktunabhängige Rendite ermöglicht.

#### **Volatilität als Investment**

Durch die Einführung entsprechender Finanzinstrumente (Optionen, Futures) ist Volatilität eine investierbare Größe geworden. Insbesondere aus Sicht institutioneller Investoren stellt Volatilität aufgrund der geringen bzw. negativen Korrelation zu klassischen Assetklassen (Aktien und Renten) ein interessantes Anlagensegment dar und wird in der Finanzbranche als neue Assetklasse eingeordnet.

#### **VIX-Index schwer investierbar**

Als zentrales Risikobarometer für Volatilität hat sich dabei der Volatilitätsindex VIX für das den S&P 500 umfassende Anlageuniversum entwickelt. Das gestiegene Interesse an Volatilitätsinvestments spiegelt sich in dem über die Jahre gestiegenen Volumen der auf den VIX gehandelten Futures und Optionen wider. Trotz der Popularität des VIX ist es jedoch nicht möglich, direkt in den Index zu investieren. So besteht lediglich über Futures die Möglichkeit, ein Investment in den VIX zu tätigen. Sowohl die entstehende Komplexität als auch die resultierenden Kosten lassen es jedoch fraglich erscheinen, ob Futures als optimales Vehikel für Volatilitätsinvestments angesehen werden sollten.

#### **Vola-Strategien: Equity Variance Swaps**

Eine interessante Alternative zu den genannten Investmentvehikeln bieten Equity Variance Swaps (EVS). Diese bieten im Gegensatz zu den zuvor genannten Finanzinstrumenten die Möglichkeit eines Volatilitätsinvestments, ohne die Notwendigkeit das Investment durch aktiven Handel nach zu justieren, wie bspw. durch das Rollen von Futures oder Delta Hedging. Über EVS ist es dabei möglich, derzeitige

implizite gegen zukünftig realisierte Volatilität zu handeln und somit in normalen Marktphasen systematisch Prämien durch den Verkauf von EVS zu vereinnahmen. Dabei werden EVS zu der üblicherweise höheren impliziten Volatilität verkauft und am Ende der Laufzeit zu der in normalen Marktphasen niedrigeren realisierten Volatilität abgerechnet. Voraussetzung einer Assetklasse ist die systematische Generierung eigener Renditen. Dies ist beispielsweise bei Volatilitätshandelsstrategien, die auf der Vereinnahmung der Prämien des Volatilitätsspreads zwischen impliziter und realisierter Volatilität basieren, möglich. Diese Strategien können aufgrund der in normalen Marktphasen erzielten Rendite, welche über der üblichen Marktrendite liegt, als eigene Assetklasse eingestuft werden.

### **Empirische Performance von Volatilitätshandelsstrategien:**

#### **Long Only: Höhere Sharpe Ratios als Aktienstrategien, aber Anfälligkeit in Krisenzeiten**

Um die Eigenschaften von EVS Verkaufsstrategien näher zu betrachten, wurde in der Studie die historische Performance von Strategien evaluiert, die EVS mit ein- und zwölfmonatiger Laufzeit verkaufen. Die Strategien liefern in dem Untersuchungszeitraum von Januar 2004 bis Juli 2011 am US-amerikanischen und europäischen Kapitalmarkt sowohl positive Renditen als auch, im Vergleich zu den korrespondierenden Aktienindizes, höhere Sharpe Ratios. Robustheitstests zeigen, dass die berechneten Ergebnisse mit der Wahl der Handelsfrequenz und des Handelstages schwanken. Jedoch erwirtschaften alle betrachteten Strategien unabhängig von der Wahl der Handelsfrequenz und des Handelstags konsistent positive Renditen. Darüber hinaus zeigt sich in der Rückrechnung, dass beide Long-Only Strategien (Verkauf 1 Monat, Verkauf 12 Monate EVS) teilweise erhebliche Verluste in Krisenzeiten hinnehmen mussten. Die zu beobachtenden Verluste sind dabei für die Strategien, die einjährige EVS verkaufen, deutlich höher als die korrespondierenden Verluste, die auf dem Verkauf einmonatiger EVS basieren.

#### **Long-Short-Strategien reduzieren Krisen-Sensitivität**

Um die Sensitivität der Strategien zu Kapitalmarktverwerfungen zu reduzieren, wurde in der Studie eine Long-Short-Strategie (Verkauf 1 Monat; Kauf 12 Monate EVS) evaluiert, welche auf dem Verkauf von EVS mit einmonatiger Laufzeit und dem Kauf einjähriger EVS basiert. Durch Kombination der beiden Strategien wird dabei bewusst Renditepotential aufgegeben, um die gewünschte verringerte Sensitivität zu erreichen. Als ein Ergebnis der Studie hat sich gezeigt, dass in dem Untersuchungszeitraum Long-Short-Strategien eine stark negative Korrelation (-0,80 am US-amerikanischen Markt und -0,75 am europäischen Markt) zu dem korrespondierenden Index aufweisen. Diese Strategie weist über die Untersuchungsperiode eine positive Rendite sowie eine, im Vergleich zu den entsprechenden Aktienindizes, höhere Sharpe Ratio aus. Der gewünschte Effekt einer reduzierten Sensitivität zu Finanzmarktkrisen wird dabei übertroffen: die konstruierte Strategie konnte auch in diesen Zeiten positive Renditen erzielen.

Die empirischen Resultate zeigen, dass Volatilitätsinvestments auch in einem schwierigen Kapitalmarktumfeld eine positive Rendite erwirtschaften können. Über die Kombination verschiedener Handelsstrategien ist es darüber hinaus sogar möglich, in Zeiten von Kapitalmarktverwerfungen eine positive Rendite zu generieren. Somit bieten Volatilitätsinvestments auch in schwierigen Kapitalmarktphasen den gewünschten Diversifikationseffekt und können einen wertvollen Beitrag in der Asset Allokation von Kunden spielen.

### **Volatilität als Baustein in der Asset Allokation**

Um den Beitrag von Volatilitätsinvestments zur Asset Allokation exemplarisch zu evaluieren, wurde die zuvor beschriebene Long-Short-Volatilitätsstrategie einem repräsentativen Portfolio, bestehend aus 70% Aktien und 30% Renten (70/30 Portfolio), beigemischt. Die Beimischung der Strategie zu dem betrachteten 70/30 Portfolio resultiert in einer deutlichen Reduktion des Risikos bzw. Steigerung der erzielten Rendite des Portfolios. Die sich über den Untersuchungszeitraum von Januar 2004 bis Juli 2011 ergebende Sharpe Ratio beläuft sich auf 0,79 (ausgehend von einer Sharpe Ratio des 70/30 Portfolios von 0,15) am US-amerikanischen Markt. Die entsprechende Sharpe Ratio am europäischen Markt liegt bei 0,41 (ausgehend von einer Sharpe Ratio des 70/30 Portfolios von lediglich 0,04). Die starken Steigerungen der Sharpe Ratios zeigen, dass Volatilität nicht nur als isoliertes Investment, sondern gerade und insbesondere als Beimischung in der Asset Allokation eine wichtige Rolle spielen sollte.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Definition einer Anlageklasse</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Volatilität als eigene Anlageklasse</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Statistische Eigenschaften der Volatilität und des Basiswertes</b>	<b>13</b>
4.1	Datensatz . . . . .	14
4.2	Analyse der Verteilung der Renditen . . . . .	14
4.3	Korrelation . . . . .	16
4.3.1	Beseitigung der Autokorrelation der quadratischen Renditen . . . . .	17
<b>5</b>	<b>Strategien</b>	<b>22</b>
5.1	Verkauf Volatilität 1 Monat . . . . .	23
5.2	Verkauf Volatilität 1 Monat / Kauf Volatilität 1 Jahr . . . . .	23
<b>6</b>	<b>Empirische Studie</b>	<b>24</b>
6.1	Verkauf Volatilität 1 Monat und 1 Jahr . . . . .	25
6.2	Einfluss der Verkaufsfrequenz der Varianzswaps . . . . .	28
6.3	Verkauf Volatilität 1 Monat / Kauf Volatilität 1 Jahr . . . . .	30
6.4	Kombiniertes Portfolio . . . . .	31
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>35</b>
<b>A</b>	<b>Abbildungen und Tabellen für den EuroStoxx</b>	<b>36</b>
A.1	Statistik EuroStoxx und VSTOXX . . . . .	36
A.2	Strategien EuroStoxx 50 . . . . .	41
<b>B</b>	<b>Alternative Berechnungen für ein Nominal von zwei Millionen</b>	<b>48</b>
B.1	USD Fall . . . . .	48
B.2	EURO Fall . . . . .	51

# 1 Einleitung

Es hat sich in den vergangenen Jahrzehnten durchgesetzt, die Wertänderung von Wertpapieren durch stochastische Prozesse zu beschreiben. Die Volatilität ist dabei die entscheidende Größe um einzuschätzen, wie risikoreich eine Aktie ist. Sie misst insbesondere wie stark ihre Wertzuwächse um einen mittleren Wert streuen.

In der Statistik wird Volatilität als Maß für die Schwankungsbreite einer Zufallsgröße betrachtet. Die Volatilität oder Standardabweichung  $\sigma$  einer Zufallsgröße  $X$  ist definiert als Wurzel der quadratische Abweichung von ihrem Erwartungswert:

$$\sigma = \sqrt{\mathbb{E}((X - \mathbb{E}(X))^2)} \quad (1)$$

Die Varianz ist definiert durch  $\text{var}(X) = \sigma^2$ . Sie ist also ein Maß für die erwartete quadratische Abweichung vom Erwartungswert. Es gibt prinzipiell keinen Grund dafür, das Schwankungsrisiko über ein quadratisches Abhängigkeitsmaß zu definieren; es wären auch höhere Momente oder der Absolutwert des Abstandes vom Erwartungswert denkbar. Allerdings hat das quadratische Maß einige vorteilhafte theoretische Eigenschaften.

Da man oft die genaue Verteilung einer Zufallsgröße nicht kennt, schätzt man häufig die Volatilität von unabhängigen und identisch verteilten Zufallsvariablen  $X_1, \dots, X_n$  mit dem Schätzer für die Varianz:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

wobei  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$  der Schätzer für den Erwartungswert ist. Im Fall von historischen Zeitreihen von Aktienkursen wendet man die Formel auf die täglichen logarithmischen Renditen

$$x_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}} \quad (3)$$

an und erhält die Schätzung

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

mit  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ . Es gilt zu beachten, dass der Schätzer nur für unabhängig, identisch verteilte Zufallsvariablen vernünftige Ergebnisse liefert.

Bei der Betrachtung von Zeitreihen von Finanzinstrumenten ist es üblich, die Volatilität der logarithmischen Renditen zu annualisieren, um eine einheitliche Bezugsgröße zu haben.

$$\sigma_a = \sqrt{a \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (5)$$

Dabei steht  $a$  für die Anzahl an Handelstagen in einem Jahr, z.B.  $a = 252$ . Die Größe  $\sigma_a$  sagt also etwas aus über die Schwankungsbreite der Jahresrendite einer Aktie. Neben der

in vielen Bereichen stark verbreiteten realisierten Volatilität  $\sigma_R$ , also der Volatilität die aus einer historischen Zeitreihe geschätzt wurde, hat sich in der Kapitalmarktforschung und Praxis eine weitere Volatilitätsgröße verbreitet, die implizite Volatilität. Diese implizit aus den Optionspreisen berechnete Volatilität wird oft als die vom Markt erwartete zukünftige Volatilität interpretiert. Ihr liegt die Annahme zu Grunde, dass der Optionspreis mit Hilfe der Black-Scholes-Formel errechnet wird. Die Black-Scholes-Formel basiert auf der Annahme, dass der Aktienkurs einer geometrischen Brownschen Bewegung mit konstanter Volatilität  $\sigma$  und Aktiendrift  $\mu$  folgt:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (6)$$

Der mit der Black-Scholes-Formel berechnete Preis lässt sich von dem Verkäufer durch stetigen Handel im Basiswert absichern, sofern die für den Aktienprozess genutzte Volatilität  $\sigma$  eine gute Schätzung für die realisierte Volatilität  $\sigma_R$  während der Optionslaufzeit ist. Daher wird die implizite Volatilität oft als Schätzung für zukünftige realisierte Volatilität genutzt. Man geht also davon aus, dass der Market Maker einer Option die zukünftige Volatilität einigermaßen einschätzen kann.

Die implizite Volatilität  $\sigma_{im}$  errechnet sich als Inverse der Black-Scholes Formel:

$$\sigma_{im} = f(\nu, S, K, T, r, p) \quad (7)$$

wobei  $\nu$  der Black-Scholes Preis einer Option mit Strike  $K$ , Laufzeit  $T$ , Zinssatz  $r$  für eine risikolose Anlage bei einem Aktienpreis von  $S$  und einer Dividendenrendite  $p$  ist. Sie muss numerisch bestimmt werden. Es zeigt sich allerdings, dass die impliziten Volatilitäten nicht konstant sind für unterschiedliche Laufzeiten  $T$  und Basispreise  $K$ . Im Aktienmarkt werden in der Regel kurzfristige Volatilitäten höher gehandelt als langfristige. Zusätzlich sind die impliziten Volatilitäten für weit aus dem Geld liegende Basispreise deutlich höher als für solche am oder im Geld. Dieses Phänomen widerspricht den Annahmen des Black-Scholes-Modells. Der Grund dafür ist, dass die Normalverteilungsannahme der logarithmischen Renditen extreme Bewegungen des Aktienmarktes nicht hinreichend berücksichtigt. Da der Wert einer Standardoption monoton mit der Volatilität wächst, kann man durch Verwendung höherer Volatilitäten höhere Optionswerte erzeugen. Dies wird im Aktionoptionsmarkt insbesondere für Optionen mit Basispreisen unter dem aktuellen Aktienkurs beobachtet. Dadurch entsteht der bekannte Volatilitätssmile. Es zeigt sich zudem, dass die Volatilität nicht wie vom Black-Scholes-Modell vorausgesetzt konstant ist, sondern sich über die Zeit ändert. Es gibt daher unterschiedliche Erweiterungen des Black-Scholes-Modells zur Bewertung von Optionen. Das Modell mit lokalen Volatilitäten von Dupire [Dupire, 1994] und Derman und Kani [Derman and Kani, 1994] erlaubt, dass sich die Volatilität deterministisch als Funktion der Zeit und des Basiswerts verändert. Dieses Modell ermöglicht es, den am Markt beobachteten Volatilitätssmile nachzubilden. Ein Modell, das die stochastische Änderung der Volatilität berücksichtigt, ist Hestons stochastisches Volatilitätsmodell [Heston, 1993]. In diesem Modell hat die Volatilität ihre eigene stochastische Dynamik, dargestellt als Mean Reversion-Prozess.

Unsere Analyse zeigt, dass die implizite Volatilität der von uns untersuchten Indizes negativ korreliert ist mit dem Kurs des Basiswertes. Dieses Phänomen wird für Aktien von



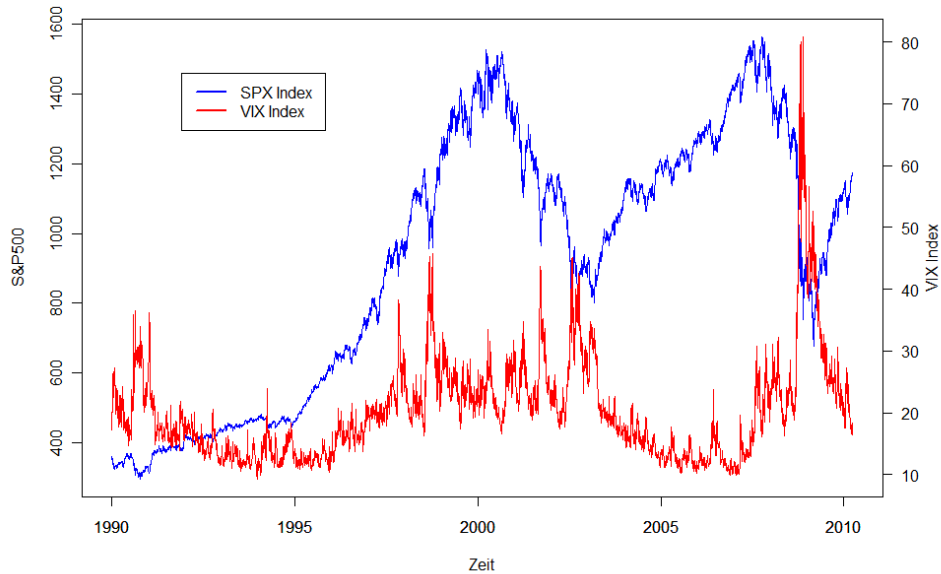


Abbildung 1: S&amp;P 500 (SPX) versus VIX

Black und Scholes [Black and Scholes, 1973] in ihrem berühmten Aufsatz im *Journal of Political Economy* damit erklärt, dass ein Fallen des Aktienwertes den Eigenkapitalanteil der Firma reduziert und somit den Fremdkapitalfaktor erhöht. Der höhere Fremdkapitalfaktor erhöht das Risiko einer Anlage in der Firma, was sich in der erhöhten Volatilität widerspiegelt. Abbildung 1 macht die starke negative Korrelation des S&P 500 Index und des Volatilitätsindex VIX deutlich.

Die starke Dynamik der Volatilität legt die Frage nahe, inwieweit eine Investition in Volatilität entweder zur Absicherung oder aber zu spekulativen Zwecken möglich ist. Unterschiedliche Strategien ermöglichen es, Positionen einzugehen, deren Wert sehr stark von der gehandelten impliziten Volatilität abhängt. Ein Beispiel dafür sind Straddles oder Strangles. Durch stetiges Absichern im Basiswert können diese Strategien genutzt werden, um implizite Volatilität abzusichern. Diese Strategien sind allerdings von Natur aus keine reinen Volatilitätsstrategien und die Absicherung im Basiswert ist nicht ganz unproblematisch wie zum Beispiel Derman zeigt [Derman, 2003]. Sprünge im Basiswert, Transaktionskosten und die Tatsache, dass stetiges Handeln nicht immer möglich ist, bringen zusätzliches Risiko in die Strategien.

Aus diesem Grund hat sich das OTC-Geschäft für Varianzswaps entwickelt. Ein Varianzswap ermöglicht ein reines Investment in Volatilität ohne zusätzliche Abhängigkeit vom Basiswert. Ein Varianzswap zahlt die Differenz von realisierter Varianz  $\sigma_a^2$  der logarithmischen Renditen und einem zu Beginn festgesetzten Strike  $\sigma_s^2$  aus, multipliziert mit dem Nominal des Swaps:

$$\text{Nominal} \cdot (\sigma_a^2 - \sigma_s^2). \quad (8)$$

Bei der Berechnung der realisierten Volatilität in (Gleichung 5) wird normalerweise mit

einem Mittelwert  $\bar{X}$  von 0 gerechnet. Carr und Madan [Carr and Madan, 1998] und Demeterfi [Demeterfi et al., 1999] zeigen, dass die Auszahlung eines Varianzswaps durch Optionen unterschiedlichen Basispreises repliziert werden kann. Varianzswaps liefern daher auch ein Investment nicht nur in die implizite Volatilität von am Geld gehandelten Optionen sondern ein Investment in den “Volatilitätssmile”. Der (kostenneutrale) Strike des Varianzswaps wird basierend auf dem Volatilitätssmile so bestimmt, dass der Swap am Anfang einen Wert von null hat.

Die Artikel von Carr und Wu [Carr and Wu, 2006] [Carr and Wu, 2009] und ein Artikel von Hafner und Wallmeier [Hafner and Wallmeier, 2007] beschäftigen sich mit der Risikoprämie für implizite Varianz. Sie zeigen, dass unter normalen Marktbedingungen die Risikoprämie für Varianzswaps negativ ist. Investoren sind also bereit, einen Preis zu bezahlen, um sich gegen das Volatilitätsänderungsrisiko, also das Risiko wie hoch die realisierte Volatilität während der Laufzeit des Swaps ausfällt, abzusichern.

Die Chicago Board of Options Exchange (CBOE) führte im Jahr 1993 ihren ersten Volatilitätsindex (Ticker:VXO) ein. Er liefert eine Indikation für die implizite Volatilität der gehandelten Optionen auf den S&P 100 mit Basispreis in der Höhe des aktuellen Kassakurses und einer Laufzeit von 22 Handelstagen. Der Index berechnet sich aus dem Durchschnitt der impliziten Volatilitäten von acht an der OEX gehandelten Optionen auf den S&P 100. Dafür werden je zwei Put und Call Optionen mit Strikes um den aktuellen Kassakurs aus den zwei kürzesten gehandelten Laufzeiten gewählt. Die hiermit erhaltene annualisierte Volatilität  $\sigma_{ATM}$  wird mit einer künstlichen Konvention in die quotierte Volatilität umgerechnet:

$$\sigma = \sigma_{ATM} * \frac{\sqrt{NC}}{\sqrt{NC - 2 * \text{Int}(\frac{NC}{7})}} \quad (9)$$

wobei  $NC$  die Anzahl an Kalendertagen bis zum Laufzeitende  $T$  der Option ist. Die Funktion  $\text{Int}(x)$  bezeichnet die größte ganze Zahl kleiner oder gleich  $x$  (Für eine genaue Beschreibung siehe [Carr and Wu, 2006]). Diese Konvention macht die quotierte Volatilität schwer vergleichbar mit der sonst üblichen annualisierten Volatilität. Dies wurde sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft immer wieder kritisiert und hat die CBOE dazu bewegt, im Jahr 2003 zusätzlich einen überarbeiteten Volatilitätsindex (Ticker:VIX) zu veröffentlichen. Er liefert eine Indikation für die (kostenneutralen) Strikes von Varianzswaps auf den S&P 500 mit einer Laufzeit von einem Monat, die sich aus der impliziten Volatilität der replizierenden Optionen berechnen. Nachdem die CBOE 2004 eine weitere Börse, die Chicago Futures Exchange, eröffnete, wurden zusätzlich Futures mit monatlichen Verfallsterminen auf den VIX eingeführt. Diese ermöglichten es erstmals direkt an der Börse in implizite Varianz zu investieren. Im Jahre 2006 kamen zusätzlich noch Optionen als Investitionsmöglichkeit auf den VIX dazu. Abbildung 2 zeigt den starken Anstieg an ausstehendem und gehandeltem Volumen in den letzten Jahren, gemessen anhand von Kontrakten.

Es ist also im Laufe der Zeit deutlich einfacher geworden, in Volatilität zu investieren. Daher versuchen in den letzten Jahren einige Fondsmanager ihr Portfolio zu diversifizie-

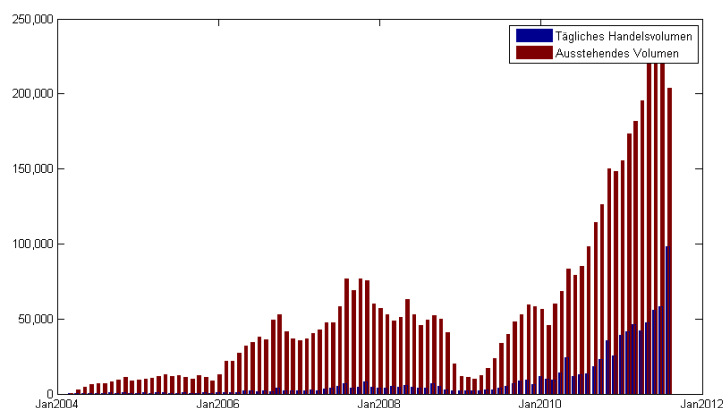


Abbildung 2: Tägliches Handelsvolumen und ausstehendes Volumen des VIX Futures

ren, indem sie einen Teil des Portfolios in Volatilität investieren. Wie bereits erwähnt, ist die Varianzswappremie in normalen Marktphasen negativ. Daher versuchen viele Fonds zusätzliche Rendite zu erzielen, indem sie Varianzswaps verkaufen. Hafner und Wallmeier [Hafner and Wallmeier, 2007] zeigen, dass es mit Short Varianzswap-Strategien möglich ist, die Sharpe Ratio im EuroStoxx und im DAX zu erhöhen. Grant, Gregory und Luiand [Grant et al., 2007] zeigen, dass die Beimischung von Varianzswap Short-Positionen in ein Aktienportfolio die Effizienzlinie im US-Markt deutlich erweitern kann. Zusätzlich zur Überlegenheit gegenüber dem Marktportfolio zeigen sie auch, dass eine Short Varianzswap-Strategie den meisten Hedge Fonds-Strategien überlegen ist.

## 2 Definition einer Anlageklasse

Infolge der gestiegenen Liquidität von Volatilitätsprodukten ist in den letzten Jahren immer wieder die Frage aufgekommen, inwieweit Volatilität als eigene Anlageklasse betrachtet werden kann. Um diese Frage zu beantworten, muss der Begriff *Assetklasse* genau definiert werden. Dieser Begriff wird in der Literatur und in anderen Medien nicht sehr einheitlich verwendet. Greer [Greer, 1997] definiert in seinem Beitrag “What is an Asset Class, Anyway?” eine Anlageklasse als eine Menge von Anlageobjekten, die einige fundamentale ökonomische Eigenschaften teilen und zusätzlich Eigenschaften haben, die sie von anderen Anlageklassen abgrenzen. Er nimmt weiterhin eine Gruppierung der Anlageklassen vor. Dabei unterscheidet er in Kapitalanlagen, also Anlagen, die sich auf einen erwarteten Zahlungsstrom beziehen, konsumierbare Anlageobjekte wie etwa Rohstoffe und Anlageobjekte zur Wertaufbewahrung, wie zum Beispiel Währungen aber auch Kunst. Allerdings zeigt sich auch bei der Klassifizierung der Anlageklassen die Schwierigkeit der Zuordnung. Beispielsweise ist Gold sowohl eine konsumierbare Anlage als auch eine Anlage zur Wertaufbewahrung.

Als weiteres Unterscheidungsmerkmal wird gefordert, dass sich Anlagen unterschiedlicher Anlageklassen in gegebenen Marktszenarien unterschiedlich verhalten.

Die drei klassischen Anlageklassen sind Aktien, Renten und Geldmarkt. Weitere Anlageklassen, die inzwischen auch über Fonds und Derivate für den Privatanleger liquide handelbar sind, sind Immobilien und Rohstoffe.

### 3 Volatilität als eigene Anlageklasse

Die Frage ob Volatilität als eigene Anlageklasse zu bezeichnen ist, ist nicht ganz einfach zu beantworten. Folgende Punkte sprechen dagegen:

- Volatilität ist eine statistische Größe, die das Risiko einer Anlage beschreibt. Der Handel von Volatilität dient in der Regel eher zum Absichern von Positionen als zur Investition.
- Volatilität hat keine zu Grunde liegende Anlage auf die sie sich bezieht und keinen inneren Wert.
- Im Unterschied zu Renten und Aktien generiert eine Anlage in Volatilität keine Zinsen oder Dividenden. Es ist mit einer reinen Buy and Hold Position in realisierter oder impliziter Volatilität nicht möglich, eine Rendite in der Höhe der Inflation zu erwirtschaften wie es zum Beispiel mit Gold, Immobilien oder Rohstoffen zumindest teilweise möglich ist.
- Es ist schwer, die zukünftige Volatilität zu schätzen. Zudem ist es für Investoren immer noch nicht ganz einfach "reine", sowohl realisierte als auch implizite, Volatilität zu handeln wie dies beispielsweise bei Renten oder Aktien der Fall ist. Es gibt zwar Futures auf Volatilitätsindizes wie den VIX. Allerdings lässt sich mit ihnen nur auf implizite Volatilität spekulieren. Ein richtiges Investment wie es bei anderen Anlageklassen möglich ist, gibt es bei Volatilität so nicht.

Auf der anderen Seite spielt der Handel von Volatilität in den letzten Jahren eine immer größere Rolle. Diese zunehmende Bedeutung liefert einige Argumente, Volatilität doch als eigene Anlageklasse zu betrachten:

- Es gibt ein großes Interesse am Handel von Volatilität. Dies bezieht sich nicht nur auf das Absichern von Positionen, sondern auch auf kurzfristige Investitionen sowie auf langfristige Geldanlagen in Form von Volatilitätsstrategien.
- Die Entwicklung neuer Finanzinstrumente macht den Handel mit reiner Volatilität leichter für Investoren. Die neuen Indizes, Futures und Optionen auf Volatilität haben deutlich zu einem leichteren Handel von Volatilität beigetragen. Abbildung 2 macht ein deutlich gestiegenes Interesse am Handel mit Volatilität sichtbar. Es ist heutzutage möglich, Volatilität auf die meisten Aktienindizes problemlos zu handeln.

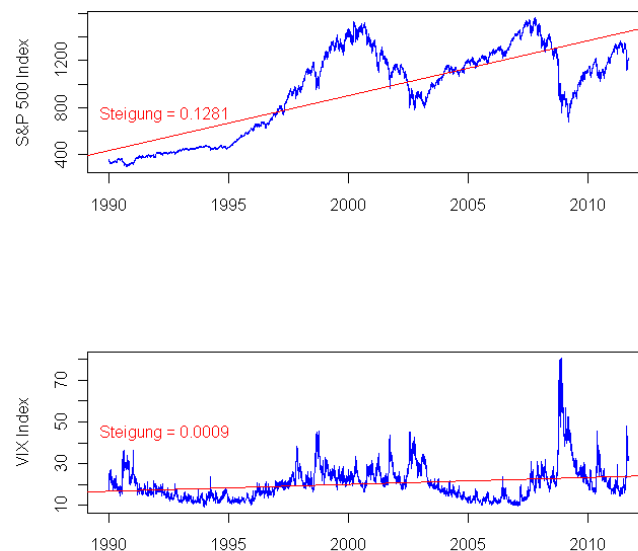


Abbildung 3: Langfristiger Trend S&amp;P 500 und VIX

- Volatilität zeigt eine negative Korrelation zu anderen Anlageklassen, insbesondere Aktien. Sie erfüllt daher das Kriterium unterschiedlichen Verhaltens gegenüber anderen Anlageklassen. Wie in Abbildung 1 deutlich wird, steigt Volatilität insbesondere in Abwärtsphasen des Aktienmarktes.
- Für Investoren ist zusätzlich das Mean Reversion Verhalten von Volatilität von Interesse. Volatilität steigt nicht beliebig hoch und tief. Der kleinste Wert des VIX Index seit Beginn war 9,89%. Sie tendiert recht schnell wieder zu einem mittleren Wert, sie erholt sich von Schocks sehr schnell wieder. Diese Eigenschaft macht Volatilität interessant für Investoren. Sie verkaufen Volatilität, wenn sie über ihrem statistischen Mittel liegt und kaufen sie, wenn sie darunter ist.
- Ein weiteres Argument für Volatilität als Anlageklasse sind die hohen Renditen, die mit einer Verkaufsstrategie von Varianzswaps erzielt werden können, wie von vielen empirischen Studien gezeigt. Die Sharpe Ratio von Portfolios kann erheblich gesteigert werden, wenn dem Portfolio eine Short Varianzswap-Strategie beigemischt wird. Diese Strategie kann dann eine deutliche Überrendite gegenüber dem Marktportfolio generieren. Zusätzlich wird das Portfolio diversifiziert.

Das Whitepaper von Parker et al. [Parker et al., 2009] und ein Forschungsbericht von Grant et al. [Grant et al., 2007] sprechen sich dafür aus Volatilität als Anlageklasse wegen der gestiegenen Liquidität in den Produkten zu betrachten. Huebscher [Huebscher, 2009] argumentiert, dass Volatilität als Anlageklasse eine reine Marketing-Idee ist.

Die Frage ob Volatilität eine Anlageklasse ist, sollte differenziert betrachtet werden. Man muss unterscheiden zwischen Investitionen in implizite Volatilität oder Investments in realisierte und implizite Volatilität. Beide Volatilitätsklassen alleine bieten nicht die Möglichkeit einer langfristigen mittleren Rendite mit einer Buy and Hold-Strategie. Strategien, die in VIX-Futures investieren, leiden unter den hohen Kosten beim Rollen der Positionen. Nur die Strategie, implizite Volatilität zu verkaufen und realisierte Volatilität zu kaufen, liefert in normalen Marktphasen eine Rendite, die über der üblichen Marktrendite liegt. Das bewusste Aufnehmen des Risikos realisierter Volatilität hat also durchaus Eigenschaften einer Anlageklasse. Sie ist aber für den Endkonsumenten nur in abgewandelter Form über Fonds oder ETFs zugänglich oder als Mischung mit anderen Assets. Schließlich entspricht eine Short Varianzswap-Strategie nicht einem Kapitalinvestment von zum Beispiel 100 Euro zu Beginn, das im Laufe der Zeit seinen Wert ändert und niemals negativ werden kann. Der Verkauf eines Varianzswap wird zu Beginn ohne Geldaustausch abgewickelt und birgt ein unbegrenztes Risiko bei steigender realisierter Volatilität, sofern der Varianzswap nicht mit einem Cap ausgestattet ist. Der Endkonsument wäre also bei einem reinen Investment in Varianzswaps eventuell in der Situation, Geld nachzahlen zu müssen wie bei jedem Swap. Dies kann nur durch Fondstrukturen verhindert werden, bei denen durch das restliche Fondsvermögen ein Puffer für Verluste zu Verfügung steht.

## 4 Statistische Eigenschaften der Volatilität und des Basiswertes

In diesem Abschnitt untersuchen wir die statistischen Eigenschaften des S&P 500 und des EuroStoxx 50 Kursindex und ihrer jeweiligen Volatilitätsindizes VIX und VSTOXX. Zunächst schauen wir uns die Verteilung der Renditen der einzelnen Indizes an und danach das Verhältnis zueinander. Das Verhältnis eines Aktienindex zu seiner Volatilität wird seit langem untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass in der Regel Volatilität steigt, wenn der Aktienmarkt fällt und umgekehrt. Oft wird bei diesen Analysen allerdings der Pearson Korrelationskoeffizient benutzt, der nur eine ganz bestimmte Art von Abhängigkeit messen kann, nämlich die lineare. Wir betrachten daher mehrere Abhängigkeitsmaße, um einen Vergleich zu ermöglichen. Der Schätzer für lineare Korrelation nach Pearson ist nur gültig für unabhängig, identisch verteilte Zufallsvariablen. Da bei den Renditen von Finanzreihen allerdings Phasen höherer und niedrigerer Volatilität zu beobachten sind, ist die Annahme von identischen, unabhängigen Renditen problematisch. Um diesem Problem zumindest teilweise gerecht zu werden, schätzen wir die Parameter für einen Prozess der die Autokorrelation in den quadratischen Renditen berücksichtigt und berechnen die Korrelation basierend auf den Residuen des angepassten Prozesses. Dadurch wird die Qualität des Korrelationsschätzers erhöht. Wir diskutieren in diesem Abschnitt nur die Ergebnisse für den S&P und den VIX; die Ergebnisse für den EuroStoxx 50 und den VSTOXX sind im Anhang A dargestellt.

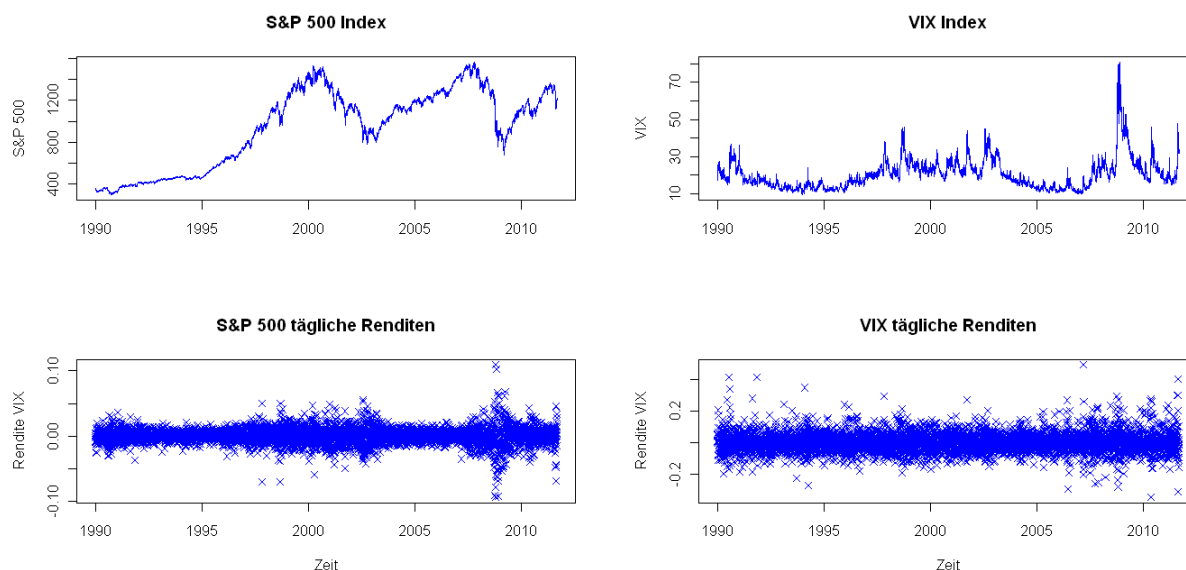


Abbildung 4: VIX Index Kurshistorie und Renditen

## 4.1 Datensatz

Unsere statistische Untersuchung basiert auf den täglichen Kursen des S&P 500, des EuroStoxx 50 und der beiden Volatilitätsindizes VIX und VSTOXX. Die beiden Indizes VIX und VSTOXX bilden einen Indikator für die am liquidesten gehandelten Volatilitäten für Optionen mit Laufzeit von einem Monat. Unsere Zeitreihe für den S&P 500 und den VIX beginnt am 2. Januar 1990 und endet am 31. August 2011; damit stehen uns insgesamt 5.463 Beobachtungen zur Verfügung. Die Kursentwicklung und die logarithmischen Renditen des S&P 500 sowie des VIX für den betrachteten Zeitraum werden in Abbildung 4 dargestellt. Für den EuroStoxx 50 und den VSTOXX umfasst der Datensatz Beobachtungen vom 4. Januar 1999 bis zum 31. August 2011, insgesamt 2.883 Tageskurse.

## 4.2 Analyse der Verteilung der Renditen

In der Literatur wird immer wieder die Annahme normalverteilter, logarithmischer Renditen für Aktienindizes kritisiert, da die beobachteten Renditen eine negative Schiefe (Skew) aufweisen und die Kurtosis der Renditen die der Normalverteilung übersteigt. Es treten also starke Kursschwankungen insbesondere in negative Richtung häufiger auf, als es die Normalverteilung erlaubt. In Tabelle 1 fassen wir die Ergebnisse der Schätzung dieser Größen zusammen.

Für den S&P 500 zeigt sich zum einen, dass die Schiefe nicht wie bei einer Normalverteilung null ist; die Verteilung ist also nicht symmetrisch um ihren Mittelwert. Die Abweichungen zur linken Seite fallen im Mittel stärker aus als die zur rechten Seite. Die Kurtosis von 11,80 deutet auf häufigere starke Bewegungen hin, die nicht durch die Normalverteilung erklärt werden können. Die Normalverteilung hat hier den Wert 3. Auch

	Erwartungswert	Volatilität	Schiefe (Skew)	Kurtosis
S&P 500	0,02% (5,63% p.a.)	1,18% (18,67% p.a.)	-0,24	11,80
VIX	0,01% (2,80% p.a.)	6,06% (96,18% p.a.)	0,67	7,53

Tabelle 1: Verteilungsstatistik der Renditen der Indizes

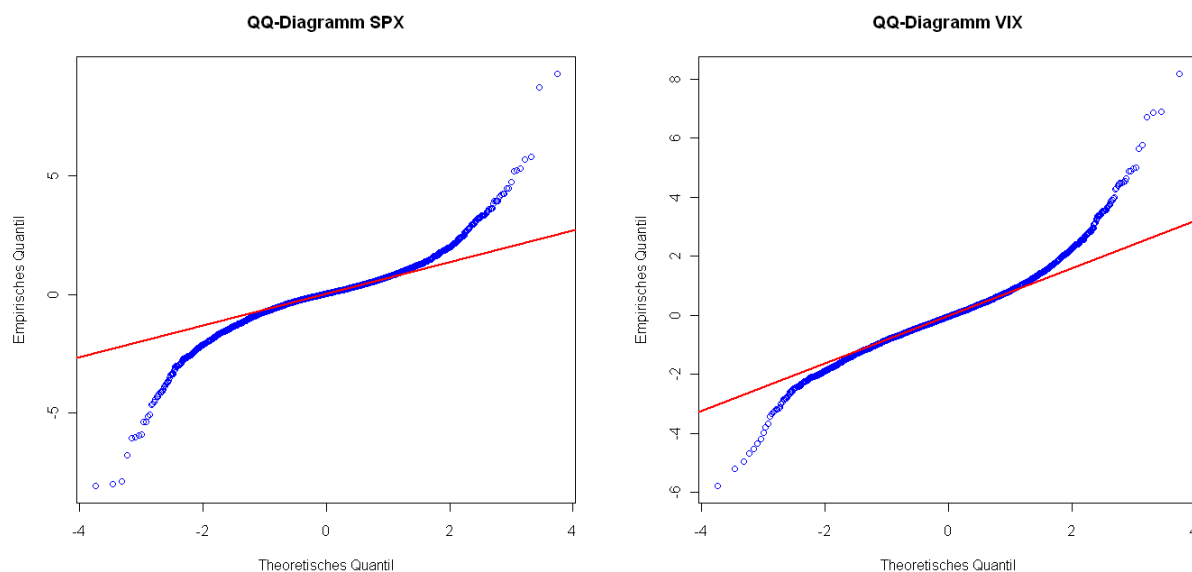


Abbildung 5: Quantil-Quantil-Diagramm S&amp;P und VIX

beim VIX-Index zeigt sich, dass die Ränder der Verteilung von der Normalverteilung abweichen mit einer Kurtosis von 7,53. Allerdings ist die Verteilung deutlich symmetrischer als die des S&P 500. Der VIX hat verglichen mit dem S&P eine sehr hohe Volatilität. Dies kann man auch in der Kurshistorie deutlich sehen. Der Index ist im Jahr 2008 kurzzeitig auf den vierfachen Wert angestiegen. In Abbildung 5 zeigen wir die Quantil-Quantil-Diagramme der Verteilungen. Hier werden die Abweichungen von der Normalverteilung am Rand grafisch veranschaulicht, indem die empirischen Quantile gegen die der Normalverteilung abgetragen werden. Würde die Normalverteilung die Verteilung der Renditen gut beschreiben, so dürften die Punkte nur wenig von einer Geraden mit Steigung 1 durch den Nullpunkt abweichen. Man sieht aber hier deutlich eine Abweichung an den Rändern. Im Zentrum der Verteilung sind die Abweichungen gering. Dieser Effekt höherer Wahrscheinlichkeiten für extreme Realisierungen wird oft als “fette Enden (fat tails)” bezeichnet.

Wenn man sich die Rendite-Zeitreihen in Abbildung 4 ansieht, fällt insbesondere bei den Indizes auf, dass es Perioden mit höherer und niedrigerer Volatilität gibt. Dieser sogenannte Volatility-Clustering-Effekt deutet darauf hin, dass die Renditen nicht unabhängig verteilt sind. Stärkere Ausschläge sind häufiger, wenn es in der Vor-Periode schon zu stärkeren



Verzögerung		5 Tage	10 Tage	20 Tage
Renditen S&P	Q-Statistik	38,31	53,09	97,86
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Quadratische Renditen S&P	Q-Statistik	2179,24	4159,38	7112,23
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Renditen VIX	Q-Statistik	93,28	130,24	151,96
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Quadratische Renditen VIX	Q-Statistik	357,74	604,16	705,45
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Tabelle 2: Test auf Autokorrelation (Box-Pierce-Test) von S&amp;P und VIX

Ausschlägen gekommen ist. Wir veranschaulichen daher die Autokorrelation der Renditen und der quadratischen Renditen für unsere Zeitreihen in Abbildung 6. Man kann hier deutlich sehen, dass die Autokorrelation der Renditen sehr gering ist, sie haben Absolutwerte von maximal 6% und wechseln für unterschiedliche Zeitverzögerungen das Vorzeichen. Die Autokorrelation der quadratischen Renditen ist allerdings selbst mit einer Zeitverzögerung von 20 Tagen noch beträchtlich und zeigt eine deutlich höhere Stabilität für unterschiedliche Verzögerungen im Gegensatz zu den Renditen. Die beobachtete Autokorrelation für den S&P wird bekräftigt durch den Box-Pierce-Test [Box and Pierce, 1970]. Der Test gibt an, ob eine Gruppe von Autokorrelationen mit Zeitverzögerung kleiner  $k$  ungleich null ist. In Tabelle 2 geben wir für die Renditen und quadratischen Renditen jeweils den Wert des Box-Pierce-Tests in der ersten Zeile an. Er ist mit dem  $\alpha$ -Quantil der Chi-Quadrat-Verteilung mit  $k$  Freiheitsgraden zu vergleichen. Wenn er größer ist, wird die Null-Hypothese nicht vorhandener Autokorrelation zum Signifikanzniveau  $\alpha$  abgelehnt. In der zweiten Zeile berechnen wir das daraus resultierende maximale Signifikanzniveau, mit dem der Test gerade noch die Null-Hypothese nicht vorhandener Autokorrelation ablehnt. Wie man sieht ist der Wert enorm gering für Renditen und quadratische Renditen und alle untersuchten Verzögerungen (5, 10 und 20) unter 0,01%. Es spricht also viel dafür, dass die Renditen aller betrachteten Indizes keine streng stationäre Verteilung haben. Auch die kleinere Autokorrelation der Renditen ist signifikant für den S&P. Die Ergebnisse des Eurostoxx sind weniger eindeutig.

### 4.3 Korrelation

Wir sind insbesondere an der Korrelation zwischen den Renditen eines Aktienindex und des dazu gehörigen Volatilitätsindex interessiert. Am häufigsten betrachtet man für zwei

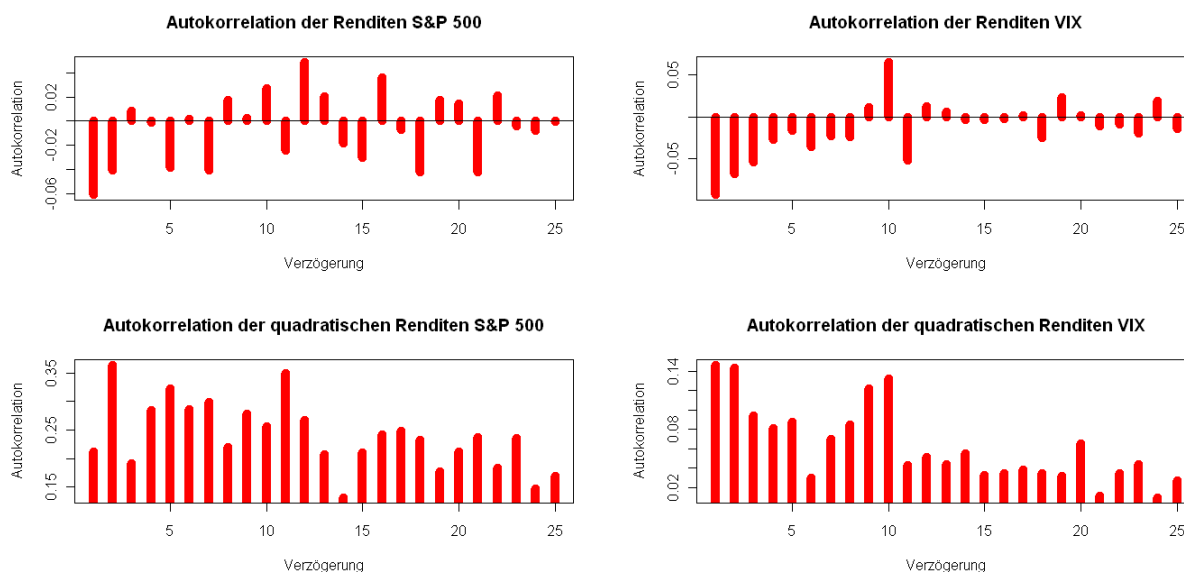


Abbildung 6: Autokorrelation der Renditen und quadratischen Renditen S&amp;P und VIX

Zufallsvariablen  $X$  und  $Y$  die lineare Korrelation, den Pearson Koeffizienten:

$$\rho = \frac{\mathbb{E}((X - \mathbb{E}(X))(Y - \mathbb{E}(Y)))}{\sqrt{\text{var}X} \sqrt{\text{var}Y}} \quad (10)$$

Da dieser allerdings einen parametrischen Zusammenhang der beiden Variablen  $X$  und  $Y$  zugrunde legt und daher nur bestimmte Abhängigkeit berücksichtigt, betrachten wir zusätzlich zwei nicht-parametrische Rangkorrelationskoeffizienten, Kendalls Tau und Spearmans Rho. Sie berechnen sich im Gegensatz zu dem Pearson-Koeffizienten nicht aus den einzelnen Werten, sondern aus den Rängen der Werte einer Datenmenge. Der Rang sagt dabei nur etwas über die Ordnung eines Wertes innerhalb der Datenmenge aus. Der Korrelationskoeffizient vergleicht nun paarweise die Ränge der Daten in jedem Datensatz. Bei einer Korrelation von 1 (-1) ist es möglich, eine monotone steigende (fallende) Funktion zu finden, die die Realisierungen von  $X$  auf  $Y$  abbildet. Da der Schätzer für den Pearson-Korrelationskoeffizienten nur für unabhängig, identisch verteilte Zufallsvariablen sinnvolle Ergebnisse liefert, transformieren wir unsere Daten so, dass die Autokorrelation der quadratischen Renditen reduziert wird. Im folgenden Abschnitt beschreiben wir kurz das hierzu genutzte Verfahren.

#### 4.3.1 Beseitigung der Autokorrelation der quadratischen Renditen

Um die schwankende Volatilität der logarithmischen Renditen zu verringern, schätzen wir die Parameter für einen ARCH-Prozess<sup>1</sup>, der den “clustering Effekt” der Volatilität berücksichtigt:

$$X_{t+\tau} = X_t + r_{t+\tau} \quad (11)$$

<sup>1</sup>Autoregressive conditional heteroskedastic process.

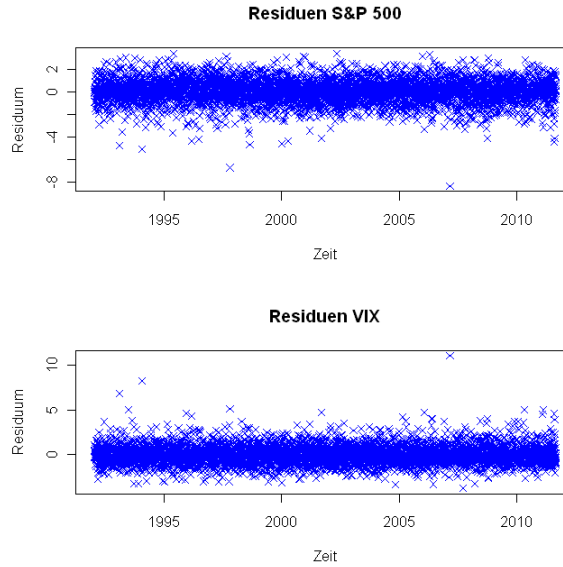


Abbildung 7: Residuen S&amp;P und VIX

$$r_{t+\tau} = \mu_t + \sigma_t(\text{eff}) * \varepsilon_{t+\tau} \quad (12)$$

wobei  $X_t$  die logarithmischen Kurse sind und  $\tau$  der Zeithorizont ist, in unserem Fall ein Tag. Der Term  $\sigma_t(\text{eff})$  ist der Schlüsselterm, um die zeitabhängige Volatilität (Heteroskedastizität) der Zeitreihe zu modellieren. Wir schätzen die zeitabhängige Volatilität mit der in der Arbeit von [Zumbach, 2007] beschriebenen Methode. Die  $\varepsilon_t$  sollten danach annähernd unabhängig und identisch verteilt sein mit  $\mathbb{E}(\varepsilon_t) = 0$  und  $\mathbb{E}(\varepsilon_t^2) = 1$ . Die effektive Varianz berechnet sich dabei als Linearkombination der vergangenen quadratischen Renditen

$$\sigma_t^2(\text{eff}) = \sum_{i=1}^k \lambda(i) r_{t-i}^2 \quad (13)$$

wobei  $\lambda(i)$  mit steigendem  $i$  abnimmt. Wir errechnen die effektive Volatilität basierend auf den letzten 512 Renditen, also  $k = 512$ . Dies und die Details für die Bestimmung der  $\lambda(i)$  werden ebenfalls von Zumbach [Zumbach, 2007] beschrieben. In Abbildung 7 zeigen wir die transformierten Renditen. Man sieht dort im Vergleich zu Abbildung 4, dass die Volatilität deutlich konstanter in dem gesamten betrachteten Zeitraum ist. In Abbildung 8 berechnen wir erneut die Autokorrelation für die transformierten Renditen. Wie man sieht, konnte die Autokorrelation der quadratischen Renditen deutlich reduziert werden, was die Hoffnung nahe legt, dass der Schätzer für die Korrelation im nächsten Abschnitt verbessert wird.

Auch die Ergebnisse des Box-Pierce-Tests der Residuen in Tabelle 3 zeigen, dass die Autokorrelation der quadratischen Renditen zumindest deutlich abgenommen hat. Die Null-Hypothese muss nicht verworfen werden, da die gemessene Autokorrelation mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zufällig sein kann. Die kleine Autokorrelation der Residuen konnte mit diesem Verfahren natürlich nicht so stark reduziert werden. Dafür wäre ein

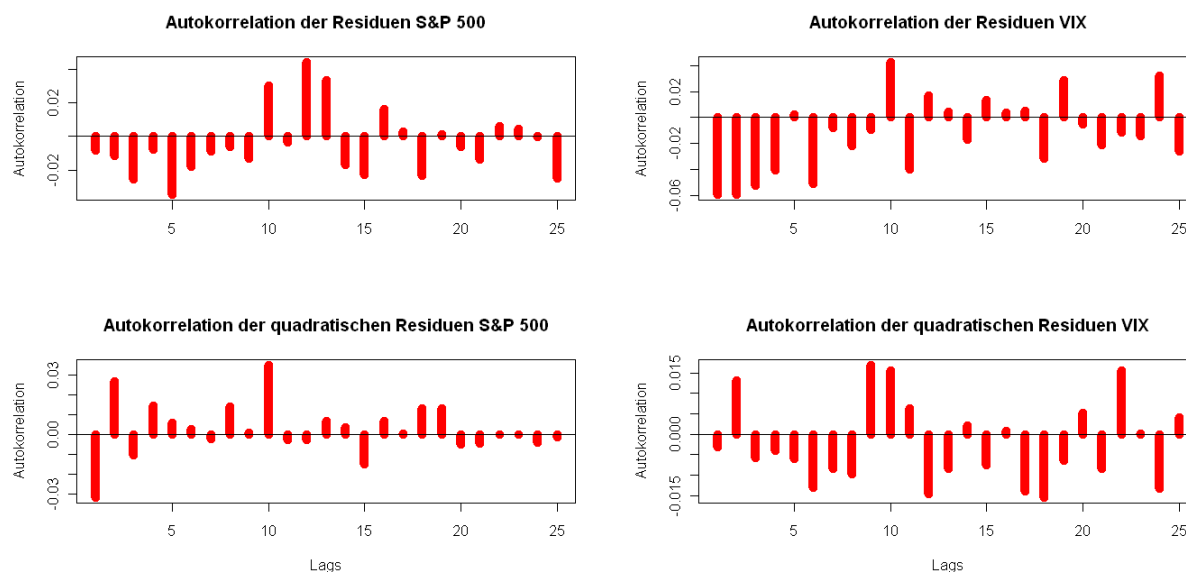


Abbildung 8: Autokorrelation der Residuen S&amp;P und VIX

allgemeineres Modell mit weiteren Termen für die Renditen als Linearkombination vergangener Renditen erforderlich.

In Tabelle 4 zeigen wir für die Residuen und für die unveränderten Renditen die Korrelationskoeffizienten von Pearson, Spearman und Kendall. Man sieht, dass für alle drei Koeffizienten eine deutliche negative Korrelation vorliegt. Die beiden Koeffizienten von Pearson und Spearman sind sehr ähnlich. Dies liegt daran, dass Spearman's Koeffizient genauso berechnet wird, wie Pearsons. Anstelle der wirklichen Punktwerte werden die Ränge in die Formel eingesetzt. Spearman ist sozusagen der Pearson-Koeffizient ohne zu Grunde gelegte Wahrscheinlichkeitsverteilung. Erwartungsgemäß ist die Differenz zwischen den ursprünglichen Renditen und den Residuen für den Pearson-Koeffizienten am größten. Der Koeffizient von Kendall nutzt anstelle der numerischen Differenz der Ränge nur ihre relative Anordnung zueinander in beiden Datensätzen. Der Grund für die höhere negative Korrelation der Ränge von Pearson und Spearman kann deshalb darin liegen, dass die Korrelation verstärkt in den Rändern der Verteilung auftaucht. Starke Ausreißer haben kein größeres Gewicht beim Kendall-Koeffizienten, es zählt nur in welche Richtung sich die Ränge der beiden Datensätze bewegen.

Um die Korrelation weiter zu untersuchen, unterteilen wir zuerst den Datensatz in die vier Teilmengen die durch die beiden Mediane der Datensätze des S&P 500 und des VIX getrennt werden. Dasselbe Verfahren wenden wir auf die vier entstandenen Datensätze an und weisen in Tabelle 5 für alle 16 Teilmengen die Korrelation von Pearson aus. Hier wird sehr gut deutlich, dass die negative Korrelation insbesondere im unteren Rand der Verteilung liegt. Sehr große negative Renditen im S&P gehen oft einher mit einem starken Anstieg der impliziten Volatilität. Im Zentrum der Verteilung ist der Absolutwert der Korrelation sehr gering. Tabelle 5 zeigt auch, dass sehr starke positive Renditen positiv

		5 Tage	10 Tage	20 Tage
Residuen S&P	Q-Statistik	10,49	18,16	41,43
	$\alpha$ -Wert	0,0623	0,0523	0,0033
Quadratische Residuen S&P	Q-Statistik	10,36	17,46	20,98
	$\alpha$ -Wert	0,0657	0,0648	0,3983
Residuen VIX	Q-Statistik	56,26	81,20	102,03
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Quadratische Residuen VIX	Q-Statistik	1,336	5,66	10,02
	$\alpha$ -Wert	0,9312	0,8434	0,9677

Tabelle 3: Test auf Autokorrelation der Residuen (Box-Pierce-Test) des S&amp;P und VIX

	Kendall's Tau	Spearman's Rho	Pearson
Original Renditen	-52,20%	-70,50%	-70,24%
Residuen	-53,65%	-71,83%	-74,35%

Tabelle 4: Korrelation zwischen S&amp;P 500 und VIX

korreliert sind mit der impliziten Volatilität.

Um zu sehen, wie sich die Korrelation in unterschiedlichen Marktphasen verhält, haben wir in Abbildung 9 zusätzlich die realisierte Korrelation und die Summe der realisierten Renditen der letzten 60 Tage berechnet und für unterschiedliche Renditebereiche die durchschnittliche Korrelation berechnet. Man sieht sehr deutlich, dass die negative Korrelation insbesondere in negativen Marktphasen zunimmt.

VIX-Quantil	75%	-47,19%	-5,99%	7,26%	20,81%
	50%	-1,53%	-10,08%	0,81%	-4,77%
	25%	-5,67%	-6,94%	-5,90%	-1,75%
	0%	9,78%	-5,55%	-3,71%	-41,54%
		0%	25%	50%	75%
		S&P-Quantil			

Tabelle 5: Korrelation zwischen S&P 500 und VIX in durch den Median getrennten disjunkten Datenmengen

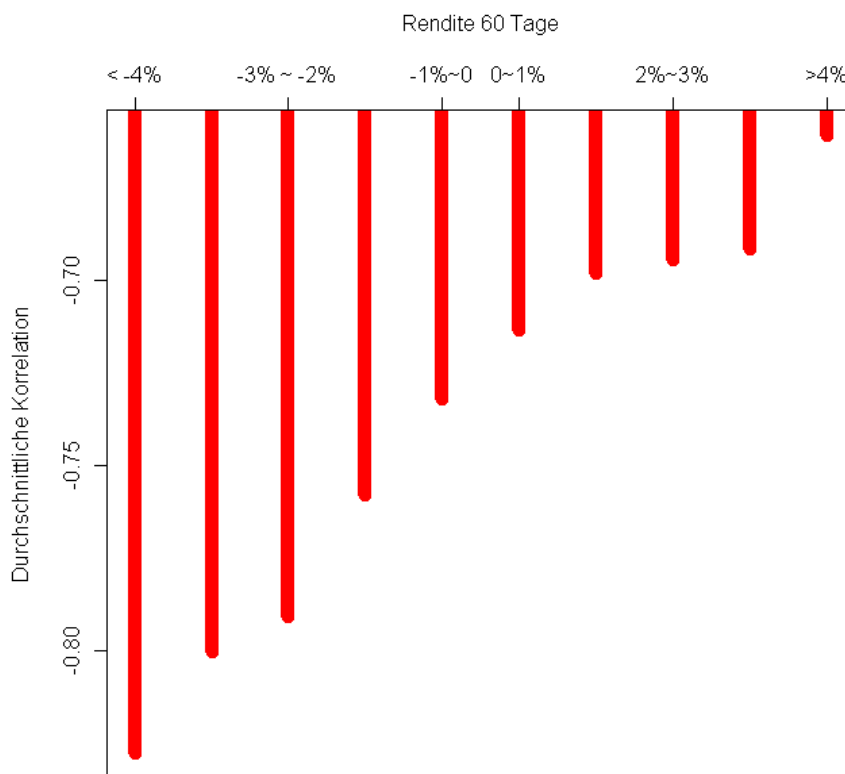


Abbildung 9: Korrelation S&P und VIX versus S&P Rendite 60 Tage

## 5 Strategien

In diesem Abschnitt beschreiben wir zwei in der Praxis häufig umgesetzte Varianzswap Strategien. Wir beschränken uns hier auf Strategien mit Varianzswaps. Es gibt auch die Möglichkeit über VIX-Futures in Volatilität zu investieren. Allerdings hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass durch die Kosten zum Rollen der Futurepositionen die Gewinne größtenteils kompensiert werden. Im nächsten Abschnitt testen wir dann diese Strategien, um zu sehen, ob sie die Effizienz eines Portfolios verbessern können.

Seit 2008 ist es üblich Varianzswaps mit einem Cap in Höhe des 2,5 fachen Strikes zu versehen, um das Verlustrisiko zu begrenzen. Die Auszahlung ist dann

$$\text{Nominal} \cdot (\min(2,5\sigma_K, \sigma_R)^2 - \sigma_K^2). \quad (14)$$

In Tabelle 6 zeigen wir die Handelstage von Varianzswaps in unserer Zeitreihe bei denen das Cap zum Einsatz gekommen ist. Dies war nur der Fall bei Varianzswaps mit einer Laufzeit von 30 Tagen auf den S&P. Bis auf die vier letzten Tage sind dies alles Swaps die kurz vor der Pleite von Lehman Brothers gehandelt wurden. Die letzten vier Swaps wurden kurz nach der Lehman-Pleite gehandelt, aber kurz vor der besonders volatilen Phase mit Renditen im zweistelligen Bereich.

Üblicherweise wird die realisierte Volatilität in Gleichung (14) ohne Mittelwert gerechnet:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{252}{N} \sum_{i=1}^N (x_i)^2} \times 100 \quad (15)$$

mit den logarithmischen Tagesrenditen  $x_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}}$  und  $N$  der Anzahl an Handelstagen. Aufgrund der Additivität der Varianz lässt sich zum Zeitpunkt  $t \in (0, T)$  der Varianzswap als Summe der realisierten und der impliziten Volatilität leicht darstellen:

$$\text{Preis}_t = \text{Nominal} \times \text{PV}_t(T) \left[ \frac{t}{T} (\sigma_R(0, t))^2 + \frac{T-t}{T} (\sigma_{im}(t, T))^2 - \sigma_K^2 \right] \quad (16)$$

Dabei ist  $\sigma_R(0, t)$  die bis zum Zeitpunkt  $t$  realisierte Volatilität,  $\sigma_{im}(t, T)$  die implizite Volatilität zum Zeitpunkt  $t$  und  $\text{PV}_t(T)$  der Preis einer Nullkuponanleihe mit Laufzeit  $T$  zum Zeitpunkt  $t$ .

Eine mögliche Umsetzung in Fondstrukturen ist es, zu einem Portfolio von Aktien oder Renten eine Varianzswap-Strategie beizumischen. Dazu muss das Nominal des Swaps so gewählt werden, dass zum einen die Rendite gesteigert werden kann, zum anderen aber dennoch das Risiko eines größeren Verlustes nicht zu hoch ist. Ein gutes Maß für das Volatilitätsrisiko eines Varianzswaps ist das Vega, die Ableitung des Swapwertes hinsichtlich der impliziten Volatilität. Das Vega kann leicht aus Gleichung (16) berechnet werden:

$$\text{Nominal}_{\text{vega}_t} = \frac{\partial \text{Preis}_t}{\partial \sigma_{im}(t, T)} = \text{Nominal} \times \text{PV}_t(T) \left[ 2\sigma_{im}(t, T) \frac{T-t}{T} \right] \quad (17)$$

Das Vega nimmt also linear mit der Zeit ab.

Handelstag	Implizite Volatilität	Realisierte Volatilität
2. September 2008	21,22	54,86
3. September 2008	20,70	55,05
8. September 2008	21,97	58,88
9. September 2008	24,72	63,62
10. September 2008	23,62	63,71
11. September 2008	24,10	65,04
12. September 2008	25,79	66,64
15. September 2008	29,73	78,59
16. September 2008	28,73	79,62
19. September 2008	31,14	79,13
25. September 2008	32,11	82,01

Tabelle 6: Handelstage für Varianzswaps deren Cap bei der Auszahlung aktiv wurde (S&P)

## 5.1 Verkauf Volatilität 1 Monat

Eine häufig angewendete Strategie ist es, Varianzswaps mit einer Laufzeit von zum Beispiel 1 Monat zu verkaufen<sup>2</sup>. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist die Prämie für Varianzrisiko in der Regel negativ, die realisierte Varianz ist also niedriger als die implizite, zumindest für kurze Laufzeiten. In Abbildung 10 haben wir für die Historie seit 2004 die Differenz zwischen realisierter und impliziter Volatilität berechnet. In diesem Datensatz war die Varianzswap-Prämie negativ in 81% der Tage, durchschnittlich 2.78% Volatilitätspunkte.

Die Strategie, immer nur einen Swap zu verkaufen, abzuwarten bis er ausgelaufen ist, und dann den nächsten Swap zu verkaufen, führt zu einem stark schwankenden Vega wie aus Gleichung (17) ersichtlich. Etwas ausgefeiltere Strategien verkaufen daher in der Regel mehr als einmal im Monat Varianzswaps, um das reduzierte Vega auszugleichen.

## 5.2 Verkauf Volatilität 1 Monat / Kauf Volatilität 1 Jahr

Eine andere Strategie besteht darin, Varianzswaps mit kurzen Laufzeiten zu verkaufen und Varianzswaps mit längeren Laufzeiten zu kaufen. Damit versucht man die Terminstruktur der Volatilität auszunutzen. Volatilitäten mit kurzen Laufzeiten werden in der Regel höher gehandelt als Volatilitäten mit langen Laufzeiten. Die Strategie basiert auf

<sup>2</sup>Oft legt man sich nicht auf eine bestimmte Laufzeit fest, sondern handelt aktuell verfügbare Swaps mit Laufzeiten zwischen einem und drei Monaten.



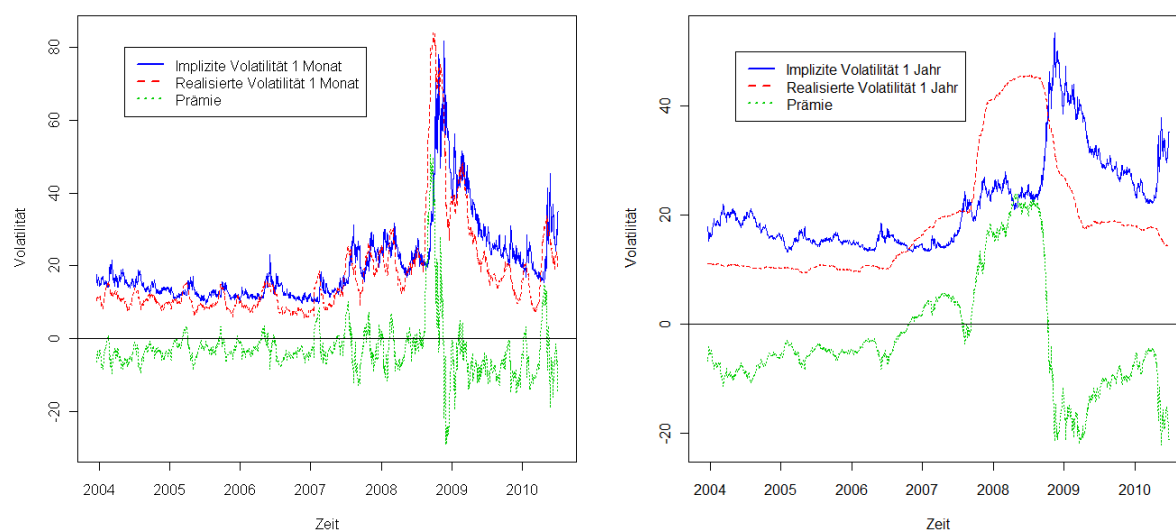


Abbildung 10: Implizite versus realisierte Volatilität

der Idee, einerseits die Prämie für kurzläufige Volatilitätsabsicherung zu verdienen und andererseits durch den Kauf von Varianzswaps mit längeren Laufzeiten teilweise gegen einen Anstieg der Volatilität abgesichert zu sein.

Wie man in Abbildung 10 sieht, ist die durchschnittliche Volatilitätsprämie mit 2,54% nicht viel geringer für Varianzswaps mit einer Laufzeit von einem Jahr als für Varianzswaps mit Laufzeit von einem Monat (2,78%), aber sie wird auch nur einmal im Jahr bezahlt, während die 1M.-Prämie zwölf mal vereinnahmt wird. Auch bei dieser Strategie stellt sich die Frage wie häufig die Swaps gehandelt werden sollten. Das Vega der kurzläufigen Swaps baut sich deutlich schneller ab als das der länger laufenden Swaps. Aber auch das Vega des Swaps mit der längeren Laufzeit sollte zwischenzeitlich ausgeglichen werden um ein einigermaßen konstantes Risikoprofil zu erhalten.

## 6 Empirische Studie

In diesem Abschnitt zeigen wir die Ergebnisse unserer empirischen Studie. Um die Varianzswap-Strategien möglichst genau darzustellen greifen wir für die empirische Studie auf eine Zeitreihe von handelbaren Varianzswap-Quotierungen von Brokern zurück<sup>3</sup>. Unsere Zeitreihe reicht vom 2. Januar 2004 bis 1. Juli 2011 und umfasst Quotierungen für Varianzswaps mit Laufzeiten von 1, 3, 6 und 12 Monaten sowohl auf den S&P als auch den EuroStoxx. Wir zeigen in diesem Abschnitt nur die Ergebnisse für den S&P. Die Ergebnisse für den EuroStoxx befinden sich in Anhang A. Für die marktgerechte Bewertung der Varianzswaps benutzen wir Formel (16), bei der wir allerdings die Volatilität  $\sigma_{im}(t, T)$  aus

<sup>3</sup>Wir danken Lupus alpha dafür, dass sie uns die Daten zur Verfügung gestellt haben.

den uns zur Verfügung stehenden Quotierungen linear interpolieren. Die marktgerechte Bewertung ist zum einen wichtig für die Portfoliobewertung, aber auch um das aktuelle Vega der laufenden Varianzswaps zu berechnen.

## 6.1 Verkauf Volatilität 1 Monat und 1 Jahr

In diesem Abschnitt untersuchen wir, wie sich eine Verkaufsstrategie von 1M.-Varianzswaps<sup>4</sup> und 1J.-Varianzswaps<sup>5</sup> verhält. Wir untersuchen zwei verschiedene Fälle:

1. Zu Beginn jeder Woche wird ein Varianzswap mit einem Monat Laufzeit verkauft
2. Alle drei Monate wird ein Varianzswap mit einer Laufzeit von einem Jahr verkauft

Zusätzlich zu der Häufigkeit der Verkäufe von Varianzswaps müssen wir noch das zu verkaufende Nominal bestimmen. Wir betrachten dazu zwei unterschiedliche Situationen:

1. Wir halten das zu verkaufende Vega bei einem bestimmten Wert, im Folgenden mit VN bezeichnet, konstant. An jedem Varianzswap Handelstag wird das Nominal des neuen Varianzswaps so bestimmt, dass am Handelstag das Vega aller Swaps VN ist.
2. Wir halten den zu verkaufenden Dollarwert impliziter Varianz, im Folgenden mit DN bezeichnet, konstant. An jedem Varianzswap Handelstag wird das Nominal des neuen Varianzswaps so bestimmt, dass am Handelstag der Dollarwert aller Swaps DN ist. Für die im Anhang A gezeigten Ergebnisse für den EuroStoxx benutzen wir entsprechend das Euro Nominal (EN).

Der implizite Dollarwert(DN) des Swaps ist der Wert der in Optionen investiert werden müsste, um die realisierte Varianz zu replizieren, also  $DN = \sigma_K^2 \cdot \text{Nominal}$ . Einen konstanten Dollarwert an Varianz zu verkaufen, hat den Effekt in Zeiten niedriger Volatilität einen Varianzswap mit einem höheren Nominal verkaufen zu können als in Zeiten mit höherer Volatilität. Wegen der quadratischen Abhängigkeit vom Nominal ist dieser Effekt größer als bei der konstanten Vega Strategie.

In Tabelle 8 zeigen wir die Ergebnisse für die unterschiedlichen Strategien. Um eine prozentuale Rendite zu berechnen, unterstellen wir ein Anfangsinvestment von einer Million USD, das der Strategie unverzinst zugefügt wird. Die Wahl des Nominals von einer Million USD ist willkürlich und dient ausschließlich der Darstellung des Investitionserfolgs in Prozent. Eine andere Wahl des Nominals würde zu anderen Prozentsätzen führen. Wir illustrieren diesen Unterschied durch eine zusätzliche Berechnung der prozentualen Renditen unter der alternativen Annahme von zwei Millionen USD in Anhang B. In der vierten Zeile von Tabelle 8 zeigen wir das zu verkaufenden Vega (VN) bzw. den zu verkaufenden Dollarwert (DN). Hier wurden beispielhaft Werte gewählt. Es ist klar, dass Rendite und Volatilität linear mit dem Varianzswap Nominal zusammenhängen. Die Sharpe Ratio ändert sich also nicht, wenn das konstante Vega (VN) oder der Dollarwert (DN) geändert

<sup>4</sup>Varianzswap mit einer Laufzeit von einem Monat im Folgenden.

<sup>5</sup>Varianzswap mit einer Laufzeit von einem Jahr im Folgenden.

Laufzeit Varianzswap in Monaten	1	3	6	12
Volatilität Rendite p.a.	106,83%	69,44%	51,40%	38,92%

Tabelle 7: Volatilität der Renditen der Varianzswap Quotierungen unterschiedlicher Laufzeit

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	1-Monat (DN)	1-Jahr (DN)
Mittlere Rendite p.a.	4,78%	2,15%	6,59%	1,70%
Volatilität Rendite p.a.	4,71%	20,16%	5,08%	21,61%
Sharpe Ratio p.a.	1,0154	0,1068	1,2975	0,0787
Dollar/Vega Nominal	-1500 Vega	-10000 Vega	-7500\$	-50000\$

Tabelle 8: Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien

wird. Zum Vergleich eignet sich deshalb insbesondere die Sharpe Ratio. Wie wir schon gesehen haben, ist die Risikoprämie, die mit dem Verkauf der 1M.-Varianzswaps erzielt werden kann, ähnlich der Risikoprämie der 1J.-Swaps. Daher muss ein größeres Nominal der 1J.-Varianzswaps verkauft werden, verglichen zu den 1M.-Varianzswaps, um die gleiche Rendite zu erwirtschaften. Das höhere Vega kann allerdings durch die geringere Volatilität der 1J.-Volatilität gerechtfertigt werden, die wir in Tabelle 7 zeigen.

Die Sharpe Ratio der 1M.-Verkaufsstrategie ist in unserer Zeitreihe am größten, wenn das Nominal des gehandelten Varianzswaps durch den Dollarwert der Strikes bestimmt wird. Dies liegt daran, dass eine Strategie, die an den Dollarwert gekoppelt ist für deutlich höheres Vega in Zeiten geringerer Volatilität sorgt. Sei zum Beispiel die Volatilität bei 20%. Dann entspricht ein impliziter Dollarwert von 10.000 einem Vega von 1.000 ( $10.000 \times 2/20$ ), bei einer Volatilität von 40% fällt das gehandelte Vega auf 500, und bei einer Volatilität von 10% steigt das gehandelte Vega auf 2.000. Da auch die Differenz zwischen realisierter und impliziter Volatilität in Phasen höherer Volatilität deutlich größeren Schwankungen unterliegt, wie in Abbildung 10 für den 1M.-Varianzswap deutlich wird, ist die Strategie die an den Dollarwert gekoppelt ist in diesen Phasen weniger volatil. Dies führt auch zu einer besseren mittleren Rendite, da insbesondere in Zeiten geringerer Volatilität die Risikoprämie, die durch den Verkauf von Varianzswaps verdient werden kann, recht stabil ist. In Abbildung 12 zeigen wir zum Vergleich das Vega Nominal für die dollarbasierte und für die vegabasierte Variante bei der 1J.-Strategie. Die Abbildung dient dazu den unterschiedlichen Verlauf des Vega Nominals zu zeigen. Ein Vergleich der Vega Werte ist nicht möglich, da die Strategien mit unterschiedlichen Vega Nominalen starten. In Abbildung 11 sieht man, dass bei der 1M.-Strategie die Verluste in der Krise 2008 verglichen mit den Gewinnen vor der Krise deutlich geringer sind als bei der Strategie mit 1J.-Varianzswaps.

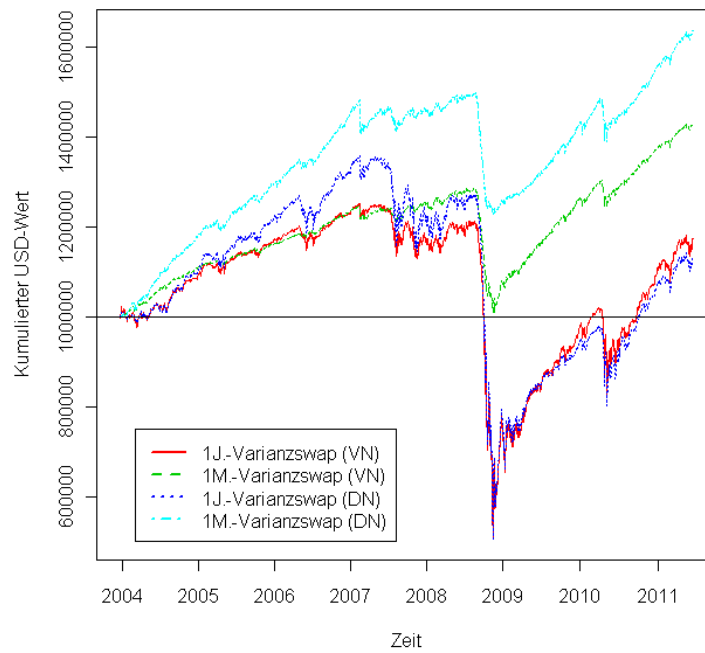


Abbildung 11: Kumulierter USD-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien

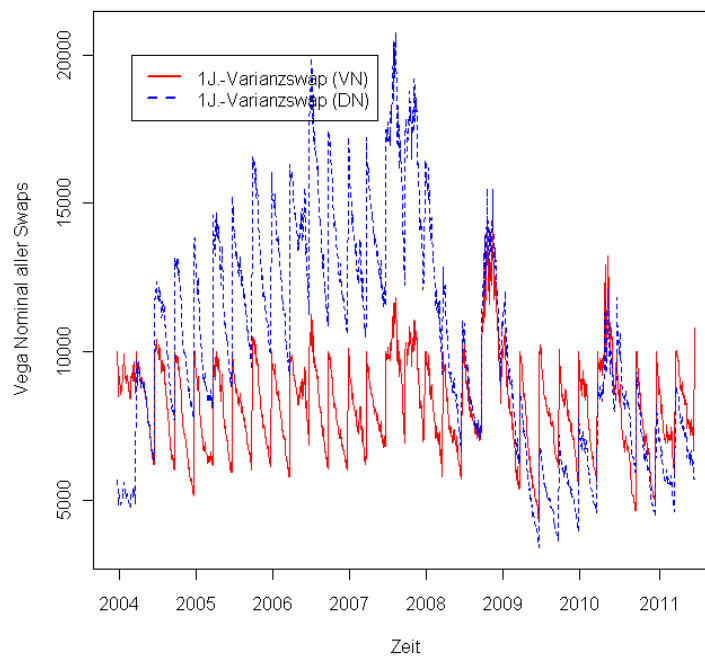


Abbildung 12: Vega Nominal der 1J.-Varianzswap Strategie

Wochen	0	1	2	3	4	5
Mittlere Rendite p.a.	2,15%	2,35%	2,35%	2,08%	2,05%	1,86%
Sharpe Ratio p.a.	0,1069	0,1269	0,1324	0,1078	0,1090	0,0921
Differenz in %	0,00%	18,78%	23,89%	0,86%	1,99%	-13,80%
Wochen	6	7	8	9	10	11
Mittlere Rendite (USD)	1,70%	1,75%	2,02%	1,57%	1,80%	1,92%
Sharpe Ratio p.a.	0,0837	0,0868	0,0999	0,0720	0,0874	0,0895
Differenz in %	-21,66%	-18,79%	-6,54%	-32,66%	-18,18%	-16,28%
Wochen	12					
Mittlere Rendite (USD)	2,42%					
Sharpe Ratio p.a.	0,1220					
Differenz in %	14,17%					

Tabelle 9: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie

## 6.2 Einfluss der Verkaufsfrequenz der Varianzswaps

Wie schon erwähnt, baut sich das Vega eines Varianzswaps linear mit der Zeit ab. Wenn nur selten Varianzswaps gehandelt werden, unterliegt das Vega des gesamten Portfolios starken Schwankungen. In diesem Abschnitt wollen wir daher untersuchen, wie sich bei selteneren Verkäufen von Varianzswaps der Starttag der Strategie auf die Rendite auswirkt. Wir betrachten dies exemplarisch an einer Verkaufsstrategie, die monatlich einen 1M.-Varianzswap verkauft und einer Strategie, die alle 3 Monate einen Varianzswap mit Laufzeit ein Jahr verkauft. Dies hat den Effekt, dass die Vega Position des Portfolios starken Schwankungen unterliegt. Wir betrachten wieder die Situation, dass das Vega Nominal des verkauften Varianzswaps konstant ist und verschieben den Startzeitpunkt der 1M.-Strategie jeweils um 2 Tage, den der Strategie mit 1J.-Varianzswaps um jeweils eine Woche. Wie man in Tabelle 9 und 10 sieht, hängt bei beiden Strategien die Sharpe Ratio stark vom Starttag des Portfolios ab. Der Unterschied zur wöchentlichen Strategie ist hauptsächlich durch die Finanzmarktkrise im Jahr 2008 begründet. Die Sharpe Ratio bei der 1M.-Strategie mit wöchentlichen Verkäufen erreicht fast die maximale Sharpe Ratio bei nur monatlichem Verkauf. Wie man in Tabelle 11 sieht, hat auch für die 1M.-Strategie mit wöchentlichem Handel der Starttag noch einen Einfluss. Dieser ist aber zumindest geringer als bei der monatlichen Variante. Interessant ist die Tatsache, dass bei der wöchentlichen Strategie das beste Ergebnis in unserer Historie erzielt wird, wenn der Varianzswap an einem Freitag gehandelt wird (4 Tage Verzögerung). Im Mittel hatte die Varianzswap-Prämie in unserer Historie Freitags den größten Wert.

Tage	0	2	4	6	8
Mittlere Rendite p.a.	5,80%	6,17%	5,45%	6,05%	5,26%
Sharpe Ratio p.a.	0,7667	0,9918	0,7640	0,9728	0,7547
Differenz in %	0,00%	29,34%	-0,36%	26,86%	-1,58%
Tage	10	12	14	16	18
Mittlere Rendite (USD)	6,33%	6,04%	5,33%	5,01%	5,45%
Sharpe Ratio p.a.	1,0240	0,9473	0,8130	0,7500	0,8430
Differenz in %	33,54%	23,54%	6,03%	-2,19%	9,94%

Tabelle 10: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie

Tage	0	1	2	3	4
Mittlere Rendite p.a.	4,78%	4,34%	5,05%	5,46%	5,69%
Sharpe Ratio p.a.	1,0154	0,8868	1,1158	1,2181	1,2420
Differenz in %	0,00%	-19,78%	0,94%	10,20%	12,36%

Tabelle 11: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentlichem Handel

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	Kombiniert (VN)
Mittlere Rendite p.a.	4,78%	-2,15%	3,04%
Volatilität p.a.	4,71%	20,16%	9,37%
Sharpe Ratio p.a.	1,0154	-0,1068	0,3246
Strategie	1-Monat (DN)	1-Jahr (DN)	Kombiniert (DN)
Mittlere Rendite p.a.	6,59%	-1,70%	5,43%
Volatilität p.a.	5,08%	21,61%	10,28%
Sharpe Ratio p.a.	1,2975	-0,0787	0,5284

Tabelle 12: Kauf 1J.-Varianzswap / Verkauf 1M.-Varianzswap

	S&P 500	JPM	70/30 Strategie
Verkauf 1-Monat	66,05%	-16,13%	65,66%
Kauf 1-Jahr	-82,69%	20,15%	-82,35%
Kombiniert	-79,76%	16,88%	-79,70%

Tabelle 13: Korrelationen (Strategien/S&amp;P)

### 6.3 Verkauf Volatilität 1 Monat / Kauf Volatilität 1 Jahr

Diese Strategie verfolgt zwei Zielsetzungen: einerseits die Risikoprämie des 1M.-Varianzswaps zu verdienen und andererseits gleichzeitig über einen Varianzswap mit einer Laufzeit von einem Jahr gegen Schwankungen der Volatilität abgesichert zu sein. Die impliziten Volatilitäten für einen Monat und für ein Jahr hatten im untersuchten Zeitraum eine Korrelation von 84,46%. Dies legt die Frage nahe, ob man eventuell das Portfoliorisiko reduzieren oder die Rendite bei gleichem Risiko erhöhen kann, indem man das Vega-Risiko durch Varianzswaps mit einer Laufzeit von einem Jahr absichert. In Abbildung 11 sieht man, dass die Verluste der 1J.-Strategie verglichen zu den Gewinnen in dem Zeitraum vor 2008 deutlich größer sind. Dieses Verhalten legt eine Strategie nahe, die Varianzswaps mit der Laufzeit eines Jahres kauft, um das Portfolio gegen Krisen abzusichern. Wir testen daher eine kombinierte Strategie, die die 1M.-Strategie verkauft und die 1J.-Strategie kauft. Zur besseren Vergleichbarkeit haben wir die gleichen Vega Nominale wie bei den einzelnen Strategien verwandt. In Tabelle 12 zeigen wir die Ergebnisse im Vergleich zu den einzelnen Strategien. In Abbildung 13 zeigen wir die Pfadhistorien. Man sieht in Abbildung 13, dass in unserer Historie die so kombinierte Strategie von der Finanzkrise profitieren konnte, während sie bis November 2008 eher neutrales Verhalten aufweist.

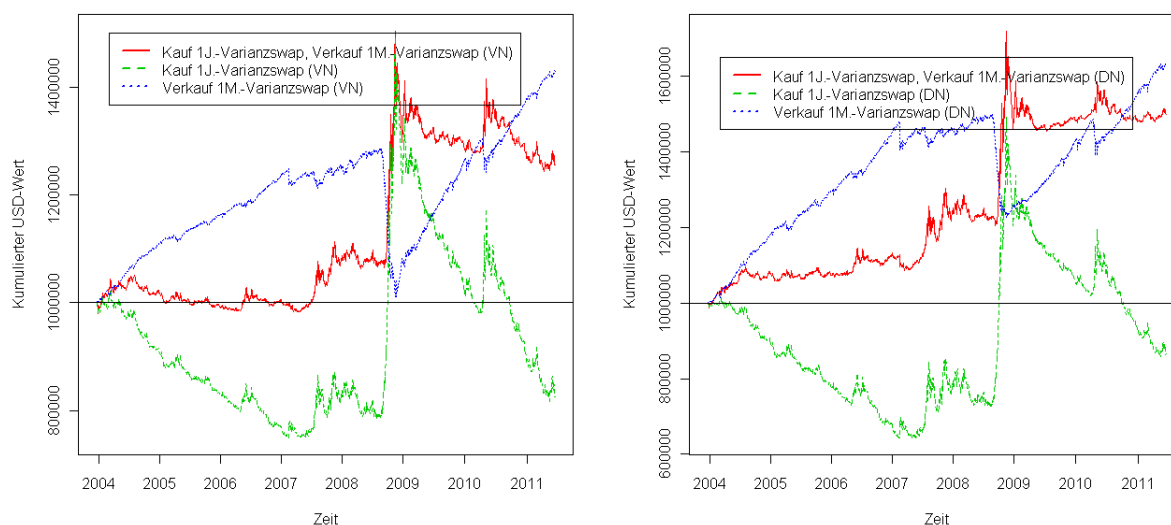


Abbildung 13: Kumulierter USD-Wert der vegabasierten und dollarbasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie

## 6.4 Kombiniertes Portfolio

In diesem Abschnitt kombinieren wir nun die Verkaufs-/Kaufstrategie aus dem letzten Abschnitt mit einem Portfolio aus 70% Aktien und 30% Renten. Wir nehmen dazu an, dass der Aktienanteil des Portfolios in die Titel des S&P 500 investiert wird. Als Rendite nehmen wir daher die Rendite des S&P 500. Die Rendite des Rentenanteils wird berechnet aus der Rendite des JPM U.S. Aggregate Bond Index. Dies ist ein investierbarer Index und daher eine realistische Grundlage für die Studie. Für den Euroraum basieren unsere Untersuchungen auf dem EuroStoxx für den Aktienanteil und dem deutschen Rentenindex (REXP) für den Rentenanteil. Das Portfolio wird an allen Tagen, an denen ein Varianzswap gehandelt wird, neu auf die 70/30-Strategie angepasst. Die noch nicht abgewickelten Varianzswaps werden dafür nicht berücksichtigt, da die Gewinne und Verluste daraus noch nicht realisiert sind. In unserem Vergleichsportfolio ohne Varianzswaps wird an den gleichen Tagen das Portfolio neu aufgeteilt, um Vergleichbarkeit sicher zu stellen. In Tabelle 14 zeigen wir die Sharpe Ratio, mittlere Rendite und Volatilität für den S&P, das Rentenportfolio und die 70/30 Basisstrategie. Die Sharpe Ratio ist wegen der Finanzkrise sehr gering. Wie man in der Historie in Abbildung 14 sieht, hat die gemischte 70/30-Strategie vor der Krise eine schlechtere Rendite als das reine Aktienportfolio erwirtschaftet. Über den gesamten Zeitraum, inklusive Finanzkrise, hat sich die Beimischung des Rentenportfolios in einer höheren Rendite niedergeschlagen. Zwischen der Varianzswap Strategie aus dem letzten Abschnitt und dem gemischten Portfolio besteht eine Korrelation von  $-79,70\%$  (VN) (siehe Tabelle 13). Daher ist davon auszugehen, dass die gemischte Strategie die Gesamtvolatilität des Portfolios reduziert. In der vierten Spalte in Tabelle 14 zeigen wir die Ergebnisse beispielhaft für eine Strategie, die zu dem



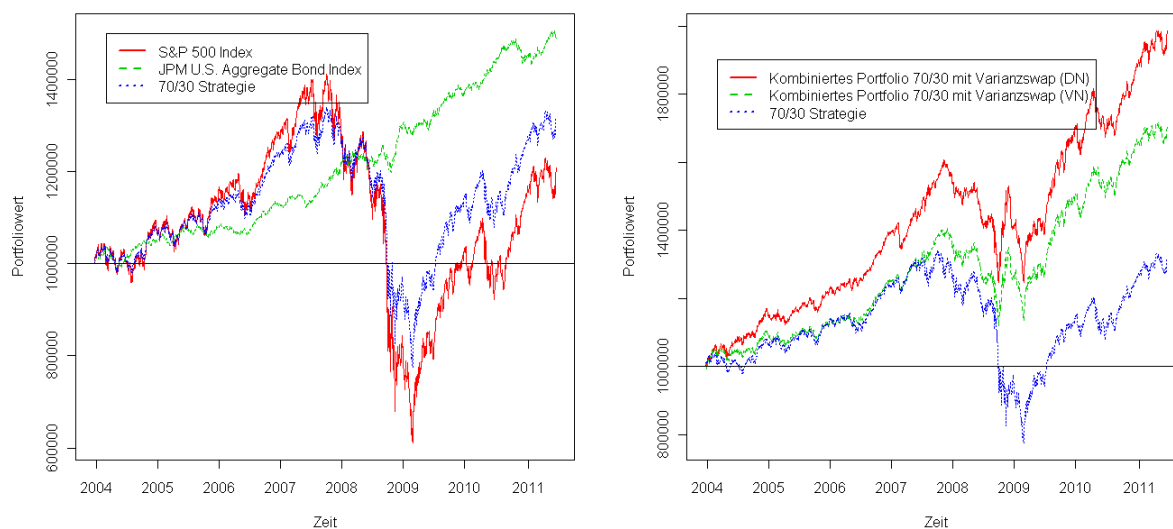


Abbildung 14: Historie des Basisportfolios (S&amp;P) und des kombinierten Portfolios

	S&P 500	JPM	70/30 Strat.	Kombiniert (VN)	Kombiniert (DN)
Mittlere Rendite	2,52%	5,29%	3,72%	7,18%	9,19%
Volatilität	21,40%	4,07%	14,70%	8,90%	9,63%
Sharpe Ratio	0,0441	0,9178	0,1475	0,6321	0,7924

Tabelle 14: Statistik der unterschiedlichen Portfolios

70/30-Portfolio ein Vega von 1% des Portfoliowertes in den 1J.-Varianzswap handelt und ein Vega von 0,15% in den 1M.-Varianzswap investiert. Dies entspricht zu Beginn der Strategie des letzten Abschnitts, bei einem Portfoliowert von 1.000.000 USD in Aktien und Renten. In der fünften Spalte liefern wir die Daten für die dollarbasierte Strategie. Wir erkennen, dass in unserer Historie mit der Varianzswap Strategie die Volatilität bei höherer Rendite und Sharpe Ratio sowohl für die vegabasierte als auch für die dollarbasierte Strategie reduziert werden konnte. Die dollarbasierte Strategie ist erwartungsgemäß etwas besser. Die Historien für beide Strategien finden sich in Abbildung 14. In Tabellen 15, 16, 17, 18, 19, 20 zeigen wir die Ergebnisse für weitere mögliche Kombinationen der Strategien.

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	0,1%	3,83%	4,01%	4,18%	4,36%	4,53%
	0,5%	4,07%	5,01%	5,95%	6,88%	7,80%
	1%	3,95%	5,99%	8,00%	9,99%	11,95%
	1,5%	3,44%	6,69%	9,89%	13,04%	16,13%
	2%	2,60%	7,16%	11,64%	16,02%	20,33%

Tabelle 15: Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Vega Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	0,1%	0,1738	0,1854	0,1967	0,2078	0,2187
	0,5%	0,2821	0,3729	0,4528	0,5222	0,5816
	1%	0,2766	0,5147	0,7241	0,8883	1,0054
	1,5%	0,1588	0,4598	0,7574	1,0065	1,1822
	2%	0,0658	0,3828	0,7169	1,0154	1,2352

Tabelle 16: Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Vega Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	0,1%	13,13%	13,25%	13,38%	13,50%	13,62%
	0,5%	8,92%	9,29%	9,72%	10,21%	10,75%
	1%	8,66%	8,62%	8,91%	9,50%	10,34%
	1,5%	11,89%	11,18%	11,01%	11,41%	12,33%
	2%	15,93%	14,66%	14,07%	14,25%	15,20%

Tabelle 17: Volatilität bei unterschiedlichem Vega Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	1%	4,28%	4,82%	5,35%	5,88%	6,40%
	2,5%	4,94%	6,35%	7,75%	9,12%	10,46%
	5%	5,61%	8,66%	11,63%	14,51%	17,31%
	7,5%	5,83%	10,69%	15,38%	19,89%	24,23%
	10%	5,68%	12,50%	19,02%	25,26%	31,19%

Tabelle 18: Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Dollar Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	1%	0,2404	0,2815	0,3201	0,3563	0,3901
	2,50%	0,3933	0,5283	0,6388	0,7259	0,7926
	5%	0,4196	0,7113	0,9252	1,0553	1,1206
	7,5%	0,3113	0,6692	0,9472	1,1108	1,1785
	10%	0,2268	0,6197	0,9393	1,1263	1,1941

Tabelle 19: Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Dollar Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	1%	11,37%	11,61%	11,87%	12,14%	12,43%
	2,5%	8,61%	9,09%	9,70%	10,42%	11,24%
	5%	9,66%	9,99%	10,89%	12,28%	14,06%
	7,5%	13,76%	13,66%	14,60%	16,51%	19,24%
	10%	18,22%	17,66%	18,60%	21,05%	24,82%

Tabelle 20: Volatilität bei unterschiedlichem Dollar Nominal

## 7 Zusammenfassung

Wir haben in unserer Studie diskutiert inwieweit Volatilität als eigene Anlageklasse betrachtet werden kann. Wir sind der Meinung, dass manche Strategien, die Volatilität handeln, durchaus Eigenschaften einer Anlageklasse haben. Ein Beispiel ist eine Verkaufsstrategie von Varianzswaps mit kurzen Laufzeiten. Das bewusste Aufnehmen des Risikos realisierter Volatilität kann wegen der negativen Varianzswappremie in normalen Marktphasen eine gute Rendite erwirtschaften. Varianzswaps sind in den letzten Jahren deutlich liquider geworden und haben damit an Attraktivität zur Beimischung in Fonds deutlich gewonnen.

Für den EuroStoxx 50, den S&P 500 und die Volatilitätsindizes VIX und VSTOXX haben wir das statistische Verhalten der Renditen untersucht. Zusätzlich haben wir die Korrelation von Basiswert und Volatilitätindex mit unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten berechnet. Wir konnten eine hohe negative Korrelation für alle Koeffizienten nachweisen. Insbesondere in Phasen negativer Renditen am Aktienmarkt ist die negative Korrelation besonders ausgeprägt.

Anschließend haben wir unterschiedliche Strategien anhand einer Zeitreihe von Varianzswap-Quotierungen seit 2004 auf den S&P 500 und den EuroStoxx 50 getestet. In der uns vorliegende Historie konnte die Rendite eines Portfolios aus 70% Aktien und 30% Renten deutlich verbessert werden durch den zusätzlichen Verkauf von Varianzswaps mit kurzen Laufzeiten (ein Monat) und den Kauf von Varianzswaps mit langen Laufzeiten (ein Jahr). Gleichzeitig konnte die Volatilität des Portfolios reduziert werden. Dies führte insgesamt zu einer deutlich besseren Sharpe Ratio. In der gewählten Gewichtung hat das kombinierte Portfolio in der Krise 2008 eine deutlich bessere Rendite erwirtschaftet als das Portfolio bestehend aus 70% Aktien und 30% Renten. Außerdem haben wir untersucht, wie stark die Rendite bei einer geringen Handelsfrequenz, mit der die Varianzswaps gehandelt werden, vom Starttag abhängig ist. Es ist ratsam die Varianzswaps häufig zu handeln, um das Gesamtvega einigermaßen konstant zu halten.

## A Abbildungen und Tabellen für den EuroStoxx

### A.1 Statistik EuroStoxx und VSTOXX

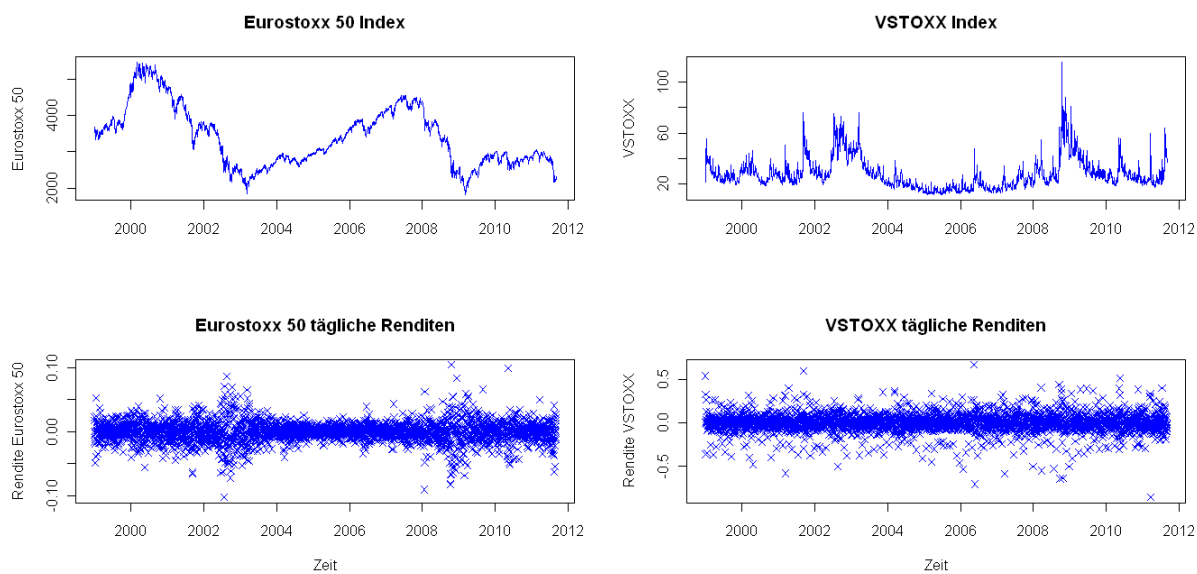


Abbildung 15: EuroStoxx 50 Index Kurshistorie und Renditen

	Erwartungswert	Volatilität	Schiefe (Skew)	Kurtosis
EuroStoxx 50	-0,02% (-3,77% p.a.)	1,64% (26,08% p.a.)	-0,14	7,50
VSTOXX	0,02% (4,830% p.a.)	11,06% (175,61% p.a.)	-0,60	9,83

Tabelle 21: Verteilungsstatistik der Renditen der Indizes Eurostoxx 50 und VSTOXX

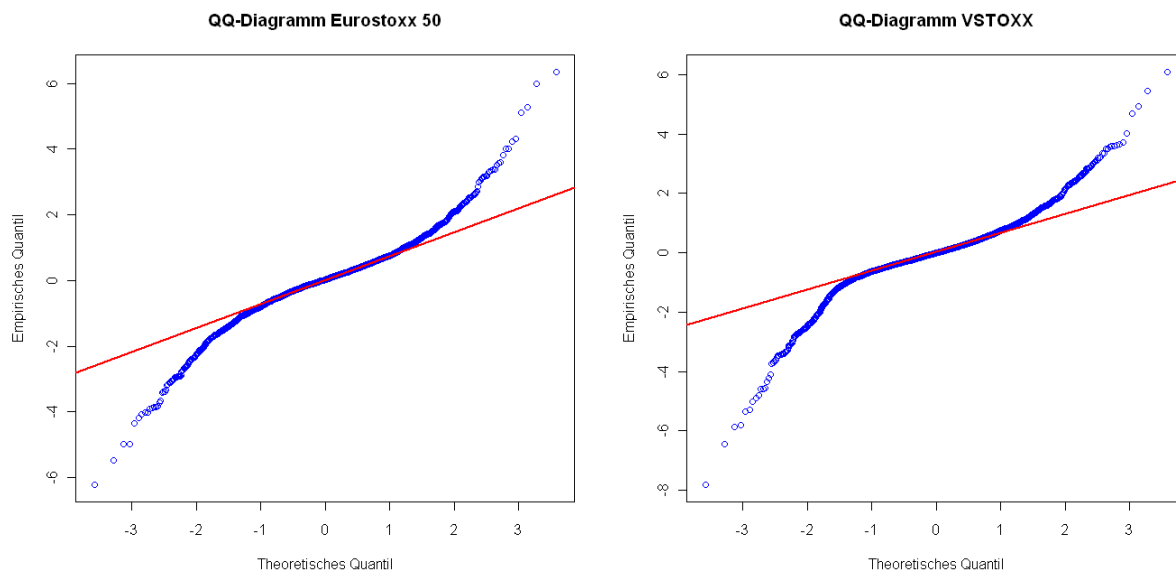


Abbildung 16: Quantil-Quantil-Diagramm EuroStoxx 50 und VSTOXX

Verzögerung		5 Tage	10 Tage	20 Tage
Renditen EuroStoxx 50	Q-Statistik	12,42	14,35	25,61
	$\alpha$ -Wert	0,0295	0,1578	0,1792
Quadratische Renditen EuroStoxx 50	Q-Statistik	702,13	1142,08	1943,29
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Renditen VSTOXX	Q-Statistik	132,56	145,26	194,36
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Quadratische Renditen VSTOXX	Q-Statistik	102,35	113,19	180,93
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Tabelle 22: Test auf Autokorrelation (Box-Pierce-Test) von EuroStoxx 50 und VSTOXX

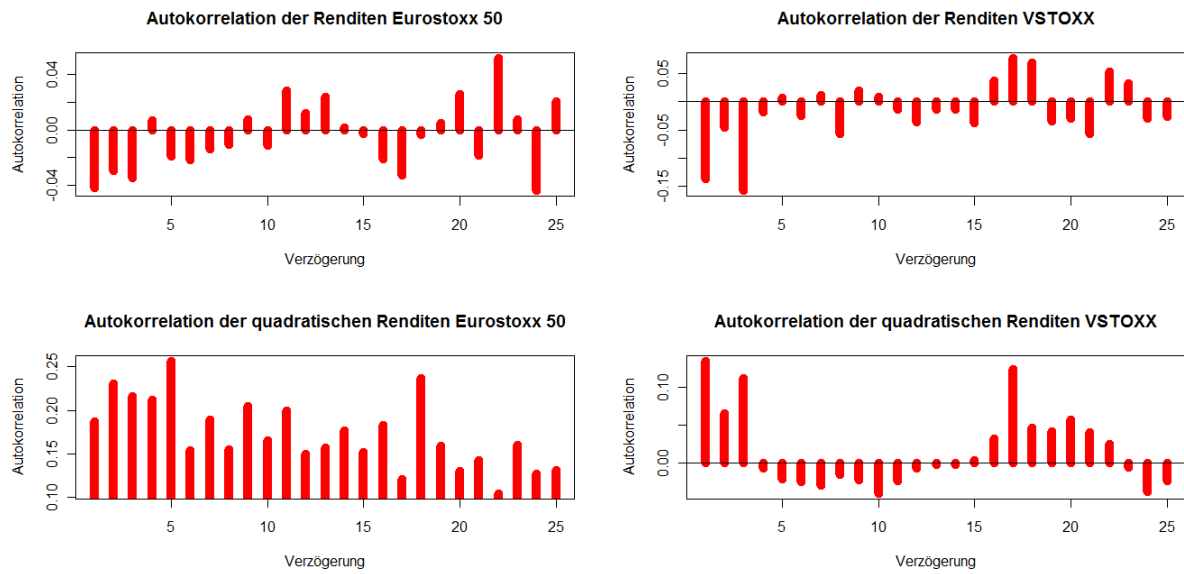


Abbildung 17: Autokorrelation der Renditen und quadratischen Renditen EuroStoxx 50 und VSTOXX

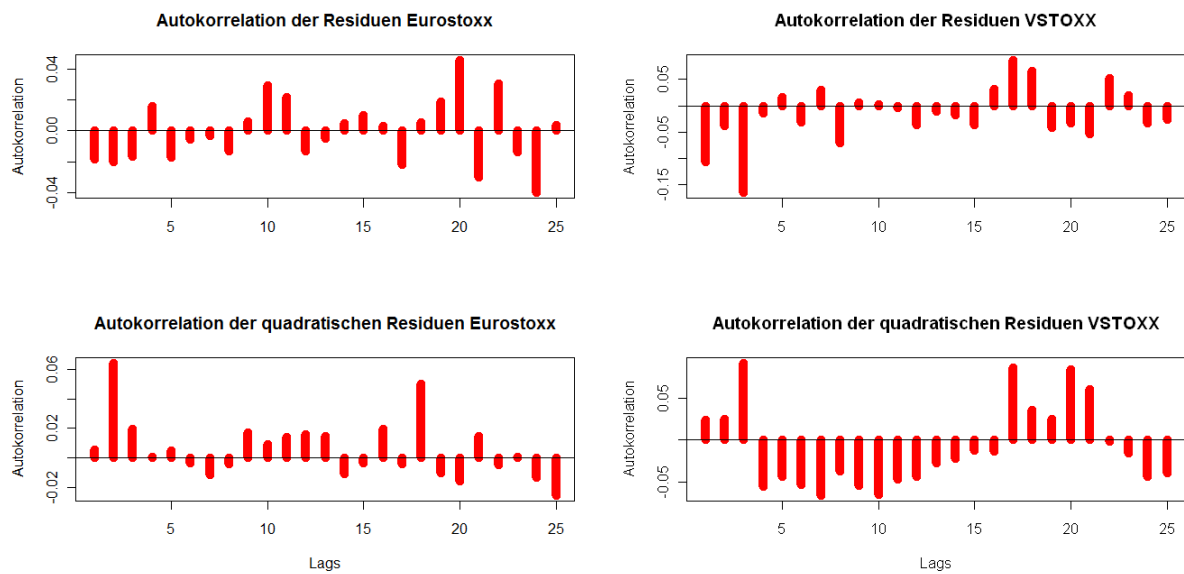


Abbildung 18: Autokorrelation der Residuen EuroStoxx 50 und VSTOXX

		5 Tage	10 Tage	20 Tage
Residuen EuroStoxx 50	Q-Statistik	3,65	6,16	14,33
	$\alpha$ -Wert	0,6010	0,8013	0,8132
Quadratische Residuen EuroStoxx 50	Q-Statistik	10,62	11,92	21,11
	$\alpha$ -Wert	0,0595	0,2907	0,3904
Residuen VSTOXX	Q-Statistik	95,60	112,02	155,57
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Quadratische Residuen VSTOXX	Q-Statistik	34,74	71,81	123,76
	$\alpha$ -Wert	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Tabelle 23: Test auf Autokorrelation der Residuen (Box-Pierce-Test) von EuroStoxx 50 und VSTOXX

	Kendall's Tau	Spearman's Rho	Pearson
Original Renditen	-42,32%	-57,64%	-47,77%
Residuen	-42,99%	-57,88%	-51,25%

Tabelle 24: Korrelation zwischen EuroStoxx 50 und VSTOXX

VSTOXX-Quantil	75%	-35,57%	6,09%	-2,67%	13,91%
	50%	-5,58%	-24,42%	-0,40%	0,19%
	25%	-3,74%	-3,88%	-12,32%	-6,25%
	0%	11,73%	1,15%	11,21%	-36,60%
		0%	25%	50%	75%
		EuroStoxx 50-Quantil			

Tabelle 25: Korrelation zwischen EuroStoxx 50 und VSTOXX in durch den Median getrennten disjunkten Datenmengen



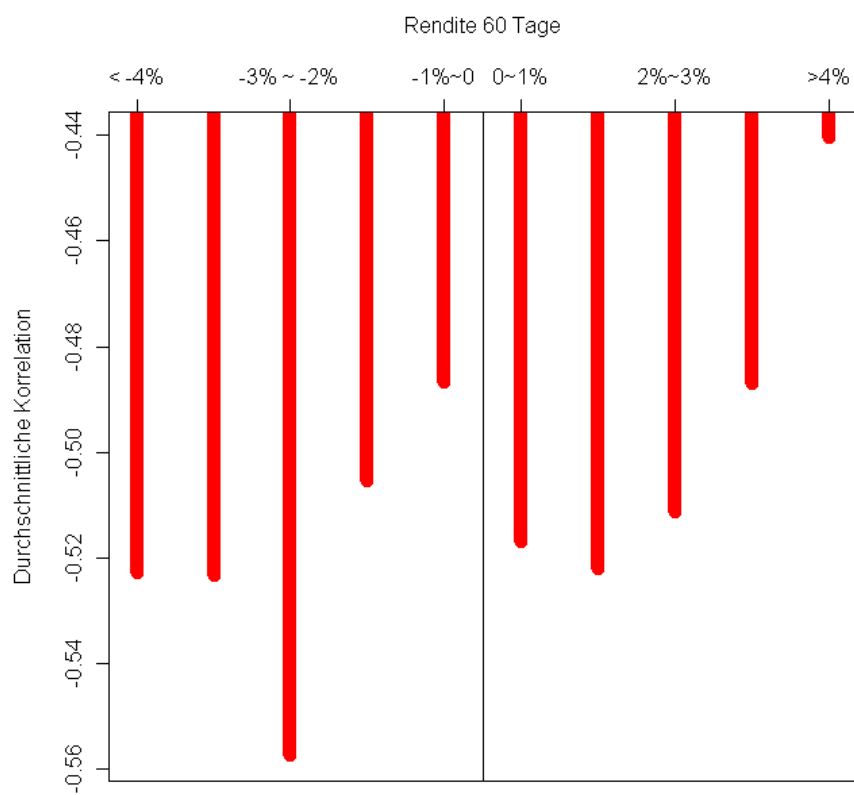


Abbildung 19: Korrelation EuroStoxx 50 und VSTOXX versus EuroStoxx 50 Rendite 60 Tage

## A.2 Strategien EuroStoxx 50

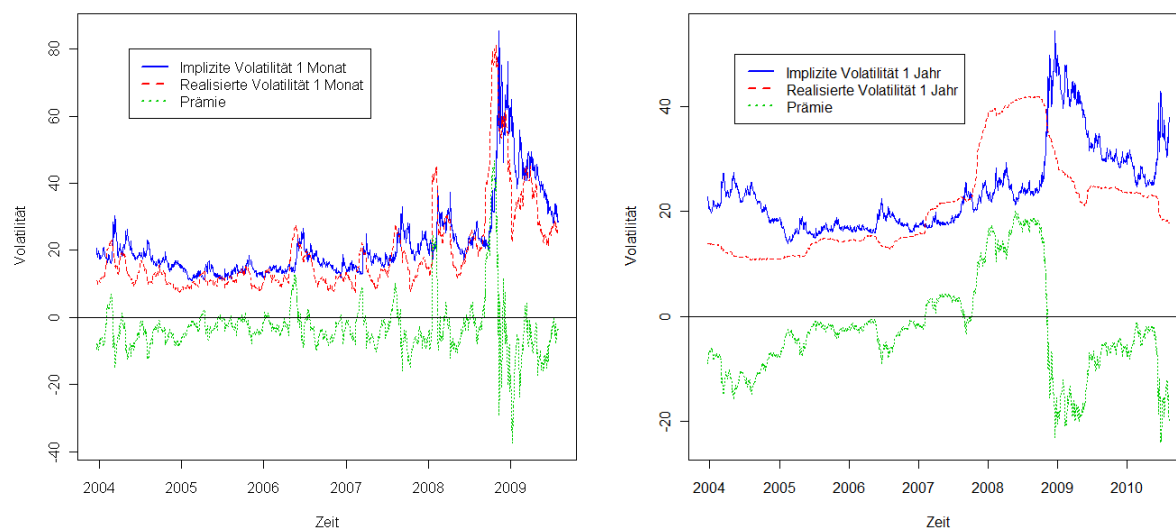


Abbildung 20: Implizite versus realisierte Volatilität

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	1-Monat (EN)	1-Jahr (EN)
Mittlere Rendite p.a.	5,07%	2,57%	5,22%	1,54%
Volatilität Rendite p.a.	5,27%	21,19%	5,83%	24,03%
Sharpe Ratio p.a.	0,9621	0,1212	0,8954	0,0640
Euro/Vega Nominal	-1500 Vega	-10000 Vega	-7500€	-50000€

Tabelle 26: Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien

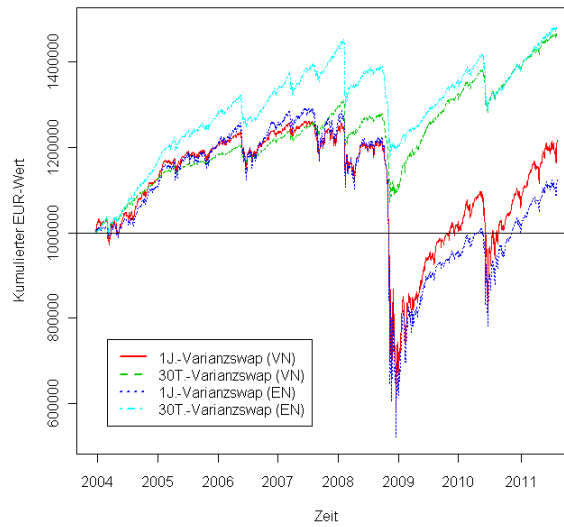


Abbildung 21: Kumulierter EUR-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien

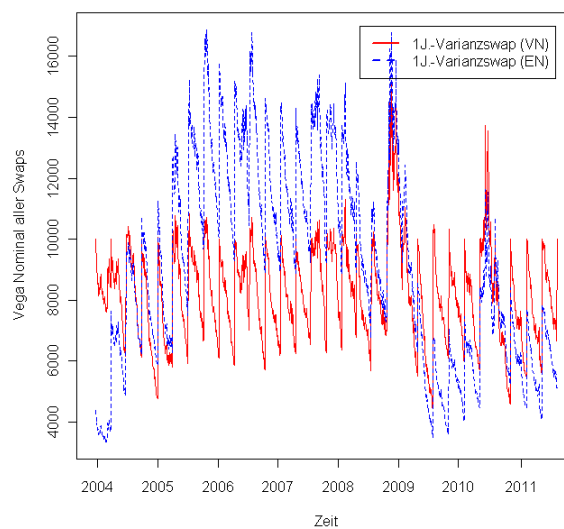


Abbildung 22: Vega Nominal der 1J.-Varianzswap Strategie

Wochen	0	1	2	3	4	5
Mittlere Rendite p.a.	2,57%	2,92%	3,03%	2,74%	2,25%	2,13%
Sharpe Ratio p.a.	0,1212	0,1518	0,1684	0,1424	0,1112	0,0991
Differenz in %	0,00%	25,27%	38,94%	17,48%	-8,25%	-18,20%
Wochen	6	7	8	9	10	11
Mittlere Rendite p.a.	2,43%	2,42%	2,41%	2,21%	2,50%	2,87%
Sharpe Ratio p.a.	0,1155	0,1161	0,1117	0,0980	0,1168	0,1366
Differenz in %	-4,71%	-4,21%	-7,82%	-19,12%	-3,61%	12,74%
Wochen	12					
Mittlere Rendite p.a.	2,70%					
Sharpe Ratio p.a.	0,1225					
Differenz in %	1,06%					

Tabelle 27: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie

Tage	0	2	4	6	8
Mittlere Rendite p.a.	6,72%	4,78%	6,07%	6,27%	5,22%
Sharpe Ratio p.a.	1,0166	0,5892	0,8775	0,8784	0,6546
Differenz in %	0,00%	-42,04%	-13,68%	-13,60%	-35,61%
Tage	10	12	14	16	18
Mittlere Rendite p.a.	7,72%	6,34%	6,92%	6,52%	7,20%
Sharpe Ratio p.a.	1,1371	0,8619	0,9475	1,0489	1,2784
Differenz in %	11,85%	-15,22%	-6,79%	3,18%	25,75%

Tabelle 28: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie

Tage	0	1	2	3	4
Mittlere Rendite p.a.	5,07%	4,99%	5,38%	5,74%	5,93%
Sharpe Ratio p.a.	0,9621	0,9274	1,0369	1,0834	1,1494
Differenz in %	0,00%	-3,60%	7,78%	12,61%	19,48%

Tabelle 29: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentlichem Handel

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	Kombiniert (VN)
Mittlere Rendite p.a.	5,07%	- 2,57%	2,98%
Volatilität p.a.	5,27%	21,19%	11,03%
Sharpe Ratio p.a.	0,9621	-0,1212	0,2706
Strategie	1-Monat (EN)	1-Jahr (EN)	Kombiniert (EN)
Mittlere Rendite p.a.	5,22%	-1,54%	4,08%
Volatilität p.a.	5,83%	24,03%	11,57%
Sharpe Ratio p.a.	0,8954	-0,0640	0,3525

Tabelle 30: Kauf 1J.-Varianzswap / Verkauf 1M.-Varianzswap

	EuroStoxx	REXP	70/30 Strat.
Verkauf 1-Monat	56,00%	-14,22%	55,36%
Kauf 1-Jahr	-79,09%	22,46%	-78,36%
Kombiniert	-75,20%	21,21%	-74,63%

Tabelle 31: Korrelationen (Strategien/EuroStoxx 50)

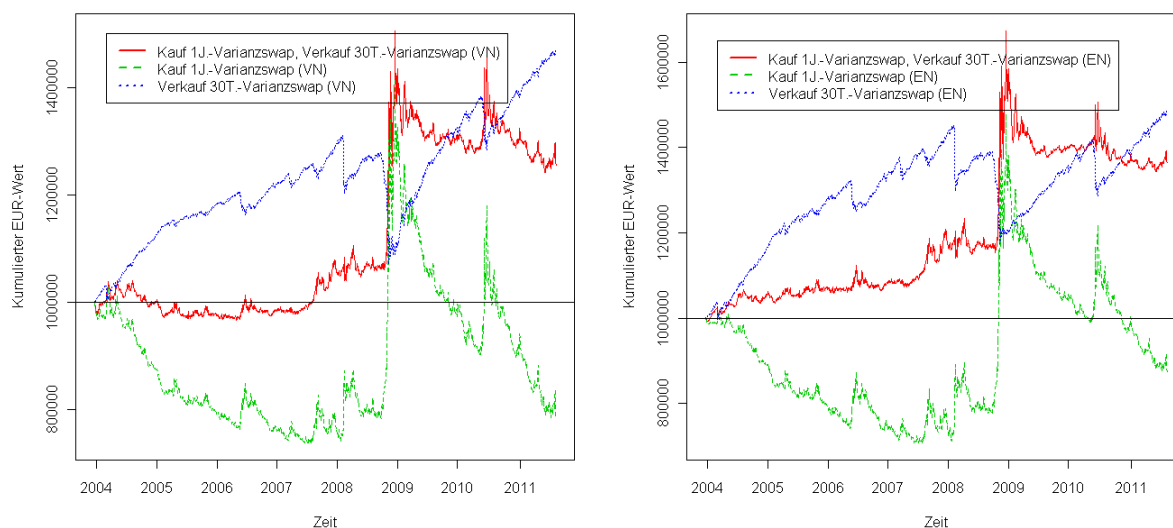


Abbildung 23: Kumulierter EUR-Wert der vegabasierten und der eurobasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie

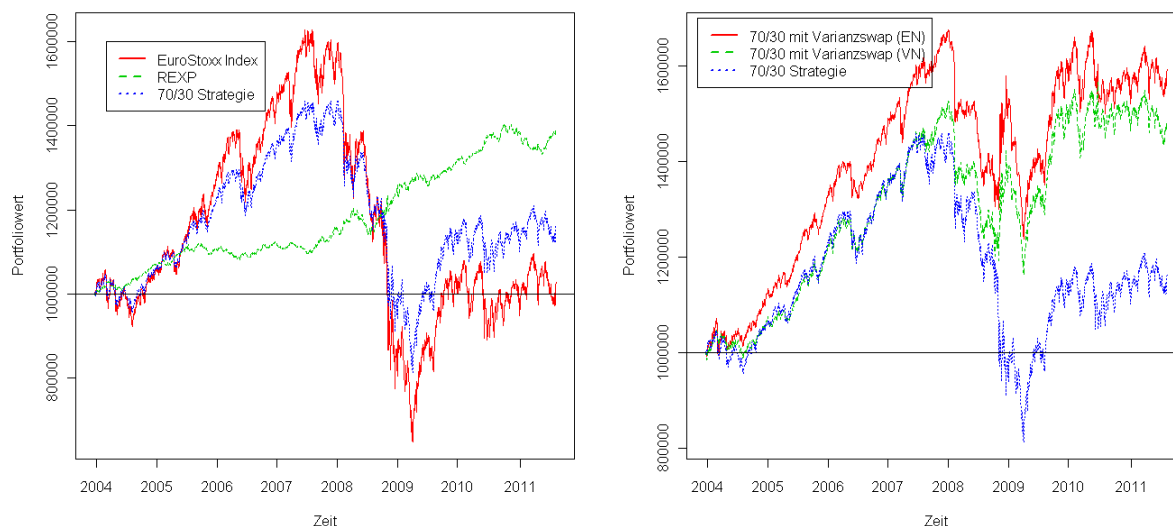


Abbildung 24: Historie des Basisportfolios und des kombinierten Portfolios (EuroStoxx 50)

	EuroStoxx	REXP	70/30 Strat.	Kombiniert (VN)	Kombiniert (EN)
Mittlere Rendite	0,54%	4,22%	2,00%	5,17%	6,10%
Volatilität	22,59%	3,85%	15,52%	10,45%	11,25%
Sharpe Ratio	-0,0402	0,7212	0,0362	0,3561	0,4141

Tabelle 32:

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	0,1%	2,06%	2,25%	2,43%	2,62%	2,81%
	0,5%	2,11%	3,12%	4,11%	5,10%	6,07%
	1%	1,87%	4,02%	6,14%	8,20%	10,22%
	1,5%	1,31%	4,74%	8,07%	11,30%	14,43%
	2%	0,46%	5,27%	9,91%	14,37%	18,66%

Tabelle 33: Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Vega Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	0,1%	0,0349	0,0479	0,0607	0,0733	0,0855
	0,5%	0,0532	0,1472	0,2329	0,3091	0,3756
	1%	0,0274	0,2293	0,4174	0,5738	0,6910
	1,5%	-0,0178	0,2279	0,4715	0,6770	0,8224
	2%	-0,0577	0,2071	0,4775	0,7083	0,8671

Tabelle 34: Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Vega Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	0,1%	14,00%	14,11%	14,23%	14,35%	14,48%
	0,5%	10,23%	10,53%	10,93%	11,41%	11,97%
	1%	10,86%	10,71%	10,94%	11,56%	12,52%
	1,5%	14,66%	13,90%	13,78%	14,37%	15,64%
	2%	19,14%	17,87%	17,46%	18,07%	19,71%

Tabelle 35: Volatilität bei unterschiedlichem Vega Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	1%	2,43%	2,82%	3,20%	3,58%	3,96%
	2,5%	2,92%	3,95%	4,95%	5,93%	6,89%
	5%	3,41%	5,63%	7,75%	9,78%	11,72%
	7,5%	3,57%	7,10%	10,42%	13,54%	16,43%
	10%	3,44%	8,38%	12,95%	17,16%	20,96%

Tabelle 36: Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Euro Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	1%	0,0790	0,1083	0,1360	0,1621	0,1866
	2,5%	0,1436	0,2347	0,3130	0,3776	0,4294
	5%	0,1656	0,3454	0,4894	0,5884	0,6465
	7,5%	0,1321	0,3529	0,5313	0,6449	0,6982
	10%	0,0967	0,3421	0,5409	0,6603	0,7038

Tabelle 37: Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Euro Nominal

		1M.-Nominal				
		in % vom 1J.-Nominal				
		5%	10%	15%	20%	25%
1J.-Nominal in % vom Portfoliowert	1%	12,44%	12,67%	12,93%	13,20%	13,49%
	2,5%	10,25%	10,66%	11,21%	11,89%	12,68%
	5%	11,89%	12,12%	12,89%	14,18%	15,89%
	7,5%	16,13%	16,02%	16,90%	18,75%	21,47%
	10%	20,70%	20,27%	21,28%	23,80%	27,74%

Tabelle 38: Volatilität bei unterschiedlichem Euro Nominal



## B Alternative Berechnungen für ein Nominal von zwei Millionen

In diesem Abschnitt listen wir Vergleichsergebnisse aus Abschnitt 6.1 auf, die sich ergeben, wenn man das willkürlich angenommene Nominal von einer Million auf zwei Millionen ändert. Bemerkenswerterweise hätte sich bei einer Anfangsinestition von einer halben Million sogar teilweise ein negativer Portfoliowert ergeben, sodass eine Renditeangabe in Prozent besonders irreführend wäre.

### B.1 USD Fall

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	1-Monat (DN)	1-Jahr (DN)
Mittlere Rendite p.a.	2,60%	1,12%	3,70%	0,88%
Volatilität Rendite p.a.	2,53%	8,74%	2,94%	9,58%
Sharpe Ratio p.a.	1,0307	0,1282	1,2566	0,0916
Dollar/Vega Nominal	-1500 Vega	-10000 Vega	-7500\$	-50000\$

Tabelle 39: Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien

Wochen	0	1	2	3	4	5
Mittlere Rendite p.a.	1,12%	1,22%	1,23%	1,08%	1,07%	0,96%
Sharpe Ratio p.a.	0,1282	0,1487	0,1539	0,1283	0,1288	0,1122
Differenz in %	0,00%	15,98%	20,02%	0,07%	0,48%	-12,47%
Wochen	6	7	8	9	10	11
Mittlere Rendite (USD)	0,87%	0,90%	1,05%	0,81%	0,93%	0,99%
Sharpe Ratio p.a.	0,1015	0,1054	0,1211	0,0891	0,1055	0,1098
Differenz in %	-20,85%	-17,78%	-5,54%	-30,52%	-17,73%	-14,34%
Wochen	12					
Mittlere Rendite (USD)	1,27%					
Sharpe Ratio p.a.	0,1462					
Differenz in %	14,01%					

Tabelle 40: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie

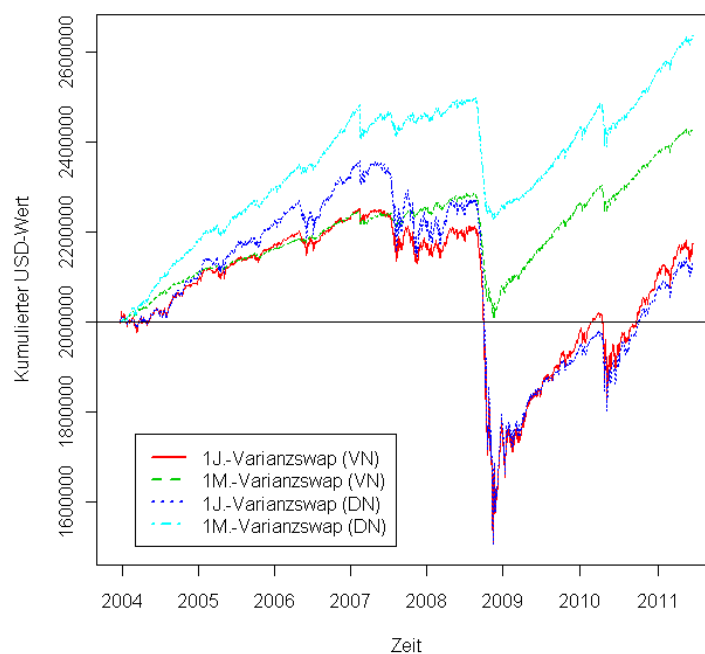


Abbildung 25: Kumulierter USD-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien

Tage	0	2	4	6	8
Mittlere Rendite p.a.	3,02%	3,41%	2,97%	3,32%	2,86%
Sharpe Ratio p.a.	0,7977	0,9833	0,7841	0,9773	0,7639
Differenz in %	0,00%	23,27%	-1,70%	22,52%	-4,23%
Tage	10	12	14	16	18
Mittlere Rendite (USD)	3,51%	3,40%	2,89%	2,77%	3,03%
Sharpe Ratio p.a.	1,0494	1,0071	0,8317	0,7940	0,9062
Differenz in %	31,56%	26,26%	4,26%	-0,46%	13,61%

Tabelle 41: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie

Tage	0	1	2	3	4
Mittlere Rendite p.a.	2,60%	2,35%	2,77%	3,00%	3,15%
Sharpe Ratio p.a.	1,0307	0,8923	1,1261	1,2325	1,2550
Differenz in %	0,00%	-13,43%	9,26%	19,58%	21,77%

Tabelle 42: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentlichem Handel

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	Kombiniert (VN)
Mittlere Rendite p.a.	2,60%	-1,12%	1,61%
Volatilität p.a.	2,53%	8,74%	5,22%
Sharpe Ratio p.a.	1,0307	-0,1282	0,3076
Strategie	1-Monat (DN)	1-Jahr (DN)	Kombiniert (DN)
Mittlere Rendite p.a.	3,70%	-0,88%	2,99%
Volatilität p.a.	2,94%	9,58%	5,28%
Sharpe Ratio p.a.	1,2566	-0,0916	0,5014

Tabelle 43: Kauf 1J.-Varianzswap / Verkauf 1M.-Varianzswap

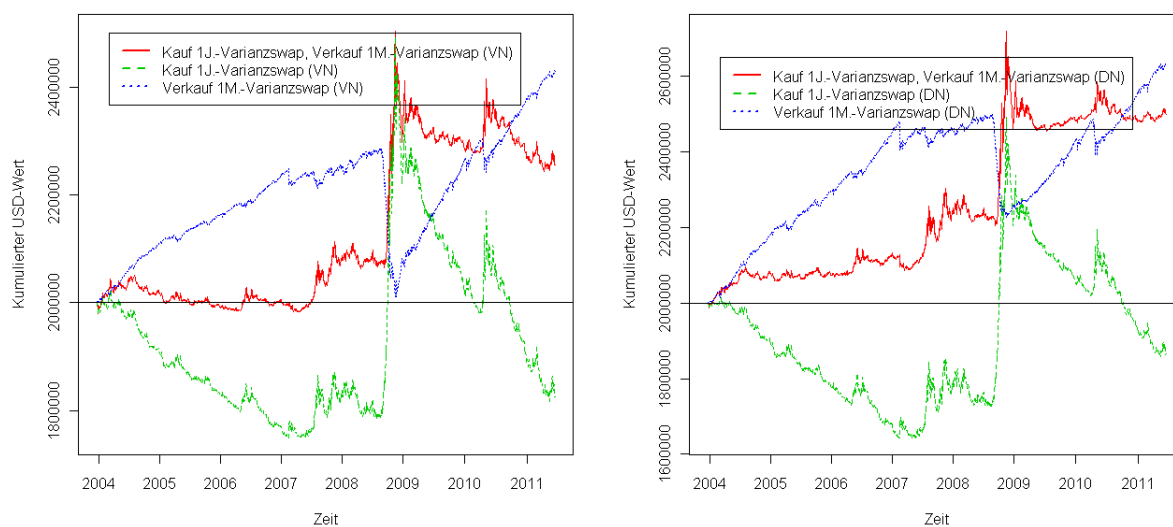


Abbildung 26: Kumulierter USD-Wert der vegabasierten und dollarbasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie

	S&P 500	JPM	70/30 Strategie
Verkauf 1-Monat	65,92%	-16,52%	65,50%
Kauf 1-Jahr	-82,41%	19,28%	-82,14%
Kombiniert	-79,46%	16,83%	-79,39%

Tabelle 44: Korrelationen (S&P)

## B.2 EURO Fall

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	1-Monat (EN)	1-Jahr (EN)
Mittlere Rendite p.a.	2,78%	1,35%	2,87%	0,79%
Volatilität Rendite p.a.	2,88%	9,70%	3,30%	10,66%
Sharpe Ratio p.a.	0,9654	0,1388	0,8695	0,0742
Euro/Vega Nominal	-1500 Vega	-10000 Vega	-7500€	-50000€

Tabelle 45: Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien

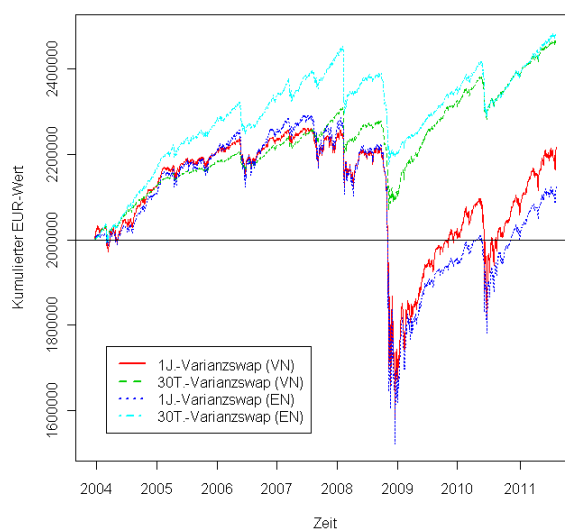


Abbildung 27: Kumulierter EUR-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien

Wochen	0	1	2	3	4	5
Mittlere Rendite p.a.	1,35%	1,54%	1,60%	1,44%	1,17%	1,11%
Sharpe Ratio p.a.	0,1388	0,1701	0,1869	0,1605	0,1271	0,1164
Differenz in %	0,00%	22,57%	34,69%	15,65%	-8,38%	-16,14%
Wochen	6	7	8	9	10	11
Mittlere Rendite p.a.	1,27%	1,26%	1,26%	1,15%	1,31%	1,51%
Sharpe Ratio p.a.	0,1348	0,1349	0,1300	0,1152	0,1346	0,1568
Differenz in %	-2,85%	-2,80%	-6,31%	-17,00%	-2,97%	13,00%
Wochen	12					
Mittlere Rendite p.a.	1,42%					
Sharpe Ratio p.a.	0,1424					
Differenz in %	2,58%					

Tabelle 46: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie

Tage	0	2	4	6	8
Mittlere Rendite p.a.	3,79%	2,61%	3,38%	3,50%	2,87%
Sharpe Ratio p.a.	1,0188	0,6000	0,8852	0,8903	0,6655
Differenz in %	0,00%	-41,10%	-13,11%	-12,61%	-34,67%
Tage	10	12	14	16	18
Mittlere Rendite p.a.	4,42%	3,55%	3,91%	3,66%	4,09%
Sharpe Ratio p.a.	1,1417	0,8677	0,9442	1,0479	1,2749
Differenz in %	12,07%	-14,83%	-7,32%	2,86%	25,15%

Tabelle 47: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie

Tage	0	1	2	3	4
Mittlere Rendite p.a.	2,78%	2,73%	2,97%	3,18%	3,30%
Sharpe Ratio p.a.	0,9654	0,9250	1,0214	1,0846	1,1301
Differenz in %	0,00%	-4,18%	5,80%	12,35%	17,06%

Tabelle 48: Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentlichem Handel

Strategie	1-Monat (VN)	1-Jahr (VN)	Kombiniert (VN)
Mittlere Rendite p.a.	2,78%	- 1,35%	1,58%
Volatilität p.a.	2,88%	9,70%	6,17%
Sharpe Ratio p.a.	0,9654	-0,1388	0,2553
Strategie	1-Monat (EN)	1-Jahr (EN)	Kombiniert (EN)
Mittlere Rendite p.a.	2,87%	-0,79%	2,20%
Volatilität p.a.	3,30%	10,66%	6,68%
Sharpe Ratio p.a.	0,8695	-0,0742	0,3286

Tabelle 49: Kauf 1J.-Varianzwap / Verkauf 1M.-Varianzwap

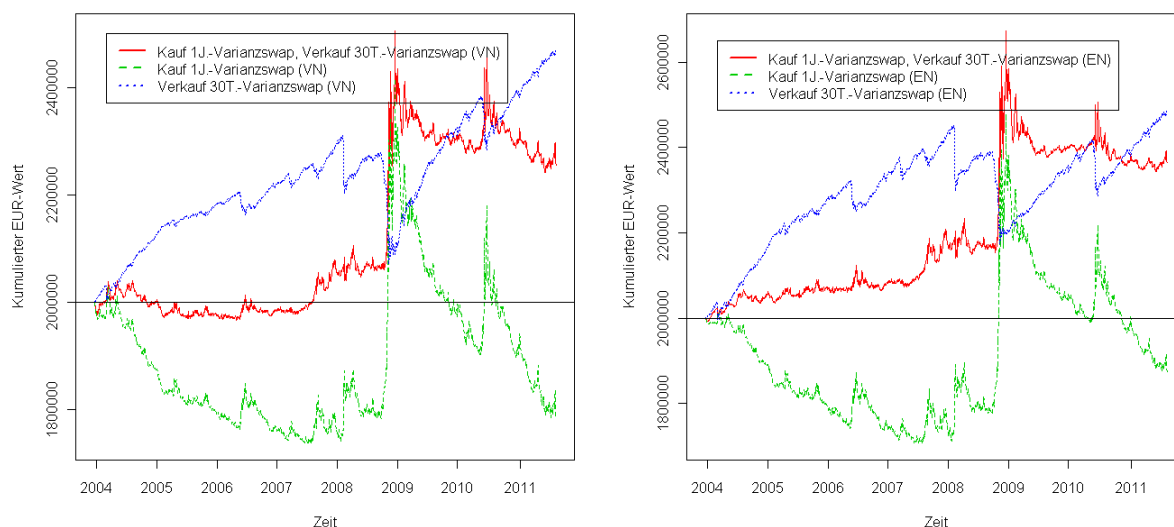


Abbildung 28: Kumulierter EUR-Wert der vegabasierten und der eurobasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie

	EuroStoxx	REXP	70/30 Strat.
Verkauf 1-Monat	55,94%	-14,34%	55,28%
Kauf 1-Jahr	-77,78%	21,61%	-77,10%
Kombiniert	-74,30%	20,69%	-73,76%

Tabelle 50: Korrelationen (Strategien/EuroStoxx 50)

## Abbildungsverzeichnis

1	S&P 500 versus VIX . . . . .	8
2	Tägliches Handelsvolumen und ausstehendes Volumen des VIX Futures .	10
3	Langfristiger Trend S&P 500 und VIX . . . . .	12
4	S&P 500 und VIX Index Kurshistorie und Renditen . . . . .	14
5	Quantil-Quantil-Diagramm S&P und VIX . . . . .	15
6	Autokorrelation der Renditen und quadratischen Renditen S&P und VIX	17
7	Residuen S&P und VIX . . . . .	18
8	Autokorrelation der Residuen S&P und VIX . . . . .	19
9	Korrelation versus S&P Rendite 60 Tage . . . . .	21
10	Implizite versus realisierte Volatilität (S&P) . . . . .	24
11	Kumulierter USD-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien (S&P) . . .	27
12	Vega Nominal der 1J.-Varianzswap Strategie (S&P) . . . . .	27

13	Kumulierter USD-Wert der vegabasierten und dollarbasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie (S&P) . . . . .	31
14	Historie des Basisportfolios (S&P) und des kombinierten Portfolios . . . . .	32
15	EuroStoxx 50 Index Kurshistorie und Renditen . . . . .	36
16	Quantil-Quantil-Diagramm EuroStoxx 50 und VSTOXX . . . . .	37
17	Autokorrelation der Renditen und quadratischen Renditen EuroStoxx 50 und VSTOXX . . . . .	38
18	Autokorrelation der Residuen EuroStoxx 50 und VSTOXX . . . . .	38
19	Korrelation EuroStoxx 50 und VSTOXX versus Rendite 60 Tage EuroStoxx 50 . . . . .	40
20	Implizite versus realisierte Volatilität (EuroStoxx 50) . . . . .	41
21	Kumulierter EUR-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien (EuroStoxx 50) . . . . .	42
22	Vega Nominal der 1J.-Varianzswap Strategie (EuroStoxx 50) . . . . .	42
23	Kumulierter EUR-Wert der vegabasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie (EuroStoxx 50) . . . . .	44
24	Historie des Basisportfolios und des kombinierten Portfolios (EuroStoxx 50)	45
25	Kumulierter USD-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien (S&P) . . . . .	49
26	Kumulierter USD-Wert der vegabasierten und dollarbasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie (S&P) . . . . .	51
27	Kumulierter EUR-Wert der einzelnen Varianzswap Strategien (EuroStoxx 50) . . . . .	52
28	Kumulierter EUR-Wert der vegabasierten 1J.-Kauf-/1M.-Verkaufstrategie (EuroStoxx 50) . . . . .	54

## Tabellenverzeichnis

1	Verteilungsstatistik der Renditen der Indizes . . . . .	15
2	Test auf Autokorrelation (Box-Pierce-Test) von S&P und VIX . . . . .	16
3	Test auf Autokorrelation der Residuen (Box-Pierce-Test) des S&P und VIX	20
4	Korrelation zwischen S&P 500 und VIX . . . . .	20
5	Korrelation zwischen S&P 500 und VIX in durch den Median getrennten disjunkten Datenmengen . . . . .	21
6	Handelstage für Varianzswaps deren Cap bei der Auszahlung aktiv wurde (S&P) . . . . .	23
7	Volatilität der Renditen der Varianzswap Quotierungen unterschiedlicher Laufzeit (S&P) . . . . .	26
8	Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien (S&P) . . . . .	26
9	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie (S&P) . . . . .	28
10	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie (S&P) . . . . .	29
11	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentlichem Handel (S&P) . . . . .	29
12	Kauf 1J.-Varianzswap / Verkauf 1M.-Varianzswap (S&P) . . . . .	30



13	Korrelationen (Strategien/S&P) . . . . .	30
14	Portfolios (S&P) . . . . .	32
15	Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Vega Nominal (S&P) . . . . .	33
16	Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Vega Nominal (S&P) . . . . .	33
17	Volatilität bei unterschiedlichem Vega Nominal (S&P) . . . . .	33
18	Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Dollar Nominal (S&P) . . . . .	34
19	Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Dollar Nominal (S&P) . . . . .	34
20	Volatilität bei unterschiedlichem Dollar Nominal (S&P) . . . . .	34
21	Verteilungsstatistik der Renditen der Indizes Eurostoxx 50 und VSTOXX	36
22	Test auf Autokorrelation (Box-Pierce-Test) von EuroStoxx 50 und VSTOXX	37
23	Test auf Autokorrelation der Residuen (Box-Pierce-Test) von EuroStoxx 50 und VSTOXX . . . . .	39
24	Korrelation zwischen EuroStoxx 50 und VSTOXX . . . . .	39
25	Korrelation zwischen EuroStoxx 50 und VSTOXX in durch den Median getrennten disjunkten Datenmengen . . . . .	39
26	Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien (EuroStoxx 50) . . .	41
27	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie (EuroStoxx 50) .	43
28	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie (EuroStoxx 50) .	43
29	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentli- chem Handel (EuroStoxx 50) . . . . .	43
30	Kauf 1J.-Varianzswap / Verkauf 1M.-Varianzswap (EuroStoxx 50) . . . . .	44
31	Korrelationen (Strategien/EuroStoxx 50) . . . . .	44
32	Statistik der unterschiedlichen Portfolios (EuroStoxx 50) . . . . .	45
33	Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Vega Nominal (EuroStoxx 50) . . .	45
34	Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Vega Nominal (EuroStoxx 50) . . . . .	46
35	Volatilität bei unterschiedlichem Vega Nominal (EuroStoxx 50) . . . . .	46
36	Mittlere Rendite bei unterschiedlichem Euro Nominal (EuroStoxx 50) . . .	46
37	Sharpe Ratio bei unterschiedlichem Euro Nominal (EuroStoxx 50) . . . . .	47
38	Volatilität bei unterschiedlichem Euro Nominal (EuroStoxx 50) . . . . .	47
39	Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien (S&P) . . . . .	48
40	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie (S&P) . . . . .	48
41	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie (S&P) . . . . .	49
42	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentli- chem Handel (S&P) . . . . .	50
43	Kauf 1J.-Varianzswap / Verkauf 1M.-Varianzswap (S&P) . . . . .	50
44	Korrelationen (Strategien/S&P) . . . . .	51
45	Ergebnisse der unterschiedlichen Verkaufsstrategien (EuroStoxx 50) . . .	51
46	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1J.-Strategie (EuroStoxx 50) .	52
47	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie (EuroStoxx 50) .	53
48	Verschiebung des Startzeitpunktes bei der 1M.-Strategie mit wöchentli- chem Handel (EuroStoxx 50) . . . . .	53
49	Kauf 1J.-Varianzswap / Verkauf 1M.-Varianzswap (EuroStoxx 50) . . . . .	53
50	Korrelationen (Strategien/EuroStoxx 50) . . . . .	54

## Literatur

- [Black and Scholes, 1973] Black, F. and Scholes, M. S. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3):637–54.
- [Box and Pierce, 1970] Box, G. and Pierce, D. A. (1970). Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models. *Journal of the American Statistical Association*, 65:1509–1526.
- [Carr and Madan, 1998] Carr, P. and Madan, D. (1998). Towards a theory of volatility trading. In *Reprinted in Option Pricing, Interest Rates, and Risk Management*, Musiella, Jouini, Cvitanic, pages 417–427. University Press.
- [Carr and Wu, 2009] Carr, P. and Wu, L. (2009). Variance risk premiums. *Review of Financial Studies*, 22(3):1311–1341.
- [Carr and Wu, 2006] Carr, P. P. and Wu, L. (2006). A tale of two indices. *The Journal of Derivatives*, 1:13–29.
- [Demeterfi et al., 1999] Demeterfi, K., Derman, E., Kamal, M., and Zou, J. (1999). More than you ever wanted to know about volatility swaps. *Goldman Sachs Quantitative Strategies Research Notes*.
- [Derman, 2003] Derman, E. (2003). Trading volatility as an asset class. *Talk at the GAIM Conference, Geneva*. [http://www.ederman.com/new/docs/gaim-trading\\_volatility.pdf](http://www.ederman.com/new/docs/gaim-trading_volatility.pdf).
- [Derman and Kani, 1994] Derman, E. and Kani, I. (1994). Riding on a smile. *Risk*, 7(2):139–145.
- [Dupire, 1994] Dupire, B. (1994). Pricing with a smile. *Risk*, 7(1):18–20.
- [Grant et al., 2007] Grant, M., Gregory, K., and Lui, J. (2007). Volatility as an asset. *Goldman Sachs Strategy Research*.
- [Greer, 1997] Greer, R. J. (1997). What is an asset class, anyway? *The Journal of Portfolio Management*, 23(2):86–91.
- [Hafner and Wallmeier, 2007] Hafner, R. and Wallmeier, M. (2007). Volatility as an asset class: European evidence. *European Journal of Finance*, 13(7):621–644.
- [Heston, 1993] Heston, S. (1993). A closed-form solution for options with stochastic volatility with applications to bond and currency options. *Review of Financial Studies*, 6(2):327.
- [Huebscher, 2009] Huebscher, R. (2009). Volatility as an asset class. *Advisor Perspectives*. [http://www.advisorperspectives.com/newsletters09/pdfs/Volatility\\_as\\_an\\_Asset\\_Class.pdf](http://www.advisorperspectives.com/newsletters09/pdfs/Volatility_as_an_Asset_Class.pdf).

[Parker et al., 2009] Parker, G., Liu, B., and Loggie, K. (2009). Directional exposure to volatility via listed futures. [http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/index/SP\\_500\\_VIX-ShortTermFutures\\_WhitePaper.pdf](http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/index/SP_500_VIX-ShortTermFutures_WhitePaper.pdf).

[Zumbach, 2007] Zumbach, G. (2007). The Riskmetrics 2006 Methodology. *Technical report*, RiskMetrics Group.

No.	Author/Title	Year
183	Behley, Dustin / Leyer, Michael Evaluating Concepts for Short-term Control in Financial Service Processes	2011
182	Herrmann-Pillath, Carsten Naturalizing Institutions: Evolutionary Principles and Application on the Case of Money	2011
181	Herrmann-Pillath, Carsten Making Sense of Institutional Change in China: The Cultural Dimension of Economic Growth and Modernization	2011
180	Herrmann-Pillath, Carsten Hayek 2.0: Grundlinien einer naturalistischen Theorie wirtschaftlicher Ordnungen	2011
179	Braun, Daniel / Allgeier, Burkhard / Cremres, Heinz Ratingverfahren: Diskriminanzanalyse versus Logistische Regression	2011
178	Kostka, Genia / Moslener, Ulf / Andreas, Jan G. Barriers to Energy Efficiency Improvement: Empirical Evidence from Small- and-Medium-Sized Enterprises in China	2011
177.	Löchel, Horst / Xiang Li, Helena Understanding the High Profitability of Chinese Banks	2011
176.	Herrmann-Pillath, Carsten Neuroökonomik, Institutionen und verteilte Kognition: Empirische Grundlagen eines nicht-reduktionistischen naturalistischen Forschungsprogramms in den Wirtschaftswissenschaften	2011
175.	Libman, Alexander/ Mendelski, Martin History Matters, but How? An Example of Ottoman and Habsburg Legacies and Judicial Performance in Romania	2011
174.	Kostka, Genia Environmental Protection Bureau Leadership at the Provincial Level in China: Examining Diverging Career Backgrounds and Appointment Patterns	2011
173.	Durst, Susanne / Leyer, Michael Bedürfnisse von Existenzgründern in der Gründungsphase	2011
172.	Klein, Michael Enrichment with Growth	2011
171.	Yu, Xiaofan A Spatial Interpretation of the Persistency of China's Provincial Inequality	2011
170.	Leyer, Michael Stand der Literatur zur operativen Steuerung von Dienstleistungsprozessen	2011
169.	Libman, Alexander / Schultz, André Tax Return as a Political Statement	2011
168.	Kostka, Genia / Shin, Kyoung Energy Service Companies in China: The Role of Social Networks and Trust	2011
167.	Andriani, Pierpaolo / Herrmann-Pillath, Carsten Performing Comparative Advantage: The Case of the Global Coffee Business	2011
166.	Klein, Michael / Mayer, Colin Mobile Banking and Financial Inclusion: The Regulatory Lessons	2011
165.	Cremers, Heinz / Hewicker, Harald Modellierung von Zinsstrukturkurven	2011
164.	Roßbach, Peter / Karlow, Denis The Stability of Traditional Measures of Index Tracking Quality	2011
163.	Libman, Alexander / Herrmann-Pillath, Carsten / Yarav, Gaudav Are Human Rights and Economic Well-Being Substitutes? Evidence from Migration Patterns across the Indian States	2011
162.	Herrmann-Pillath, Carsten / Andriani, Pierpaolo Transactional Innovation and the De-commoditization of the Brazilian Coffee Trade	2011
161.	Christian Büchler, Marius Buxkaemper, Christoph Schalast, Gregor Wedell Incentivierung des Managements bei Unternehmenskäufen/Buy-Outs mit Private Equity Investoren – eine empirische Untersuchung –	2011
160.	Herrmann-Pillath, Carsten Revisiting the Gaia Hypothesis: Maximum Entropy, Kauffman's "Fourth Law" and Physiosemeiosis	2011
159.	Herrmann-Pillath, Carsten A 'Third Culture' in Economics? An Essay on Smith, Confucius and the Rise of China	2011
158.	Boeing, Philipp / Sandner, Philipp The Innovative Performance of China's National Innovation System	2011

157.	Herrmann-Pillath, Carsten Institutions, Distributed Cognition and Agency: Rule-following as Performative Action	2011
156.	Wagner, Charlotte From Boom to Bust: How different has microfinance been from traditional banking?	2010
155.	Libman Alexander / Vinokurov, Evgeny Is it really different? Patterns of Regionalisation in the Post-Soviet Central Asia	2010
154.	Libman, Alexander Subnational Resource Curse: Do Economic or Political Institutions Matter?	2010
153.	Herrmann-Pillath, Carsten Meaning and Function in the Theory of Consumer Choice: Dual Selves in Evolving Networks	2010
152.	Kostka, Genia / Hobbs, William Embedded Interests and the Managerial Local State: Methanol Fuel-Switching in China	2010
151.	Kostka, Genia / Hobbs, William Energy Efficiency in China: The Local Bundling of Interests and Policies	2010
150.	Umber, Marc P. / Grote, Michael H. / Frey, Rainer Europe Integrates Less Than You Think. Evidence from the Market for Corporate Control in Europe and the US	2010
149.	Vogel, Ursula / Winkler, Adalbert Foreign banks and financial stability in emerging markets: evidence from the global financial crisis	2010
148.	Libman, Alexander Words or Deeds – What Matters? Experience of Decentralization in Russian Security Agencies	2010
147.	Kostka, Genia / Zhou, Jianghua Chinese firms entering China's low-income market: Gaining competitive advantage by partnering governments	2010
146.	Herrmann-Pillath, Carsten Rethinking Evolution, Entropy and Economics: A triadic conceptual framework for the Maximum Entropy Principle as applied to the growth of knowledge	2010
145.	Heidorn, Thomas / Kahlert, Dennis Implied Correlations of iTraxx Tranches during the Financial Crisis	2010
144.	Fritz-Morgenthal, Sebastian G. / Hach, Sebastian T. / Schalast, Christoph M&A im Bereich Erneuerbarer Energien	2010
143.	Birkmeyer, Jörg / Heidorn, Thomas / Rogalski, André Determinanten von Banken-Spreads während der Finanzmarktkrise	2010
142.	Bannier, Christina E. / Metz, Sabrina Are SMEs large firms en miniature? Evidence from a growth analysis	2010
141.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Voinea, André The Value-Added of Investable Hedge Fund Indices	2010
140.	Herrmann-Pillath, Carsten The Evolutionary Approach to Entropy: Reconciling Georgescu-Roegen's Natural Philosophy with the Maximum Entropy Framework	2010
139.	Heidorn, Thomas / Löw, Christian / Winker, Michael Funktionsweise und Replikationstil europäischer Exchange Traded Funds auf Aktienindizes	2010
138.	Libman, Alexander Constitutions, Regulations, and Taxes: Contradictions of Different Aspects of Decentralization	2010
137.	Herrmann-Pillath, Carsten / Libman, Alexander / Yu, Xiaofan State and market integration in China: A spatial econometrics approach to 'local protectionism'	2010
136.	Lang, Michael / Cremers, Heinz / Hentze, Rainald Ratingmodell zur Quantifizierung des Ausfallrisikos von LBO-Finanzierungen	2010
135.	Bannier, Christina / Feess, Eberhard When high-powered incentive contracts reduce performance: Choking under pressure as a screening device	2010
134.	Herrmann-Pillath, Carsten Entropy, Function and Evolution: Naturalizing Peircian Semiosis	2010
133.	Bannier, Christina E. / Behr, Patrick / Güttler, Andre Rating opaque borrowers: why are unsolicited ratings lower?	2009
132.	Herrmann-Pillath, Carsten Social Capital, Chinese Style: Individualism, Relational Collectivism and the Cultural Embeddedness of the Institutions-Performance Link	2009
131.	Schäffler, Christian / Schmaltz, Christian Market Liquidity: An Introduction for Practitioners	2009

130.	Herrmann-Pillath, Carsten Dimensionen des Wissens: Ein kognitiv-evolutionärer Ansatz auf der Grundlage von F.A. von Hayeks Theorie der „Sensory Order“	2009
129.	Hankir, Yassin / Rauch, Christian / Ueber, Marc It's the Market Power, Stupid! – Stock Return Patterns in International Bank M&A	2009
128.	Herrmann-Pillath, Carsten Outline of a Darwinian Theory of Money	2009
127.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Modellierung des Kreditrisikos im Portfoliofall	2009
126.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Modellierung des Kreditrisikos im Einwertpapierfall	2009
125.	Heidorn, Thomas / Schmaltz, Christian Interne Transferpreise für Liquidität	2009
124.	Bannier, Christina E. / Hirsch, Christian The economic function of credit rating agencies - What does the watchlist tell us?	2009
123.	Herrmann-Pillath, Carsten A Neurolinguistic Approach to Performativity in Economics	2009
122.	Winkler, Adalbert / Vogel, Ursula Finanzierungsstrukturen und makroökonomische Stabilität in den Ländern Südosteuropas, der Türkei und in den GUS-Staaten	2009
121.	Heidorn, Thomas / Rupprecht, Stephan Einführung in das Kapitalstrukturmanagement bei Banken	2009
120.	Rosbach, Peter Die Rolle des Internets als Informationsbeschaffungsmedium in Banken	2009
119.	Herrmann-Pillath, Carsten Diversity Management und diversi-tätsbasiertes Controlling: Von der „Diversity Scorecard“ zur „Open Balanced Scorecard“	2009
118.	Hölscher, Luise / Clasen, Sven Erfolgsfaktoren von Private Equity Fonds	2009
117.	Bannier, Christina E. Is there a hold-up benefit in heterogeneous multiple bank financing?	2009
116.	Roßbach, Peter / Gießamer, Dirk Ein eLearning-System zur Unterstützung der Wissensvermittlung von Web-Entwicklern in Sicherheitsthemen	2009
115.	Herrmann-Pillath, Carsten Kulturelle Hybridisierung und Wirtschaftstransformation in China	2009
114.	Schalast, Christoph: Staatsfonds – „neue“ Akteure an den Finanzmärkten?	2009
113.	Schalast, Christoph / Alram, Johannes Konstruktion einer Anleihe mit hypothekarischer Besicherung	2009
112.	Schalast, Christoph / Bolder, Markus / Radünz, Claus / Siepmann, Stephanie / Weber, Thorsten Transaktionen und Servicing in der Finanzkrise: Berichte und Referate des Frankfurt School NPL Forums 2008	2009
111.	Werner, Karl / Moormann, Jürgen Efficiency and Profitability of European Banks – How Important Is Operational Efficiency?	2009
110.	Herrmann-Pillath, Carsten Moralische Gefühle als Grundlage einer wohlstandschaffenden Wettbewerbsordnung: Ein neuer Ansatz zur erforschung von Sozialkapital und seine Anwendung auf China	2009
109.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Roder, Christoph Empirische Analyse der Drawdowns von Dach-Hedgefonds	2009
108.	Herrmann-Pillath, Carsten Neuroeconomics, Naturalism and Language	2008
107.	Schalast, Christoph / Benita, Barten Private Equity und Familienunternehmen – eine Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung deutscher Maschinen- und Anlagenbauunternehmen	2008
106.	Bannier, Christina E. / Grote, Michael H. Equity Gap? – Which Equity Gap? On the Financing Structure of Germany's Mittelstand	2008
105.	Herrmann-Pillath, Carsten The Naturalistic Turn in Economics: Implications for the Theory of Finance	2008
104.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael / Scholl, Wolfgang Aktionärsschutz in der AG falsch verstanden? Die Leica-Entscheidung des LG Frankfurt am Main	2008

103.	Bannier, Christina E./ Müsch, Stefan Die Auswirkungen der Subprime-Krise auf den deutschen LBO-Markt für Small- und MidCaps	2008
102.	Cremers, Heinz / Vetter, Michael Das IRB-Modell des Kreditrisikos im Vergleich zum Modell einer logarithmisch normalverteilten Verlustfunktion	2008
101.	Heidorn, Thomas / Pleißner, Mathias Determinanten Europäischer CMBS Spreads. Ein empirisches Modell zur Bestimmung der Risikoaufschläge von Commercial Mortgage-Backed Securities (CMBS)	2008
100.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael Schaeffler KG/Continental AG im Lichte der CSX Corp.-Entscheidung des US District Court for the Southern District of New York	2008
99.	Hölscher, Luise / Haug, Michael / Schweinberger, Andreas Analyse von Steueramnestiedaten	2008
98.	Heimer, Thomas / Arend, Sebastian The Genesis of the Black-Scholes Option Pricing Formula	2008
97.	Heimer, Thomas / Hölscher, Luise / Werner, Matthias Ralf Access to Finance and Venture Capital for Industrial SMEs	2008
96.	Böttger, Marc / Guthoff, Anja / Heidorn, Thomas Loss Given Default Modelle zur Schätzung von Recovery Rates	2008
95.	Almer, Thomas / Heidorn, Thomas / Schmaltz, Christian The Dynamics of Short- and Long-Term CDS-spreads of Banks	2008
94.	Barthel, Erich / Wollersheim, Jutta Kulturunterschiede bei Mergers & Acquisitions: Entwicklung eines Konzeptes zur Durchführung einer Cultural Due Diligence	2008
93.	Heidorn, Thomas / Kunze, Wolfgang / Schmaltz, Christian Liquiditätsmodellierung von Kreditzusagen (Term Facilities and Revolver)	2008
92.	Burger, Andreas Produktivität und Effizienz in Banken – Terminologie, Methoden und Status quo	2008
91.	Löchel, Horst / Pecher, Florian The Strategic Value of Investments in Chinese Banks by Foreign Financial Insitutions	2008
90.	Schalast, Christoph / Morgenschweis, Bernd / Sprengetter, Hans Otto / Ockens, Klaas / Stachuletz, Rainer / Safran, Robert Der deutsche NPL Markt 2007: Aktuelle Entwicklungen, Verkauf und Bewertung – Berichte und Referate des NPL Forums 2007	2008
89.	Schalast, Christoph / Stralkowski, Ingo 10 Jahre deutsche Buyouts	2008
88.	Bannier, Christina E./ Hirsch, Christian The Economics of Rating Watchlists: Evidence from Rating Changes	2007
87.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Gold in the Investment Portfolio	2007
86.	Hölscher, Luise / Rosenthal, Johannes Leistungsmessung der Internen Revision	2007
85.	Bannier, Christina / Hänsel, Dennis Determinants of banks' engagement in loan securitization	2007
84.	Bannier, Christina "Smoothing" versus "Timeliness" - Wann sind stabile Ratings optimal und welche Anforderungen sind an optimale Berichtsregeln zu stellen?	2007
83.	Bannier, Christina E. Heterogeneous Multiple Bank Financing: Does it Reduce Inefficient Credit-Renegotiation Incidences?	2007
82.	Cremers, Heinz / Löhr, Andreas Deskription und Bewertung strukturierter Produkte unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Marktszenarien	2007
81.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Commodities in Asset Management	2007
80.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Risikosteuerung mit Kreditderivaten unter besonderer Berücksichtigung von Credit Default Swaps	2007
79.	Cremers, Heinz / Traugber, Patrick Handlungsalternativen einer Genossenschaftsbank im Investmentprozess unter Berücksichtigung der Risikotragfähigkeit	2007
78.	Gerdemesmeier, Dieter / Roffia, Barbara Monetary Analysis: A VAR Perspective	2007

77.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Muschiol, Andrea Portfoliooptimierung mit Hedgefonds unter Berücksichtigung höherer Momente der Verteilung	2007
76.	Jobe, Clemens J. / Ockens, Klaas / Safran, Robert / Schalast, Christoph Work-Out und Servicing von notleidenden Krediten – Berichte und Referate des HfB-NPL Servicing Forums 2006	2006
75.	Abrar, Kamyar / Schalast, Christoph Fusionskontrolle in dynamischen Netzsektoren am Beispiel des Breitbandkabelsektors	2006
74.	Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Wertpapierprospekte: Markteinführungspublizität nach EU-Prospektverordnung und Wertpapierprospektgesetz 2005	2006
73.	Dickler, Robert A. / Schalast, Christoph Distressed Debt in Germany: What's Next? Possible Innovative Exit Strategies	2006
72.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten How the ECB and the US Fed set interest rates	2006
71.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Heterogenität von Hedgefondsindizes	2006
70.	Baumann, Stefan / Löchel, Horst The Endogeneity Approach of the Theory of Optimum Currency Areas - What does it mean for ASEAN + 3?	2006
69.	Heidorn, Thomas / Trautmann, Alexandra Niederschlagsderivate	2005
68.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Möglichkeiten der Strukturierung von Hedgefondsportfolios	2005
67.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten (How) Do Stock Market Returns React to Monetary Policy ? An ARDL Cointegration Analysis for Germany	2005
66.	Daynes, Christian / Schalast, Christoph Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktrechts II: Distressed Debt - Investing in Deutschland	2005
65.	Gerdesmeier, Dieter / Polleit, Thorsten Measures of excess liquidity	2005
64.	Becker, Gernot M. / Harding, Perham / Hölscher, Luise Financing the Embedded Value of Life Insurance Portfolios	2005
63.	Schalast, Christoph Modernisierung der Wasserwirtschaft im Spannungsfeld von Umweltschutz und Wettbewerb – Braucht Deutschland eine Rechtsgrundlage für die Vergabe von Wasserversorgungskonzessionen? –	2005
62.	Bayer, Marcus / Cremers, Heinz / Kluß, Norbert Wertsicherungsstrategien für das Asset Management	2005
61.	Löchel, Horst / Polleit, Thorsten A case for money in the ECB monetary policy strategy	2005
60.	Richard, Jörg / Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Unternehmen im Prime Standard - „Staying Public“ oder „Going Private“? - Nutzenanalyse der Börsennotiz -	2004
59.	Heun, Michael / Schlink, Torsten Early Warning Systems of Financial Crises - Implementation of a currency crisis model for Uganda	2004
58.	Heimer, Thomas / Köhler, Thomas Auswirkungen des Basel II Akkords auf österreichische KMU	2004
57.	Heidorn, Thomas / Meyer, Bernd / Pietrowiak, Alexander Performanceeffekte nach Directors Dealings in Deutschland, Italien und den Niederlanden	2004
56.	Gerdesmeier, Dieter / Roffia, Barbara The Relevance of real-time data in estimating reaction functions for the euro area	2004
55.	Barthel, Erich / Gierig, Rauno / Kühn, Ilmhart-Wolfram Unterschiedliche Ansätze zur Messung des Humankapitals	2004
54.	Anders, Dietmar / Binder, Andreas / Hesdahl, Ralf / Schalast, Christoph / Thöne, Thomas Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktrechts I : Non-Performing-Loans / Faule Kredite - Handel, Work-Out, Outsourcing und Securitisation	2004
53.	Polleit, Thorsten The Slowdown in German Bank Lending – Revisited	2004
52.	Heidorn, Thomas / Siragusano, Tindaro Die Anwendbarkeit der Behavioral Finance im Devisenmarkt	2004
51.	Schütze, Daniel / Schalast, Christoph (Hrsg.) Wider die Verschleuderung von Unternehmen durch Pfandversteigerung	2004
50.	Gerhold, Mirko / Heidorn, Thomas Investitionen und Emissionen von Convertible Bonds (Wandelanleihen)	2004



49.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Krieger, Christian Temperaturderivate zur strategischen Absicherung von Beschaffungs- und Absatzrisiken	2003
48.	Becker, Gernot M. / Seeger, Norbert Internationale Cash Flow-Rechnungen aus Eigner- und Gläubigersicht	2003
47.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Notes on convexity and quanto adjustments for interest rates and related options	2003
46.	Hess, Dieter Determinants of the relative price impact of unanticipated Information in U.S. macroeconomic releases	2003
45.	Cremers, Heinz / Kluß, Norbert / König, Markus Incentive Fees. Erfolgsabhängige Vergütungsmodelle deutscher Publikumsfonds	2003
44.	Heidorn, Thomas / König, Lars Investitionen in Collateralized Debt Obligations	2003
43.	Kahlert, Holger / Seeger, Norbert Bilanzierung von Unternehmenszusammenschlüssen nach US-GAAP	2003
42.	Beiträge von Studierenden des Studiengangs BBA 012 unter Begleitung von Prof. Dr. Norbert Seeger Rechnungslegung im Umbruch - HGB-Bilanzierung im Wettbewerb mit den internationalen Standards nach IAS und US-GAAP	2003
41.	Overbeck, Ludger / Schmidt, Wolfgang Modeling Default Dependence with Threshold Models	2003
40.	Balthasar, Daniel / Cremers, Heinz / Schmidt, Michael Portfoliooptimierung mit Hedge Fonds unter besonderer Berücksichtigung der Risikokomponente	2002
39.	Heidorn, Thomas / Kantwill, Jens Eine empirische Analyse der Spreadunterschiede von Festsatzanleihen zu Floatern im Euroraum und deren Zusammenhang zum Preis eines Credit Default Swaps	2002
38.	Böttcher, Henner / Seeger, Norbert Bilanzierung von Finanzderivaten nach HGB, EstG, IAS und US-GAAP	2003
37.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	2002
36.	Heidorn, Thomas Bewertung von Kreditprodukten und Credit Default Swaps	2001
35.	Heidorn, Thomas / Weier, Sven Einführung in die fundamentale Aktienanalyse	2001
34.	Seeger, Norbert International Accounting Standards (IAS)	2001
33.	Moormann, Jürgen / Stehling, Frank Strategic Positioning of E-Commerce Business Models in the Portfolio of Corporate Banking	2001
32.	Sokolovsky, Zbynek / Strohhecker, Jürgen Fit für den Euro, Simulationsbasierte Euro-Maßnahmenplanung für Dresdner-Bank-Geschäftsstellen	2001
31.	Roßbach, Peter Behavioral Finance - Eine Alternative zur vorherrschenden Kapitalmarkttheorie?	2001
30.	Heidorn, Thomas / Jaster, Oliver / Willeitner, Ulrich Event Risk Covenants	2001
29.	Biswas, Rita / Löchel, Horst Recent Trends in U.S. and German Banking: Convergence or Divergence?	2001
28.	Eberle, Günter Georg / Löchel, Horst Die Auswirkungen des Übergangs zum Kapitaldeckungsverfahren in der Rentenversicherung auf die Kapitalmärkte	2001
27.	Heidorn, Thomas / Klein, Hans-Dieter / Siebrecht, Frank Economic Value Added zur Prognose der Performance europäischer Aktien	2000
26.	Cremers, Heinz Konvergenz der binomialen Optionspreismodelle gegen das Modell von Black/Scholes/Merton	2000
25.	Löchel, Horst Die ökonomischen Dimensionen der ‚New Economy‘	2000
24.	Frank, Axel / Moormann, Jürgen Grenzen des Outsourcing: Eine Exploration am Beispiel von Direktbanken	2000
23.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Peter / Seiler, Stefan Neue Möglichkeiten durch die Namensaktie	2000
22.	Böger, Andreas / Heidorn, Thomas / Graf Waldstein, Philipp Hybrides Kernkapital für Kreditinstitute	2000

21.	Heidorn, Thomas Entscheidungsorientierte Mindestmargenkalkulation	2000
20.	Wolf, Birgit Die Eigenmittelkonzeption des § 10 KWG	2000
19.	Cremers, Heinz / Robé, Sophie / Thiele, Dirk Beta als Risikomaß - Eine Untersuchung am europäischen Aktienmarkt	2000
18.	Cremers, Heinz Optionspreisbestimmung	1999
17.	Cremers, Heinz Value at Risk-Konzepte für Marktrisiken	1999
16.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Rütze, Merle Gründung einer deutschen Strombörse für Elektrizitätsderivate	1999
15.	Deister, Daniel / Ehrlicher, Sven / Heidorn, Thomas CatBonds	1999
14.	Jochum, Eduard Hoshin Kanri / Management by Policy (MbP)	1999
13.	Heidorn, Thomas Kreditderivate	1999
12.	Heidorn, Thomas Kreditrisiko (CreditMetrics)	1999
11.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	1999
10.	Löchel, Horst The EMU and the Theory of Optimum Currency Areas	1998
09.	Löchel, Horst Die Geldpolitik im Währungsraum des Euro	1998
08.	Heidorn, Thomas / Hund, Jürgen Die Umstellung auf die Stückaktie für deutsche Aktiengesellschaften	1998
07.	Moormann, Jürgen Stand und Perspektiven der Informationsverarbeitung in Banken	1998
06.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Wolfgang LIBOR in Arrears	1998
05.	Jahresbericht 1997	1998
04.	Ecker, Thomas / Moormann, Jürgen Die Bank als Betreiberin einer elektronischen Shopping-Mall	1997
03.	Jahresbericht 1996	1997
02.	Cremers, Heinz / Schwarz, Willi Interpolation of Discount Factors	1996
01.	Moormann, Jürgen Lean Reporting und Führungsinformationssysteme bei deutschen Finanzdienstleistern	1995

**FRANKFURT SCHOOL / HfB – WORKING PAPER SERIES  
CENTRE FOR PRACTICAL QUANTITATIVE FINANCE**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
29.	Scholz, Peter / Walther, Ursula The Trend is not Your Friend! Why Empirical Timing Success is Determined by the Underlying's Price Characteristics and Market Efficiency is Irrelevant	2011
28.	Beyna, Ingo / Wystup, Uwe Characteristic Functions in the Cheyette Interest Rate Model	2011
27.	Detering, Nils / Weber, Andreas / Wystup, Uwe Return distributions of equity-linked retirement plans	2010
26.	Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Ratings of Structured Products and Issuers' Commitments	2010

25.	Beyna, Ingo / Wystup, Uwe On the Calibration of the Cheyette. Interest Rate Model	2010
24.	Scholz, Peter / Walther, Ursula Investment Certificates under German Taxation. Benefit or Burden for Structured Products' Performance	2010
23.	Esquivel, Manuel L. / Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Unifying Exotic Option Closed Formulas	2010
22.	Packham, Natalie / Schlögl, Lutz / Schmidt, Wolfgang M. Credit gap risk in a first passage time model with jumps	2009
21.	Packham, Natalie / Schlögl, Lutz / Schmidt, Wolfgang M. Credit dynamics in a first passage time model with jumps	2009
20.	Reiswich, Dimitri / Wystup, Uwe FX Volatility Smile Construction	2009
19.	Reiswich, Dimitri / Tompkins, Robert Potential PCA Interpretation Problems for Volatility Smile Dynamics	2009
18.	Keller-Ressel, Martin / Kilin, Fiodar Forward-Start Options in the Barndorff-Nielsen-Shephard Model	2008
17.	Griebsch, Susanne / Wystup, Uwe On the Valuation of Fader and Discrete Barrier Options in Heston's Stochastic Volatility Model	2008
16.	Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Closed Formula for Options with Discrete Dividends and its Derivatives	2008
15.	Packham, Natalie / Schmidt, Wolfgang Latin hypercube sampling with dependence and applications in finance	2008
14.	Hakala, Jürgen / Wystup, Uwe FX Basket Options	2008
13.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Vergleich von Anlagestrategien bei Riesterrenten ohne Berücksichtigung von Gebühren. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
12.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Riesterrente im Vergleich. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
11.	Wystup, Uwe Vanna-Volga Pricing	2008
10.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Quanto Options	2008
09.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Symmetries	2008
08.	Becker, Christoph / Wystup, Uwe Was kostet eine Garantie? Ein statistischer Vergleich der Rendite von langfristigen Anlagen	2008
07.	Schmidt, Wolfgang Default Swaps and Hedging Credit Baskets	2007
06.	Kilin, Fiodar Accelerating the Calibration of Stochastic Volatility Models	2007
05.	Griebsch, Susanne/ Kühn, Christoph / Wystup, Uwe Instalment Options: A Closed-Form Solution and the Limiting Case	2007
04.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Interest Rate Convexity and the Volatility Smile	2006
03.	Becker, Christoph/ Wystup, Uwe On the Cost of Delayed Currency Fixing Announcements	2005
02.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Cross currency swap valuation	2004
01.	Wallner, Christian / Wystup, Uwe Efficient Computation of Option Price Sensitivities for Options of American Style	2004

## **HFB – SONDERARBEITSBERICHTE DER HFB - BUSINESS SCHOOL OF FINANCE & MANAGEMENT**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
------------	---------------------	-------------

01. Nicole Kahmer / Jürgen Moormann  
Studie zur Ausrichtung von Banken an Kundenprozessen am Beispiel des Internet  
(Preis: € 120,--)

2003

Printed edition: €25.00 + €2.50 shipping

Download:

Working Paper: [http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/publications/list\\_of\\_publication/list\\_of\\_publication](http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/publications/list_of_publication/list_of_publication)  
CPQF: [http://www.frankfurt-school.de/content/de/cpqf/research\\_publications.html](http://www.frankfurt-school.de/content/de/cpqf/research_publications.html)

**Order address / contact**

Frankfurt School of Finance & Management  
Sonnemannstr. 9–11 ▪ D–60314 Frankfurt/M. ▪ Germany  
Phone: +49 (0) 69 154 008–734 ▪ Fax: +49 (0) 69 154 008–728  
eMail: [e.lahdensuu@fs.de](mailto:e.lahdensuu@fs.de)

Further information about Frankfurt School of Finance & Management  
may be obtained at: <http://www.fs.de>